

Entwicklung von Wintererbsenprototypen (*Pisum sativum* L.) im Gemengeanbau unter ökologischer Bewirtschaftung

Development of winter pea (*Pisum sativum* L.) genotypes for mixed cropping under conditions of organic farming

FKZ: 09OE078

Projektnehmer und Koordination:

Universität Kassel (FB 11)
FG Ökologischer Land- und Pflanzenbau
Nordbahnhofstraße 1, 37213 Witzenhausen
Tel.: +49 5542 98-1543
Fax: +49 5542 98-1568
E-Mail: ch.bruns@uni-kassel.de
Internet: <http://www.uni-kassel.de>

Autoren:

Bruns, Christian; Haase, Thorsten; Heß,
Jürgen

FKZ: 10OE008

Projektnehmer:

Gesellschaft für goethenistische Forschung e.V.
Getreidezüchtung Darzau
Darzau Hof 1, 29490 Neu Darchau
Tel.: +49 5853 9809811
Fax: +49 5853 9809829
E-Mail: k-j.mueller@darzau.de
Internet: <http://www.darzau.de>

Autoren:

Quendt, Ulrich; Müller, Karl-Josef

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft können sich noch Änderungen ergeben.



Abschlussbericht

Entwicklung von Wintererbsenprototypen (*Pisum sativum* L.) im Gemengeanbau unter ökologischer Bewirtschaftung (09OE078) und (10OE008)

Projektlaufzeit: 01.09.2010 – 31.03.2014

**Projektnehmer
FKZ 09OE078**

**Universität Kassel
Fachgebiet Ökologischer Land- und
Pflanzenbau
Prof Dr. Jürgen Heß
Nordbahnhofstraße 1a
37213 Witzenhausen**

**Projektnehmer
FKZ 10OE008**

**Ges. f. goethenistische Forschung e.V.
Getreidezüchtungsforschung Darzau
Dr. Karl-Josef Müller
Hof Darzau 1
29490 Neu Darchau**

Zusammenfassung

Entwicklung von Wintererbsenprototypen (*Pisum sativum* L.) im Gemengeanbau unter ökologischer Bewirtschaftung (BÖLN-Projekt Nr. 09OE078 und 10OE008)

Ziel des Projektes war die züchterische und pflanzenbauliche Entwicklung und Optimierung von Wintererbsenprototypen, die sich durch Winterhärte, Standfestigkeit, eine klare Determinierung sowie eine hohe Ertragsleistung bei möglichst guter Qualität als Futtermittel auszeichnen. Die neuen Sorten sollten darüber hinaus eine geringe Krankheitsanfälligkeit aufweisen und besonders für den Gemengeanbau mit Wintergetreiden und -ölfrüchten geeignet sein. Damit sollten sowohl die notwendigen Vorarbeiten zur Zulassung neuer Sorten unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus geleistet als auch ein Leitbild für die weitere Züchtung von Wintererbsen für Reinsaat oder für den Gemengeanbau vorgelegt werden.

Basierend auf 5 Kreuzungen vollblättriger, buntblühender Winterfuttererbsen und weißblühender, halbblattloser Körnererbsen wurden aus 33 Nachkommenschaftslinien und genetischen Ressourcen mit einem weitem Spektrum an morphologischen Kombinationen von Blatttypen und Blütenfarben sowie Pflanzenlängen nach einem Testdurchgang an 2 Standorten im Jahr 2011 12 Genotypen selektiert (eine halbblattlos-bunte, sechs halbblattlos-weiße, zwei vollblättrige-bunte und drei vollblättrig-weiße Genotypen). Diese wurden bis zum Jahr 2013 auf beiden Standorten auf ihre Anbaueignung im Gemengeanbau und der Reinsaat hinsichtlich Überwinterungsleistung, Feldaufgang, Standfestigkeit, Deckungsgrad, unspezifische Krankheitsanfälligkeit, Ertrag sowie Futterwertigenschaften überprüft und mit der Referenzsorte EFB33 und 3 weiteren Herkünften verglichen (alle vollblättrig-bunt). Im Jahr 2013 wurden außerdem noch 2 Standorte hinzugenommen.

Mit den geprüften Linien konnte das bisherige Sortenspektrum erweitert und insbesondere hinsichtlich der Anbauwürdigkeit von Wintererbsen zur Körnernutzung im Gemengeanbau in Bezug auf eine verbesserte Standfestigkeit, gleichmäßigere Abreife, höhere TKM und Ertrag ein wichtiger Beitrag geleistet werden. Jedoch war die Ertragsleistung abhängig von der Witterung, dem Standort und der Anbauform. Der Reinertrag der Genotypen reichte daher von 1 bis 52 dt/ha.

Die beiden Genotypen der vollblättrig-buntblühenden und der halbblattlos-buntblühenden Gruppe waren bis auf wenige Ausnahmen über alle Jahre, Standorte und Anbauformen unter den 50% der Besten. Sie wiesen auch die geringste Krankheitsanfälligkeit gegenüber boden- und samenbürtigen Krankheiten auf. Insbesondere der Genotyp L1 zeigte auf allen Standorten und in allen Anbauformen gute Ertragsleistungen, zeigte einen determinierten Wuchs und wies im Gemenge eine gute Standfestigkeit auf. Dagegen war das Bild der Genotypen aus der weißblühenden Gruppe differenzierter. Während der Feldaufgang in enger Beziehung zur Blütenfarbe stand, konnte für das Merkmal Überwinterung kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Blütenfarbe festgestellt werden. Um extreme Kahl- und Wechselfröste abzupuffern, muss die Überwinterungsleistung insbesondere auf weniger wüchsigen Standorten noch gesteigert werden. Die Gemenge mit Triticale haben sich als besonders gut im Vergleich zu Roggen, Weizen oder Winter-Ölfrüchten herausgestellt, da hier durchschnittlich der höchste Reinertrag bzw. Gesamtertrag erreicht wurde und die Entwicklungsstadien der Triticale sehr gut mit den Wintererbsen übereinstimmten. Dies erwies sich auch im extrem kalten Winter 2012 als sehr günstig. Eine Reinsaat der Genotypen ist - aufgrund der hohen Pflanzenlängen und des Beikrautdrucks - weiterhin nicht zu empfehlen. Gute Futterwertigenschaften zeigten sich insbesondere bei den vollblättrigen, weißblühenden Genotypen, da sie nur geringe Tanningehalte und hohe Rohproteingehalte aufwiesen. Bei allen Genotypen wurde lediglich eine geringe Trypsininhibitorenaktivität nachgewiesen.

Summary

The aim of the project was to develop and optimize winter pea genotypes characterized by winter hardiness, lodging resistance, a clear determination, a high yield and high quality fodder, both from a breeder's perspective and through optimized crop production. Furthermore, the new cultivars should have a low susceptibility to diseases and be fit for intercropping with winter cereals and oil-crops. A major goal of the project included provision and fulfillment of necessary preparatory work for the registration of new varieties for organic farming conditions. Finally, the provision of a general concept for breeding of winter peas for pure stand and mixed cropping was pursued.

Twelve genotypes were selected for further tests after trials in 2011 at 2 sites (one semi-leafless/colored, six semi-leafless/white, two regular-leaf/colored and three regular-leaf/white). These are the result of 33 progeny lines generated from 5 crosses of regular-leaf, purple flowering winter peas with semi-leafless, white colored grain (spring) peas providing a wide spectrum of morphological combinations of leaf-type, flower colour and plant height. These genotypes were tested and compared with the reference EFB33 alongside 3 other genetic resources at 2 sites from 2011 - 2013 for suitability in pure stand and mixed cropping in organic farming with respect to winter hardiness, emergence, lodging resistance, plant coverage, unspecific disease resistance, yield and fodder-quality. In 2013 two more sites were added.

These lines add to the existing variety spectrum, contributing to the suitability of winter peas for grain production by providing improved lodging resistance, even maturity, higher thousand kernel mass and yield. However, yield was dependent on weather conditions, site and cropping system. Hence, the pure yield reached from 1 to 52 dt/ha.

Except for a few cases the regular-leaf/coloured and semi-leafless/coloured genotypes were among the 50% best performing genotypes over time, sites and cropping systems. They also showed the lowest susceptibility for seed and soil borne diseases. In particular, the genotype L1 showed good yield, determined growth and good lodging resistance across sites and cropping systems. In contrast the white coloured genotypes revealed a more differentiated picture. While emergence was in close relation to flower colour there was no correlation with the trait of overwintering. To withstand extreme bare frost or alternating warmth-frost incidences the overwintering rate needs to be enhanced, particularly for less fertile sites. Intercropping with Triticale was superior compared to mixes with rye, wheat or winter oil crops (such as rape); on average the former resulted in the highest pure and total yield especially as the developmental stages of the Triticale coincided very well with the winter peas. In particular, in the extremely cold winter in 2012 this was highly beneficial. A pure stand of the genotypes is still not recommended due to the plant length and weed pressure. Good fodder quality was particularly shown for the regular-leaf/white flowering genotypes as they contained low tannin contents and high raw protein. All genotypes had low Trypsin inhibitory activity.

Danksagung

Wir bedanken uns sehr bei Anke Mindermann für die hervorragende Betreuung der Feldversuche in Frankenhausen, bei den vielen studentischen Hilfskräften sowie unserem Labor für die gute und kompetente Zusammenarbeit. Ausserdem möchten wir Dr. T. Haase für die Projektleitung bis zum Januar 2013 danken.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzung- und Begriffsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Abbildungsverzeichnis	14
1 Einführung.....	17
1.1 Gegenstand des Vorhabens.....	17
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes.....	17
1.3 Planung und Ablauf des Projektes (Laufzeit: 09/2010 bis 12/2013).....	18
1.3.1 Projektteil Darzau	18
1.3.2 Projektteil Universität Kassel.....	19
2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	19
3 Fragestellung	20
4 Material und Methoden.....	23
4.1 Standorte	23
4.2 Witterung.....	23
4.3 Versuchsanlage und -durchführung.....	27
4.3.1 Ertragsprüfungen	28
4.3.2 Untersuchte Genotypen – Standorte und Jahre.....	28
4.3.3 Aussaatstärken	30
4.3.4 Zuchtgarten.....	31
4.4 Merkmalerfassung.....	31
4.4.1 Feldaufgang	32
4.4.2 Überwinterungsrate und Ermittlung der Frostresistenz	32
4.4.3 Deckungsgrad Erbsen, Gemengepartner und Beikraut	35
4.4.4 Vegetationsverlauf Erbsen und Gemengepartner	35
4.4.5 Reifeverzögerung	36
4.4.6 Nekrotisierungsgrad und Welkesymptome	36
4.4.7 Pflanzenlänge	37
4.4.8 Lagerneigung	38
4.4.9 Ertrag und TKM.....	38
4.4.10 Basale Verzweigung.....	38
4.4.11 Relativer Einzel- (RY) und Gesamtertrag (RYT).....	38
4.4.12 Rohproteinbestimmung	39
4.4.13 Polyphenole, Tannine und Trypsininhibitoren	39
4.4.14 Statistische Auswertung	39
5 Ergebnisse der Versuche.....	41
5.1 Versuchsjahr 2011	41
5.1.1 Ergebnisse Standort Darzau (DAR11_L).....	41
5.1.2 Ergebnisse Standort Frankenhausen (DFH11_L).....	60
5.1.3 Klimakammerversuch zur Ermittlung der Frosthärte – 2011	80
5.2 Versuchsjahr 2012	83
5.2.1 Ergebnisse Standort Darzau (DAR12_L).....	84

5.2.2	Ergebnisse Standort Frankenhausen (DFH12_L, DFH12_H, DFH12_S).....	86
5.2.3	Klimakammer – 2012	102
5.3	Versuchsjahr 2013	105
5.3.1	Ergebnisse Standort Darzau (DAR13_L).....	105
5.3.2	Ergebnisse Standort Frankenhausen (DFH13_L, DFH13_H, DFH13_S).....	124
5.3.3	Ergebnisse Standort Trenthorst (TRE13_L)	139
5.3.4	Ergebnisse Standort Ditlofsroda (DIT13_L)	145
6	Zuchtgarten, Erhaltung und Vermehrung-----	149
6.1	Basale Verzweigung, Internodien bis zur 1. Blüte, Anzahl Hülsen pro Stängel und Anzahl Körner pro Hülse	150
6.2	Fotografische Darstellung und Kurzbeschreibung der Genotypen	152
7	Zusammenführung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse nach den Fragestellungen, die mit dem Projektvorhaben beantwortet werden sollten -----	160
7.1	Überwinterung bzw. Frosttoleranz.....	160
7.2	Feldaufgang	163
7.3	Standfestigkeit.....	164
7.4	Deckungsgrad	165
7.5	Entwicklungsstadien und Reifeverzögerung	171
7.6	Nekrotisierungsgrad und Welkeerscheinungen	173
7.7	Ertrag	176
7.8	Qualität.....	180
7.9	Kombinationseignung.....	182
7.10	Empfehlungen für die Selektion.....	183
8	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse-----	185
9	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen-----	185
10	Schlussfolgerung -----	185
11	Literaturverzeichnis -----	188
12	Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt-----	190

Abkürzung- und Begriffsverzeichnis

TL	Turgor Leaf – Turgor
CL	Colour Leaf – Verfärbung der Blätter
DTS	Disposition to survive - Überlebensneigung
TIW	Wintertriticale
WW	Winterweizen
RW	Winterroggen
GD	Grenzdifferenz
Rueb	Rübsen
Buntblühend	violette Blütenfarbe
Weißblühend	weiße Blütenfarbe
Anbauform	bezeichnet die Reinsaat und den Gemengeanbau
Vollblättrig	Fiederblätter und Nebenblätter (Stipula) am Blattgrund sind vorhanden
Halbblattlos	Ranken und Nebenblätter am Blattgrund vorhanden

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Selektionskriterien und die dafür erfassten Merkmale	21
Tabelle 2: Beschreibung der Standorte - Bodenkennzahlen, Vorfrüchte, Aussaattechnik, Parzellengröße, Aussaat- und Erntezeiten	23
Tabelle 3: Standorte und Versuchsanlagen	28
Tabelle 4: Auflistung der geprüften Genotypen, der Blatttyp-Blütenfarbekombination und die Standorte sowie Anbauformen in welchen die Genotypen geprüft wurden.....	30
Tabelle 5: Aussaatstärken der Erbsen in Reinsaat und der Gemengepartner in den Versuchen in Frankenhausen von 2011 bis 2013	31
Tabelle 6: Erfassung der Bodendeckung der Erbsen, der Gemengepartner und des Beikrautes –Versuchskürzel (weitere Informationen siehe Tabelle 3), Datum der Erfassung und BBCH-Stadium der Erbsen.....	35
Tabelle 7: Erfassung von Nekrotisierungsgrad und Welke – Standort, erfasstes Symptom, Art der Erfassung, Datum und BBCH-Stadium der Erbsen	37
Tabelle 8: Erfassung der Pflanzenlänge – Standort, Anbaujahr, Anbauform, in welcher das Merkmal erfasst wurde, Datum der Erfassung und BBCH-Stadium der Erbsen	38
Tabelle 9: Anzahl Genotypen und Häufigkeiten von Blatt- und Blütentypen im untersuchten Sortiment auf dem Standort Darzau im Jahr 2011	41
Tabelle 10: Erbsen- und Beikrautdeckung [%] in Reinsaat zur Blüte (1.6.2011) und vor Ernte (6.7.2011) - DAR11_L	44
Tabelle 11: Erbsen, Roggen- und Beikrautdeckung im Erbsen-Roggen-Gemenge zur Blüte (1.6.2011)und vor Ernte (6.7.2011) - DAR11_L	46
Tabelle 12: Erbsen-, Triticale- und Beikrautdeckung im Erbsen-Triticale-Gemenge zur Blüte (1.6.2011)und vor Ernte (6.7.2011) - DAR11_L	47
Tabelle 13: Erbsen-, Weizen- und Beikrautdeckung im Erbsen-Weizen-Gemenge zur Blüte (1.6.2011) und vor Ernte (6.7.2011) - DAR11_L	48
Tabelle 14: Reifeverzögerung der Genotypen in der Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen (Boniturnoten: 1 = sehr gleichmäßig; 9 = extrem verzögert, sehr viele neue Austriebe) - DAR11:L	51
Tabelle 15: HEB-Index für die Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR11_L	53
Tabelle 16: Pflanzenlänge im BBCH Stadium 69 auf dem Standort DAR11_L	54
Tabelle 17: Relativer Ertrag der Erbsen im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen im Verhältnis zur Reinsaat - DAR 2011	57
Tabelle 18: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale in Erbsen-Reinsaat - DAR11_L	58
Tabelle 19: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale für das Erbsen-Triticale-Gemenge – DAR11_L.....	58
Tabelle 20: BBCH-Stadien der Genotypen und der Getreide vor Winter und ab Beginn Blüte – DAR 2011.....	59
Tabelle 21: Anzahl Genotypen und Häufigkeiten von Blatt- und Blütentypen im untersuchten Sortiment auf dem Standort Frankenhausen im Jahr 2011.....	60
Tabelle 22: Erbsen- und Beikrautdeckung in Reinsaat zur Blüte (20.6.2011) und vor Ernte (28.7.2011) - DFH11_L	63
Tabelle 23: Erbsen-, Beikraut- und Rapsdeckung im Erbsen-Raps-Gemenge zur Blüte (20.6.2011) und vor Ernte (28.7.2011) - DFH11_L	64
Tabelle 24: Erbsen-, Beikraut- und Triticaledeckung im Erbsen-Triticale-Gemenge zur Blüte (20.6.2011) und vor Ernte (28.7.2011) - DFH11_L	65

Tabelle 25: Erbsen-, Beikraut- und Rübsendeckung im Erbsen-Rübsen-Gemenge zur Blüte (20.6.2011) und vor Ernte (28.7.2011) DFH11_L.....	66
Tabelle 26: Blattbonitur der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Rübsen und Triticale. (1 = keine Blattflecken; 9 = sehr starke Fleckigkeit) – DFH11_L	67
Tabelle 27: Hülsenbonitur der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen. (1 = keine Flecken; 9 = sehr starke Fleckigkeit) – DFH 2011	68
Tabelle 28: Bonitur Reifeverzögerung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen. (1 = gleichmäßige Abreife; 9 = ungleichmäßige Abreife) - DFH11_L.....	69
Tabelle 29: HEB-Index der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen – DFH11_L	70
Tabelle 30: Pflanzenlänge (cm) gemessen an drei repräsentativen Einzelpflanzen in Reinsaat sowie im Gemenge mit Triticale als auch mit Raps am 18.05.2011- DFH11_L.....	71
Tabelle 31: Erbse-Reinerträge (dt/ha) der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen in der Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale, Rübsen - DFH11_L	72
Tabelle 32: Relative Erträge der Genotypen geordnet im Mittel über die Anbauformen Reinsaat und Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen sowie im Vergleich zu den Einzelwerten in den Anbauformen - DFH11_L.....	73
Tabelle 33: Relative Erbsenerträge im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen im Verhältnis zur Erbsen Reinsaat - DFH11_L.....	74
Tabelle 34: Rohproteingehalte (%TS) der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen in der Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale, Rübsen - DFH11_L	75
Tabelle 35: Rohproteingehalte (%TS) der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen - DFH11_L	76
Tabelle36: TKM [in g] der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen in der Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale, Rübsen - DFH11_L	77
Tabelle 37: TKM der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen – DFH11_L.....	77
Tabelle 38:Spearman-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen in der Erbsenreinsaat - DFH11_L.....	78
Tabelle 39: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen im Gemengeanbau mit Triticale - DFH 2011.....	78
Tabelle 40: BBCH-Stadien der Genotypen (Mittelwerte aller Anbauformen) – DFH11_L.....	79
Tabelle 41: Ergebnisse der Frostkammerversuche 2011.....	82
Tabelle 42: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix (n=24) - Überwinterung im Feld in Darzau und DFH zu ausgewählten Merkmalen der Klimakammerversuche – 2011.....	83
Tabelle 43: Linien bzw. Sorten und deren morphologische Eigenschaften die im Anbaujahr 2012 und 2013 auf allen Standorten verwendet wurden.....	84
Tabelle 44: Häufigkeiten der Blatttyp-Blütenfarben-Kombination	84
Tabelle 45: Basale Verzweigung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen und Triticale - DAR12_L	85
Tabelle 46: Überwinterung (%) der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen - DFH12_L.....	86
Tabelle 47: Erbsendeckungsgrade am 26.5.2012 (zur Blüte) und am 24.7.2012 (vor Ernte) DFH12_L	87
Tabelle 48: HEB-Index der Genotypen in der Triticale - DFH12_L.....	90
Tabelle 49: Rohproteingehalt und -ertrag der Genotypen im Gemenge mit Triticale - Linierversuch 2012	91
Tabelle 50: TKM der Erbsen und des Triticalegemengepartners - Linierversuch 2012	91
Tabelle 51: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix - ausgewählte Merkmale für das Erbsen-Triticale-Gemenge– Linierversuch DFH12_L	92

Tabelle 52: BBCH-Stadien der Genotypen - Mittelwerte über alle Anbauformen - DFH12_L.....	92
Tabelle 53: Kulturdeckungsgrad "vor Ernte" der Genotypen - DFH12_H.....	94
Tabelle 54: HEB-Index - DFH12_H.....	96
Tabelle 55: Rohproteingehalt und -ertrag – DFH12_H.....	97
Tabelle 56: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix für die erhobenen Merkmale - Herkünfteversuch DFH12_H.....	97
Tabelle 57: BBCH-Stadien der Genotypen - Herkunfteversuch DFH12_H.....	98
Tabelle 58: Überwinterungsraten [%] der Linien D6 und P1 in verschiedenen Saatstärkenvarianten und in Reinsaat.....	98
Tabelle 59: Ährentragende Halme der Triticale in den Saatstärkevarianten.....	99
Tabelle 60: HEB-Index der Linien D6 und P1 in den Saatstärkevarianten.....	99
Tabelle 61: Rohproteingehalt der Linien in den Saatstärkevarianten.....	100
Tabelle 62: TKM der Linien in den Saatstärkevarianten.....	101
Tabelle 63: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix erhobener Merkmale - Saatstärkenversuch 2012.....	101
Tabelle 64: Mittelwerte der erhobenen Merkmale und Ranking der Genotypen nach DTS-2 – Klimakammerversuch 2012.....	104
Tabelle 65: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix (n=9) - Überwinterung im Feld in Frankenhausen zu ausgewählten Merkmalen der Klimakammeruntersuchungen - 2012....	104
Tabelle 66: Basale Verzweigung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen – DAR13_L.....	106
<i>Tabelle 67: Nach-Winterbonitur für die Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen – DAR13_L.....</i>	107
Tabelle 68: Bodendeckung (%) der Genotypen“ zur Blüte“ und „vor Ernte“ in Reinsaat – DAR13_L.....	108
Tabelle 69: Bodendeckung (%) der Genotypen und des Getreides „zur Blüte“ und „vor Ernte“ Roggen-Erbсен-Gemenge -DAR13_L.....	109
Tabelle 70: Bodendeckung (%) der Genotypen und des Getreides „zur Blüte“ und „vor Ernte“ im Triticale-Erbсен-Gemenge - DAR13_L.....	110
Tabelle 71: Bodendeckung (%) der Genotypen und des Getreides „zur Blüte“ und „vor Ernte“ im Weizen-Erbсен-Gemenge - DAR13_L.....	111
Tabelle 72: Blattwelkesymptome in % befallene Pflanzen einer Parzelle - DAR13_L.....	112
Tabelle 73: Hülsenbefall der Genotypen im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR13_L.....	112
Tabelle 74: Reifeverzögerung der Genotypen in der Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR13_L.....	114
Tabelle 75: Bestandshöhe (cm) der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen „zur Blüte“ - DAR13_L.....	115
Tabelle 76: Pflanzenlänge [cm] der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR13_L.....	116
Tabelle 77: Erbsen-Reinerträge (dt/ha) der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen in der Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale, Weizen – DAR13_L.....	119
Tabelle 78: relative Einzelerträge der Genotypen– Verhältnis der Erträge in der Reinsaat zu den Erträgen im Gemenge - DAR13_L.....	120
Tabelle 79: Rohproteingehalt (%TS) der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale– DAR13_L.....	121
Tabelle 80: Tausendkornmasse (TKM in g) der Genotypen in Reinsaat und in den Gemengen mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR13_L.....	122

Tabelle 81: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen in der Erbsenreinsaat - DAR13_L.....	123
Tabelle 82: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen im Gemengeanbau mit Triticale - DAR13_L.....	123
Tabelle 83: BBCH-Stadien - Mittelwerte der Genotypen über alle Anbauformen - DAR13_L.....	124
Tabelle 84: Mittlere Pflanzenlänge [cm] und Erbsendeckungsgrad[%] in Reinsaat und den Gemengen mit Raps, Triticale und Rübsen (5.7.2013) – Linierversuch DFH 2013.....	127
Tabelle 85: HEB-Index der Anbauformen – Linierversuch DFH13_L.....	127
Tabelle 86: HEB-Index der Genotypen im Mittel über alle Anbauformen – Linierversuch DFH13_L.....	128
Tabelle 87: Relative Erträge der Erbsen in den Gemengen als Verhältnis zur Reinsaat – Linierversuch DFH13_L.....	129
Tabelle 88: Rohproteingehalt der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale – Linierversuch DFH13_L.....	130
Tabelle 89: Rohproteinerträge der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale – Linierversuch DFH13_L.....	130
Tabelle 90: BBCH-Stadien der Genotypen - Mittelwerte über alle Anbauformen - DFH13_L.....	131
Tabelle 91: ANI der Genotypen - Polyphenole, kond. Tannine und TIA – DFH13_L.....	131
Tabelle 92: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen in der Erbsenreinsaat - Linierversuch DFH13_L.....	132
Tabelle 93: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen im Gemengeanbau mit Triticale - Linierversuch DFH13_L.....	132
Tabelle 94: HEB-Index – DFH13_H.....	133
Tabelle 95: Rohproteingehalt und- ertrag - DFH13_H.....	134
Tabelle 96: Tausendkornmasse - DFH13_H.....	135
Tabelle 97: BBCH-Stadien der Genotypen – DFH13_H.....	135
Tabelle 98: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale – DFH13_H.....	136
Tabelle 99: HEB-Index der Linien D6 und P1 in den Saatstärkevarianten – DFH13_S.....	136
Tabelle 100: Rohproteingehalt der Linien in den Saatstärkevarianten – DFH13_S.....	138
Tabelle 101: Rohproteinertrag der Linien in den Saatstärkevarianten – DFH13_S.....	138
Tabelle 102: TKM der Erbsen in Abhängigkeit von den Saatstärkevarianten – DFH13_S.....	138
Tabelle 103: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale ohne Reinsaat (n=32) – DFH13_S.....	139
Tabelle 104: Befallswerte der Genotypen zum 26.6.2013 in Trenthorst (TRE13_L).....	140
Tabelle 105: Erbsen-, Triticale- und Beikrautdeckungsgrad [%] der Genotypen (18.6.2013) – TRE13_L.....	141
Tabelle 106: HEB-Index der Genotypen über beide Anbauformen -TRE13_L.....	142
Tabelle 107: Erbsen TKM[g] der Genotypen in Trenthorst 2013 (TRE13_L).....	143
Tabelle 108: BBCH-Stadien der Genotypen - TRE13_L.....	144
Tabelle 109: Bonitur des Befalls der Genotypen und Messung der Läsionen am Stängelgrund - DIT13_L.....	145
Tabelle 110: HEB-Index der Genotypen – DIT13_L.....	146
Tabelle 111: Rohproteinertrag (dt/ha) der Genotypen in DIT13_L.....	148
Tabelle 112: BBCH-Stadien der Genotypen - DIT13_L.....	148

Tabelle 113: Selektierte F6 Nachkommenschaften und deren morphologische Merkmale	149
Tabelle 114: Genotypen mit Blatttyp- und Blütenfarben Kombinationen	149
Tabelle 115: Anzahl gestreckte Internodien bis zur 1.Blüte, Anzahl Hülsen pro Stängel und Körner pro Hülse – erhoben im Darzauer Zuchtgarten im Anbaujahr 2013.....	151
Tabelle 116: Kurzbeschreibung selektierter Prototypen, genetischer Ressourcen und Sorten (Fotos: Ertragsprüfung und Zuchtgarten Darzau 2013 während der Blüte).....	152
Tabelle 117 Zusammenfassung: Überwinterungsrate für die Faktoren Blatttyp, Blütenfarbe und Anbauform – alle Standorte und Anbaujahre	161
Tabelle 118: Zusammenfassung: Überwinterungsrate und Frostresistenz der nach dem Anbaujahr 2011 ausgewählten Genotypen im Feldversuch im Gemenge mit Triticale und der Klimakammer in den Anbaujahren 2011 bis 2013.....	162
Tabelle 119: Zusammenfassung: Feldaufgang für die Faktoren Genotyp und Blütenfarbe. 163	
Tabelle 120: Zusammenfassung: Lagerneigung der Anbauformen von 2011 bis 2013.....	165
Tabelle 121 Zusammenfassung: Spearman-Rank-Korrelationen Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ mit der Überwinterungsrate, der Bestandsdichte „Frühjahr“ und der Pflanzenlänge.	166
Tabelle 122: Zusammenfassung: Erbsendeckungsgrad der Genotypen in den Anbaujahren 2011 bis 2013 - alle Standorte.....	168
Tabelle 123: Zusammenfassung: Erbsendeckungsgrad in den Anbauformen von 2011 bis 2013 – (einfache Mittelwerte über alle Genotypen einer Anbauform).....	170
Tabelle 124: Zusammenfassung: Beikrautdeckungsgrad „zur Blüte“ in den Anbauformen von 2011 bis 2013 – (einfache Mittelwerte über alle Genotypen einer Anbauform).....	170
Tabelle 125: Zusammenfassung – Blühbeginn und Abreife der Genotypen im Anbaujahr 2013 auf den Standorten DAR, DFH, DIT, TRE.....	172
Tabelle 126: Zusammenfassung: Reifeverzögerung der Genotypen	173
Tabelle 127: Zusammenfassung –Krankheitssymptome (unspezifisch): Ranking des Blattbefalls, der Hülsen und Welkeerscheinungen an den Pflanzen	175
Tabelle 128: Zusammenfassung: Reinerträge (dt/ha) der Erbsen in Reinsaat und den Gemengen mit Roggen, Triticale, Weizen, Raps und Rübsen – alle Standorte 2011 bis 2013	176
Tabelle 129: Zusammenfassung: Gemengegesamtertrag (dt/ha) aus den Gemengen mit Roggen, Triticale, Weizen, Raps und Rübsen – alle Standorte von 2011 bis 2013	177
Tabelle 130:Zusammenfassung: Gemengepartner Reinertrag (dt/ha) - Roggen, Triticale, Weizen, Raps und Rübsen – alle Standorte von 2011 bis 2013	178
Tabelle 131: Zusammenfassung: relative Einzelerträge der Wintererbsen im Gemenge mit Roggen, Triticale, Raps und Rübsen – DAR und DFH - Anbaujahre 2011 und 2013	180
Tabelle 132: Zusammenfassung: Rohproteingehalt (%TS) der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale auf den Standorten DFH (2011-2013) und DAR, TRE, DIT (2013).....	181
Tabelle 133: Zusammenfassung: Antinutritive Inhaltsstoffe 2013	181

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2010 bis Aug. 2011 am Standort Darzau (Daten: eigene Wetterstation)	24
Abbildung 2: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2011 bis Aug. 2012 am Standort Darzau (Daten: eigene Wetterstation)	24
Abbildung 3: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2012 bis Aug. 2013 am Standort Darzau (Daten: eigene Wetterstation)	25
Abbildung 4: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2010 bis Aug. 2011 am Standort Frankenhausen (Daten: Wetterstation Frankenhausen und Kassel Calden).....	25
Abbildung 5: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2011 bis Aug. 2012 am Standort Frankenhausen (Daten: Wetterstation Frankenhausen und Kassel Calden).....	26
Abbildung 6: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2012 bis Aug. 2013 am Standort Frankenhausen (Daten: Wetterstation Frankenhausen)	26
Abbildung 7: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe gemessen) und Niederschläge von September 2012 bis August 2013 am Standort Trenthorst (Daten: DWD – Station Lübeck))	27
Abbildung 8: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe gemessen) und Niederschlagsdaten von Sept. 2012 bis Aug. 2013 auf dem Standort Ditlofsroda – (Daten: DWD – Station Steinfeld)	27
Abbildung 9: Temperaturverlauf in der Klimakammer 2011	33
Abbildung 10: Schematische Darstellung des Sterbeverlaufs von Einzelpflanzen und daraus abgeleiteter Überlebensneigung α_{x_i} . A: Pflanze, die zum Zeitpunkt x_i als tot bonitiert wird. B: Pflanze, die am Mittleren Überlebenstag aller Toten Pflanzen als tot bonitiert wird. C: Pflanze, die erst nach Versuchsende an Folgen des Frostes sterben würde. D: Pflanze, die den Frost dauerhaft überlebt. Die Angabe „Lebendes Gewebe Einzelpflanze“ (%) ist als Denkhilfe zu verstehen. Tatsächlich bonitiert wurde nur „lebt“ oder „tot“	34
Abbildung 11: Zeitraum und Temperaturverlauf der Abhärtung und der Frostereignisse – es wurde jeweils 4h gefrostet – Klimakammerversuch 2012.....	35
Abbildung 12: Berechnung des relativen Einzel- (RY) und Gesamtertrags (RYT).....	39
Abbildung 13: Feldaufgang (abs.) – Abweichungen vom Mittelwert über alle Genotypen in einer Anbauform – DAR11_L.....	42
Abbildung 14. Überwinterungsleistung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Raps - DAR11_L.....	43
Abbildung 15: Blatt- und Stängelnekrosen bzw. –chlorosen - Befallsgrad [%] der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen – DAR11_L.....	49
Abbildung 16: Box-Plot - Befallsgrad [%] nach Anbauform und Blütenfarbe - DAR11_L.....	50
Abbildung 17: HEB-Index der morphologischen Kombinationen der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen in Abhängigkeit der Pflanzenlänge - DAR11_L	55
Abbildung 18: Gemenge-Gesamterträge zusammengesetzt aus den Reinerträgen der Erbsen und den jeweiligen Getreidegemengepartnern – DAR11_L	56
Abbildung 19: Feldaufgang (abs.) - Abweichungen vom Mittelwert über alle Genotypen einer Anbauform – DFH11_L.....	60
Abbildung 20: Überwinterungsleistung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale, Rübsen - DFH 2011	61

Abbildung 21: Gemengegesamterträge zusammengesetzt aus den Reinerträgen der Gemengepartner - DFH11_L	72
Abbildung 22: Bonitur Verfärbung nach Frost - Klimakammer 2011.....	80
Abbildung 23: Bonitur Turgor nach Frost - Klimakammer 2011.....	81
Abbildung 24: Feldaufgang - Abweichungen vom Mittelwert (abs.) über alle Genotypen einer Anbauform - DAR12_L	85
Abbildung 25: Überwinterungsrate der Genotypen in Reinsaat und den Gemengen mit Raps, Triticale und Rübsen - DFH12_L.....	87
Abbildung 26: Welkesymptome zeigende Pflanzen eines Bestandes - Genotypen (links) und nur für die Blütenfarben (rechts)(n=36) -DFH12_L	88
Abbildung 27: Unspezifische Nekrosen am Blattgewebe–Genotypen (links) und Blütenfarbe(rechts) (n=36) - DFH12_L	89
Abbildung 28: Unspezifische Nekrosen an den Hülsen führen - Genotypen (links) und Blütenfarben (rechts) (n=36) - DFH12_L	89
Abbildung 29: Gemengegesamtertrag zusammengesetzt aus den Reinerträgen der Erbsen und der Triticale - DFH12_L	90
Abbildung 30: Überwinterungsraten - Genotypen - DFH12_H	93
Abbildung 31: Welkesymptome zeigende Genotypen – DFH12_H.....	94
Abbildung 32: Nekrosen an den Hülsen – DFH12_H.....	95
Abbildung 33: Blattbefall (Nekrosen und Chlorosen) – DFH12_H.....	95
Abbildung 34: Gemengegesamtertrag aus den Reinerträge der Gemengepartner – DFH12_H	96
Abbildung 35: Gemengegesamterträge aus den Reinerträgen der Gemengepartner Erbsen und Triticale in verschiedenen Saatstärken - Saatstärkenversuch 2012.....	100
Abbildung 36: Bonitur Verfärbung nach Frost - Klimakammer 2012.....	102
Abbildung 37: Bonitur Turgor nach Frost - Klimakammer 2012.....	103
Abbildung 38: Feldaufgang (abs.) – Abweichungen vom Mittelwert über alle Genotypen einer Anbauform – DAR13_L.....	105
Abbildung 39: HEB-Index der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen – DAR13_L.....	117
Abbildung 40: Lagerneigung in Abhängigkeit der Pflanzenlänge – morphologische Kombinationen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale, Weizen – DAR13_L.....	118
Abbildung 41: Gemengegesamtertrag zusammengesetzt aus den Reinerträgen der Gemengepartner – Grenzdifferenzen ($p < .05$) für Gemengegesamtertrag war für das EW- RW-Gemenge (4.4 dt/ha), für das EW-TIW-Gemenge (5.2 dt/ha) und für das EW-WW- Gemenge (4.8 dt/ha) – DAR13_L	119
Abbildung 42: Feldaufgang als Abweichung von jeweiligen Mittelwert der Anbauform – DFH13_L13.....	125
Abbildung 43: Überwinterung der Genotypen im Linierversuch – DFH13_L.....	126
Abbildung 44: Darstellung der Gemengegesamterträge aus den Reinerträgen der Erbsen und der Gemengepartner – Linierversuch DFH13_L	129
Abbildung 45: Überwinterungsrate – DFH13_H.....	133
Abbildung 46: Reinerträge der Gemengepartner - DFH13_H	134
Abbildung 47: Gesamterträge aus den Reinerträgen der Linien D6 und P1 in den Saatstärken 40, 60 und 80 Kö/m ² in Kombination mit Triticale in den Saatstärken 0, 75 und 150 Kö/m ² - DFH13_S	137
Abbildung 48: Überwinterungsleistung der Genotypen im Gemenge mit "Benetto" - TRE13_L.....	140

Abbildung 49: Gemeengegesamterträge für die Gemenge mit "Agostino" und "Benetto" aus den Reinerträgen der Gemengepartner - TRE13_L	143
Abbildung 50: Rohproteingehalt der Linien im Gemenge mit „Benetto“ in Trenthorst 2013 (TRE13_L).....	144
Abbildung 51: Gemeengegesamtertrag aus den Reinerträgen der Gemengepartner - DIT13_L	147
Abbildung 52: Rohproteingehalte der Genotypen - DIT13_L	147
Abbildung 53: Scatterplot Erbsendeckungsgrad "zur Blüte" und der Pflanzenlänge in den Anbauformen Reinsaat und Gemenge mit Roggen, Triticale, Weizen - DAR13_L.....	167
Abbildung 54: Scatterplots Erbsendeckungsgrad "zur Blüte" und Pflanzenlänge i n den Anbauformen Reinsaat und Gemenge mit Raps, Triticale, Rübsen – DFH13_L.....	167

1 Einführung

Wintererbsen sind seit einigen Jahren wieder vermehrt ins Interesse gerückt, da sie mit guten N-Fixierungsleistungen, ansprechenden Erträgen, unter Umständen guter Unkrautunterdrückung und geringer Krankheitsanfälligkeit als interessante Vorfrüchte und Kulturen für den ökologischen Landbau in Frage kommen. Damit könnten sie eine interessante Alternative zu Sommerformen sein, die vielfach in den genannten Eigenschaften massive Einbrüche hatten. Dies hat in den vergangenen Jahren auf den landwirtschaftlichen Betrieben zu nicht unerheblichen Kalamitäten geführt bzw. teilweise haben die Landwirte den Erbsenanbau sogar eingestellt. Die Auswahlmöglichkeit geeigneter Wintererbsen-Sorten für die praktische Landwirtschaft ist allerdings sehr unbefriedigend, da es nur sehr wenige geeignete Sorten gibt. Es mangelt beispielsweise an standfesten, winterharten und determinierten Sorten, die darüber hinaus noch andere wichtige Eigenschaften wie eine gute Eignung für die Monogastrierfütterung mitbringen. Das vorliegende Projekt hat sich über 4 Jahre damit auseinandergesetzt, hier sowohl aus züchterischer als auch aus pflanzenbaulicher Sicht Alternativen zu entwickeln und dazu beizutragen eine größere Auswahl von neuen, leistungsstarken Genotypen zur Verfügung zu stellen.

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Zweck des Vorhabens war die Entwicklung von Wintererbsenprototypen mit hoher Winterhärte, ausreichender Standfestigkeit, klarer Determinierung und guter Ertragsleistung für die Nutzung als Eiweiß- und Energiefuttermittel für Monogastrier und Wiederkäuer. Die neuen Linien sollten darüber hinaus eine geringe Krankheitsanfälligkeit aufweisen. Die Linien wurden auf ihre Eignung im Reinsaat- und Gemengeanbau mit Wintergetreiden und –ölrüchten getestet. Insgesamt sollte damit sowohl ein An Schub für die notwendigen Vorarbeiten zur Zulassung neuer Sorten unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus gegeben werden als auch ein Leitbild für die weitere Züchtung von Wintererbsen für Reinsaat oder den Gemengeanbau entwickelt werden.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Das Kernziel der Arbeiten bestand in der Züchtung auf winterfeste, determinierte Pflanzentypen mit hoher Standfestigkeit, die sowohl halbblattlos oder vollblättrig als auch weiß- oder buntblühend sein konnten. Die Ausgangsbasis für die Prototypenentwicklung bildete die in den letzten Jahren in der Getreidezüchtungsforschung Darzau aus der Kreuzung von Winterfüttererbsen und Sommerkörnererbsen ausgelesenen Zuchtstämme. Ein weiteres zentrales Ziel war die Ermittlung der Kombinationseignung der Genotypen im Gemengeanbau mit Winterölrüchten (Raps und Rüpsen) und Wintergetreide (Roggen, Weizen, Triticale) im Vergleich zur Reinsaat. Je nach Gemengepartner stellten sich unterschiedliche Ansprüche an eine Wintererbse hinsichtlich Pflanzenlänge, Saatzeitpunkt, Reifezeitpunkt und Konkurrenzfähigkeit, wobei grundsätzlich auf wenig praxisrelevante Kombinationen (z.B. Winterweizen mit hochwüchsigen Vollblatttypen) verzichtet wurde.

Zur Bewertung der Futtereignung war die Überprüfung des Rohproteingehaltes bzw. der antinutritiven Stoffe vorgesehen, um schlechte Futterwertigkeiten zu vermeiden.

Um eine möglichst breite standortunabhängige Aussage zur Eignung der neuen Linien und Sorten zu machen, wurde die Ertragsprüfung zunächst auf den Standorten Darzau (niedersächsischen Tiefland auf leichten Böden und mit Trend zu Trockenstress) und Frankenhäusen (Mitteldeutschland, sehr gute Böden) und nach fortgeschrittener Selektion in Dittlofsroda (Mittelgebirge) und Trenthorst (Seeklima) durchgeführt.

Weiterhin lagen zu Projektbeginn F3 Nachkommenschaften (im Folgenden: „jüngeres Zuchtmaterial“ genannt) verschiedener Kreuzungen von Winterfüttererbsen und Winterkörnererbsen der Universität Kassel und der Universität Göttingen vor. Von diesen Nachkommenschaftslinien sollten weitere nachfolgende Zuchtstämme vorselektiert werden.

In der ersten Vegetation stellte sich die Aufgabe, alle möglichen Kombinationen in Abhängigkeit der Saatgutverfügbarkeit am Standort Darzau und Frankenhausen (DFH, Universität Kassel) zu überprüfen. In der zweiten Vegetation sollte aufgrund der vorliegenden Ergebnisse eine Spezifizierung der sinnvoll erscheinenden Kombinationen untersucht und in der dritten Vegetation die in die engere Wahl als potentielle Sortenkandidaten aufgenommenen Varianten auf insgesamt vier Standorten (Darzau, Domäne Frankenhausen DFH, Dittlofsroda (ÖkoBeratungsGesellschaft), Trenthorst) getestet werden. Parallel dazu wurde mit den Zuchtstämmen am Standort Darzau eine Erhaltungszüchtung aufgebaut, so dass mit Abschluss des Vorhabens ein bis drei Zuchtstämme für eine Sortenzulassung bereitgestellt werden können. Anhand der Ergebnisse sollte eine Beschreibung der für bestimmte Anbaukombinationen erforderlichen Pflanzenideotypen bereitgestellt werden.

Übergeordnet wurde mit dem Projektvorhaben angestrebt, die Anbauwürdigkeit von Körnererbsen in der ökologischen Landwirtschaft durch Erweiterung des Sortenspektrums zu erhöhen und den Anbau von Körnerleguminosen durch spezifische Anpassung in Folge einer Selektion unter ökologischen Anbaubedingungen nachhaltig zu sichern. Dies entspricht den Zielen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und anderen Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN). Insbesondere wurden spezifische Zielsetzungen des Themenkomplexes „Pflanzliche Erzeugung“ zur „Entwicklung und Verbesserung neuer und alter Sorten, Sortenmischungen und Artgemengen im Hinblick auf die Zielsetzungen und Bedingungen des ökologischen Landbaus“ adressiert. Zum Themenkomplex „Wissenstransfer“ wurde durch die Vorstellung der Zwischenergebnisse und des Endberichtes auf Fachtagungen, Feldtagen sowie durch die Weitergabe der Ergebnisse an die landwirtschaftliche Beratung und Pflanzenzüchter beigetragen.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes (Laufzeit: 09/2010 bis 12/2013)

Für die Entwicklung und Bereitstellung der Prototypen und zur Beantwortung der damit einhergehenden Fragestellungen waren zwei verschiedene Vorgehensweisen nötig:

- 1) die pflanzenbaulichen Versuche (Ertragsprüfungen) in Reinsaat und im Gemengeanbau auf verschiedenen Standorten und
- 2) die für den pflanzenzüchterischen Fortschritt benötigte Anlage des Erhaltungs- bzw. Zuchtgartens und der Vermehrung von Basissaatgut.

1.3.1 Projektteil Darzau

Grundlegende Elemente zur Durchführung des Projektvorhabens in Darzau waren die Ertragsprüfung, die Erhaltungszüchtung und die Anlage des Zuchtgartens „Jüngerer Material“.

Auf dem Standort Darzau wurden im 1. Versuchsjahr 35 Genotypen (Nachkommenschaftslinien, genetische Ressourcen und Sorten) in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen angebaut. Neben der Planung und Anlage sowie der Ernte und Aufbereitung der Versuche, wurden durch die Getreidezüchtungsforschung Darzau für das Teilprojekt Darzau die Bonituren und Messungen an den Beständen durchgeführt, die Daten erfasst, beurteilt und ausgewertet sowie die daraus folgenden Selektionsentscheidungen getroffen.

Die Beurteilung der Kombinationseignung erfolgte nach den Erfordernissen der landwirtschaftlichen Praxis. Das waren Standfestigkeit, Pflanzenlänge, Beikrautkonkurrenz, Reifezeitpunkt und Ertrag. Daneben wurden erforderliche Registermerkmale (UPOV) für die Sortenunterscheidung, Krankheiten und die Winterfestigkeit erfasst.

Der Selektionsprozess ging vom Standort Darzau aus. In die Selektionsentscheidung flossen die ausgewerteten Daten der Vegetationsperiode 2011 und 2012 der beiden Standorte Darzau, und Frankenhausen und für 2013 die Ergebnisse aller Standorte ein. Die Getreidezüchtungsforschung Darzau stellte das Saatgut für die anderen Standorte zur Verfügung. Dies ermöglichte eine Prüfung der Nachkommenschaftslinien über mehrere Jahre und Standorte hinweg.

Neben der Durchführung der Ertragsprüfung wurde mit der Erhaltungszucht in Darzau begonnen, die ein wesentlicher Bestandteil der Sortenentwicklung ist. Zuchtstämme und Sorten

unterliegen einer ständigen Veränderung durch Einflüsse, die auf den Phänotyp und Genotyp einwirken. In der Erhaltungszucht werden die sortentypischen Eigenschaften von abweichenden Formen bereinigt.

Weiterhin wurden in der Getreidezüchtungsforschung Darzau die Arbeiten am „Zuchtgarten für jüngeres Material“ fortgeführt. Damit stehen nun zum Projektende weitere aussichtsreiche Kreuzungslinien zur Verfügung, aus denen neue Wintererbsenzuchtstämme selektiert werden können. Die Selektion der Linien erfolgte unter Berücksichtigung der durch das Projektvorhaben erlangten Erkenntnisse.

1.3.2 Projektteil Universität Kassel

Für die Prototypenentwicklung und die damit verbundene Beantwortung der Fragestellungen wurden in Frankenhausen die Wintererbsenzuchtstämme inkl. Vergleichssorten auf ihre Kombinationseignung mit einer Getreideart und zwei unterschiedlichen Ölfrüchten (Raps, Rübsen) geprüft sowie in ihren Eigenschaften beschrieben. Die Beurteilung der Kombinationseignung erfolgte ebenso wie in Darzau nach den Erfordernissen der landwirtschaftlichen Praxis und mit den gleichen Kriterien. Nach jeder Anbauperiode wurden die Selektionsentscheidungen im Hinblick auf die Fortführung der Nachkommenschaften in Absprache mit dem Projektpartner Darzau vorgenommen.

An ausgewählten Linien erfolgten die Analyse der Rohprotein- und Tanningehalte sowie die Trypsininhibitoraktivität der Wintererbsen. Die Rohproteinanalysen erfolgten bereits nach dem ersten Versuchsjahr (2011). Die Analyse der antinutritiven Inhaltsstoffe (Phenole, kondensierte Tannine und Trypsininhibitoraktivität) wurde aufgrund der hohen Kosten pro Einzelanalyse erst im dritten Versuchsjahr durchgeführt.

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Erbsen haben aufgrund ihrer Fähigkeit Luftstickstoff zu binden eine wichtige Bedeutung im ökologischen Pflanzenbau, da einer der größten Problembereiche in der N-Versorgung der Fruchtfolge liegt. In Versuchen mit Wintererbsen fiel i.d.R. die N_2 -Fixierleistung und auch damit einhergehend die N-Vorfruchtwirkung höher aus als bei Sommererbsen (Urbatzka et al. 2009a, Urbatzka et al. 2009b). Darüber hinaus wird diese Kulturpflanze aufgrund des hohen Nährstoffgehaltes als Nahrungs- und Futtermittel geschätzt. Hohe Protein- (24-27 % i.d. TM), Lysin- (15 % i. RP) und Energiegehalte machen Erbsenschrot oder -futttermehl zu einem wertvollen Konzentratfutttermittel für alle Nutztierarten. Eingeschränkt wird die Nutzung der buntblühenden Genotypen jedoch bei Monogastriern u.a. aufgrund von erhöhten Tanningehalten im Vergleich zu weißblühenden Erbsen (Urbatzka et al. 2009c). Dem gegenüber weisen Genotypen der Convarietät *speciosum* (buntblühend) im Anbau eine geringere Anfälligkeit für Krankheiten auf (Urbatzka unveröffentlichte Daten, Powell 1989, Weimar 1947). Weißblühende Winterkörnererbsen enthalten i.d.R. eine erhöhte Konzentration an Trypsininhibitoren (Urbatzka 2010, Muel et al. 1998, Leterme et al. 1993), die die Verfütterung an Monogastrier begrenzen.

Neben der Körnernutzung sind allgemein bedeutende Nutzungsaspekte der Erbse die Gewinnung der Wurzel- und Sprossmasse für Gründüngung, Grünfuttternutzung und Ganzpflanzensilage. Auf tendenziell trockenstressgefährdeten Standorten waren die Erbsenkornenerträge mehrerer genetischer Ressourcen von Wintererbsen (Griechische, Nischkes Riesengebirgs, Unrra, Württembergische) und der EU-Sorte EFB 33 im Gemengeanbau dem der Sommererbse Santana in Reinsaat überlegen, auf einem gut mit Nährstoffen und Wasser versorgten Standort Santana ebenbürtig (Urbatzka et al. 2008). Weiterhin fielen aufgrund deutlich höherer Gesamterträge der Winterungen und geringerer Arbeitserledigungskosten (v.a. Beikrautbekämpfungsmaßnahmen) auf beiden Standorten die Deckungsbeiträge je Hektar mindestens dreimal so hoch aus wie bei der Sommererbse in Reinsaat (Urbatzka 2009).

Ein Sortiment verschiedener Vergleichssorten, genetischer Ressourcen und Kreuzungen (s.o.) war für das vorliegende Projekt bereits vorhanden. Die Vergleichssorten stammen aus Zuchtprogrammen für Wintererbsen in Europa und den Vereinigten Staaten. Urbatzka et al.

(2008) evaluierten neben den genannten genetischen Ressourcen und der EFB 33 eine weitere normalblättrige und buntblühende Sorte (Assas) und zwei moderne Sorten (Cheyenne, Spirit) aus Frankreich auf ihre Verwendbarkeit unter ökologischen Anbaubedingungen in Reinsaat und im Gemengeanbau. Dabei zeigte sich, dass die Linien, die eine ausgeprägte Winterhärte aufwiesen, den genetischen Ressourcen und der EFB33 zuzuordnen sind. Die genetischen Ressourcen, Assas und EFB33 sind gekennzeichnet durch die Eigenschaften ausreichende Winterhärte (Ausnahme Assas), Vollblatt-Typ, buntblühend, hohe Pflanzenlänge, indeterminierter Wuchs und geringe Standfestigkeit. Die „modernen“ Sorten insbesondere aus Frankreich wiesen allerdings auch keine Vorteile auf, denn sie zeigten mangelnde Winterhärte und hatten trotz Kurzwüchsigkeit und Halbblattlosigkeit eine geringe Standfestigkeit. Weißblühende sind sie zwar erfahrungsgemäß vom Futterwert günstig, allerdings von der Krankheitsanfälligkeit höher einzustufen als buntblühende.

Der angestrebte morphologische Wuschtyp sollte eine hohe Frostresistenz und einen determinierten Wuchs haben, Konkurrenzstark, mittellangwüchsig sein und eine verbesserte Standfestigkeit aufweisen.

Insgesamt lassen die Eigenschaften der genetischen Ressourcen und die EFB33 eine Nutzung als Grünfütter, Silage oder Zwischenfrucht zu, aber nur eine eingeschränkte Nutzung als Körnerfüttererbse. Daher ist man gezwungen sie im Gemenge anzubauen. Jedoch fehlt es hier auch an ausreichenden Erfahrungen, da nur einzelne Ergebnisse zu Projektbeginn vorlagen wie z.B. der Anbau von EFB33 mit Winterroggen. Im Rahmen eines Forschungsprojektes hatten Urbatzka et al. (2008) gezeigt, dass aktuell unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus und der deutschen Klimaverhältnisse noch keine Wintererbsensorten für den Bereich der expliziten Körnernutzung verfügbar sind. Es konnte belegt werden, dass der Gemengeanbau zur Erhöhung der Ertragssicherheit bei den vorhandenen Wuchstypen beiträgt, da im Gemengeanbau Ertragsschwankungen der Gemengepartner kompensiert werden, die in Reinkultur voll zum Tragen kommen.

3 Fragestellung

Aus den dargestellten Erfahrungen sind als vorrangige Probleme für den Erbsenanbau die geringe Standfestigkeit der hochwüchsigen Genotypen und die Früh- bzw. Spätverunkrautung sowie ein erhöhtes Krankheitsrisiko abzuleiten, speziell für den Wintererbsenanbau die zum Teil geringe Winterfestigkeit. Standfestigkeit kann durch Selektion auf standfestere Halbblattlos-Typen, einen mittellangen Wuchs oder den Anbau im Gemenge erhöht werden. Die Reinkultur von Halbblattlos-Typen birgt ein höheres Verunkrautungsrisiko, deshalb ist hier für den ökologischen Landbau der Gemengeanbau ggf. zu bevorzugen. Damit wird angestrebt nicht nur die Beikrautkonkurrenz und Standfestigkeit zu verbessern, sondern auch das Risiko eines Ertragsausfalls und unter Umständen die Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen zu minimieren.

Ausgehend von den beiden unter 7.2 genannten Kernzielendes Projektes winterfeste, determinierte Pflanzentypen mit hoher Standfestigkeit zu züchten und ihre Kombinationseigenschaft für den Gemengeanbau im Ökologischen Landbau zu überprüfen, ergaben sich folgende Fragestellungen aus züchterischer und pflanzenbaulicher Perspektive

1. Züchterische Fragestellungen

- Welche der vorhandenen Linien sind besonders winterhart? Welchen Einfluss haben die Anbauform oder morphologische Eigenschaften auf die Winterhärte? Können die Ergebnisse der Feldversuche auf Überwinterungsleistung und Frostresistenz unter kontrollierten Bedingungen (Klimakammer) nachvollzogen und verbessert werden?
- Zeigen die Genotypen Unterschiede im Feldaufgang? Haben die Blütenfarbe und damit der Gehalt an Tanninen einen Einfluss auf den Feldaufgang? Hat die Anbauform einen Einfluss auf den Feldaufgang?
- Welche Genotypen weisen eine hinreichende Standfestigkeit auf und wird die Standfestigkeit im Gemengeanbau im Vergleich zur Reinsaat verbessert? Hat der Blatttyp einen Einfluss auf die Standfestigkeit?

- Wie hoch ist der absolute und relative Erbsen- und Gesamtkornertrag der Genotypen in den verschiedenen Anbauformen?
- Welche Empfehlungen können aus den erhobenen Merkmalen und den Kombinationseigenschaften für zukünftige Selektionsentscheidungen abgeleitet werden?
- Können aus dem Sortiment der Nachkommenschaftslinien im Vergleich zu den genetischen Ressourcen in ihren Eigenschaften und ihrer Kombinationseignung verbesserte Wintererbsenlinien gefunden werden?

2. Pflanzenbauliche Fragestellungen

- Können bestimmten morphologischen Eigenschaften der Erbse wie Blütenfarbe, Blatttyp, Pflanzenlänge bestimmte Kombinationseignungen mit den Gemengepartnern (Triticale, Weizen, Roggen, Raps und Rüben) oder in Reinsaat zugeschrieben werden?
- Wie hoch ist die Konkurrenzfähigkeit der Genotypen gegenüber den Gemengepartnern und Beikräutern im Gemengeanbau bzw. der Reinsaat? Gibt es Unterschiede für die Blatttypen im Deckungsgrad?
- Welche Genotypen bzw. Blatttyp- und Blütenfarbe Kombinationen können im Hinblick auf Reifezeit und Entwicklungsstadien (BBCH) mit welcher Wintergetreideart und welcher Winteröfrucht im Gemengeanbau kombiniert werden?

Außerdem wurde noch den Fragen nachgegangen inwieweit Symptome wie Nekrosen an den Blättern, Stängeln bzw. Hülsen oder Welkeerscheinungen der Pflanzen als Anzeiger für eine unspezifische Charakterisierung der Krankheitsanfälligkeit der Genotypen herangezogen werden können, ob es dabei differenzierbare Unterschiede im Vorkommen und der „Befallsstärke“ der verschiedenen Linien sowie der Anbauform gibt und ob diese auf morphologische Eigenschaften der Genotypen zurückgeführt werden können?

Aspekte der Futterwertesigenschaften der Linien wurden unter dem Blickwinkel der Eignung für die Monogastrierfütterung mit zwei Fragen nachgegangen:

1. Unterscheiden sich die Genotypen im Gehalt an Rohprotein? Gibt es dabei Unterschiede vom Gemengeanbau zur Reinkultur?
2. Wie hoch ist der Gehalt an Polyphenolen, Tanninen und der Trypsininhibitoraktivität?

Zur Klärung der Fragen war es von großem Vorteil, dass auf den vielfältigen phänotypischen Pool der Getreidezüchtungsforschung Darzau mit unterschiedlichsten Kombinationen der Eigenschaften zurückgegriffen werden konnte, wie zum Beispiel: kurze und lange Wuchsformen als Halbblattlos-Typen oder Vollblatt-Typen, die wiederum weißblühend und buntblühend vorkommen. An den o.g. Fragen ausgerichtet, konnte im Rahmen des Projektes über die 4 Standorte damit die Selektion der vorteilhaftesten Prototypen im Vergleich zur Referenzsorte EFB33 vorgenommen und auch die Weitervermehrung systematisch organisiert werden.

Zur Veranschaulichung sind nachfolgend die Selektionskriterien und die Merkmale aufgelistet, die zur Unterscheidung der Linien sowie der morphologischen Eigenschaften in Kombination mit den verschiedenen Gemengepartnern und der Reinsaat erhoben wurden (Tabelle 1). In der Ergebnisdarstellung werden diese Merkmale für jeden Standort untersucht und in einem weiteren Schritt zusammengeführt, um die konkreten Fragestellungen zu beantworten.

Tabelle 1: Selektionskriterien und die dafür erfassten Merkmale

Selektionskriterium	Erfasstes Merkmal
Feldaufgang	Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter
Überwinterungsleistung bzw. Frostresistenz	Verhältnis von Pflanzen vor Winter zu Pflanzen nach Winter

	Überlebensneigung (Disposition to survive), Wiederaufwuchs, Turgordruck und Blattverfärbung im Klimakammerversuch		
Blatttyp – Blütenfarbe – Pflanzenlänge – Kombinationen	Feldaufgang – Überwinterung		
	Bodendeckung		
	Standfestigkeit		
	Ertrag – Ableitung für Konkurrenzwirkung gegenüber Beikräutern und dem Gemengepartner		
	Rohprotein		
Standfestigkeit im Gemenge und Reinsaat	Bestandshöhe		
	Pflanzenlänge		
Determinierte Pflanzentypen	Erfassung der BBCH-Stadien		
	Bonitur der Abreife und des Hülsenplatzen		
Gemengeeignung für Winterroggen, Winterweizen, Wintertriticale, Raps und Rübsen und Reinsaat	Verzweigungsgrad (DAR)		
	Bestandshöhe – Pflanzenlänge		
	Konkurrenzfähigkeit	Erfassung der Bodenbedeckungsgrade der Genotypen und Gemengepartner im Gemenge und der Reinsaat	
		Blatttyp – Pflanzenlänge	
		Ertrag der Gemengepartner	
		Saatstärkenversuch	
Blüh- und Reifezeitpunkte	BBCH-Stadien		
Nekrotisierungsgrad und Welkeerscheinungen	Schätzung der unspezifischen Nekrotisierung und Welkeerscheinungen als Anzeiger für Krankheitsbefalls an der Wurzel, Stängel, Blättern und Hülsen, sowie der Läsionsausprägung am Stängelgrund (DIT)		
Ertrag und Qualität	Masseertrag dt pro ha, TKM		
	Ertragsstruktur (DAR)	Körner pro Hülse	
		Anzahl Hülsen pro Stängel	
		basale Verzweigung	
		Anzahl Internodien bis 1. Blüte	
	Rohprotein		
Antinutritive Inhaltsstoffe			

4 Material und Methoden

Nachfolgend werden die Standorte, die Versuchsanlage, -durchführung und -auswertung sowie die erhobenen Merkmale erläutert.

4.1 Standorte

Tabelle 2: Beschreibung der Standorte - Bodenkennzahlen, Vorfrüchte, Aussaattechnik, Parzellengröße, Aussaat- und Erntezeiten

Standort	Darzau			Frankenhausen			Trenthorst	Ditloffsroda
	2011	2012	2013	2011	2012	2013	2013	2013
Schlag	Zietels	Birnenbaum	Kataminer Wohld	Schmalenbeck	Holzbeck	Totenhof	Düsternbrook	Steingrund
GPS-Koordinaten	53.21;10.83			51.41,9.43			53.79,10.53	50.15, 9.77
Höhenlage ü NN [m]	60	60	60	210	220	210	40	300
Bodenart	IS, h	IS, h	IS, h	Ut3	Ut3	Ut4	sL	sL
ph-Wert	5.6	5.8	5.9	6.7	6.7	6.6	6.7	6.6
P2O5 [mg/kg, 0-30cm]	130	110	110	124	143	60	210	160
Humus [%]	2	2	1.6		1		1.9	
K2O [mg/kg, 0-30cm]	52	60	80	49	130	80	190	210
Mg [mg/kg, 0-30cm]	55	65	58	109	92	60	260	
Nmin [kgN/ha 0-30cm]				35	23	39	35.6	
Smin [kgS/ha]	4							
Vorfrucht	S-Gerste	W-Weizen	Hafer	Hafer	W-Weizen	W-Weizen	W-Weizen	Dinkel
Vorvorfrucht	W-Roggen	Möhren	Möhren	W-Weizen	Rote Beete	Möhren	Mais	Hafer
Aussaat	Breitsaat			Alternierend			Alternierend	Breitsaat
Reihenabstand [cm]	19.5	19.5	19.5	18.75	18.75	18.75	12.5	12.5
Größe Erntefläche [m ²]	6	6	6	5.25	5.25	5.25	7.875	15
Aussaat	17. Sep	17. Sept.	26. Sept.	22. Sept.	21. Sept.	19. Sept.	28. Okt.	18. Okt.
Ernte	22. Jul.	Ausfall	6. Aug.	15. Aug.	13. Aug.	10. Aug.	6. Aug.	9. Aug.

4.2 Witterung

Darzau 2011

Nach einem anfänglich schneereichen Winter, folgte Anfang März eine Kahlfrösterperiode mit einer Temperaturspanne von -7 in der Nacht bis +7°C am Tag, welche zu einer starken Differenzierung der Linien im Merkmal Winterhärte führte. Ein weiteres Extremereignis war die 6-wöchige Trockenperiode von Mitte April bis Ende Mai, welche nur von einigen sich schnell verflüchtigen Niederschlägen unterbrochen wurde (Abbildung 1).

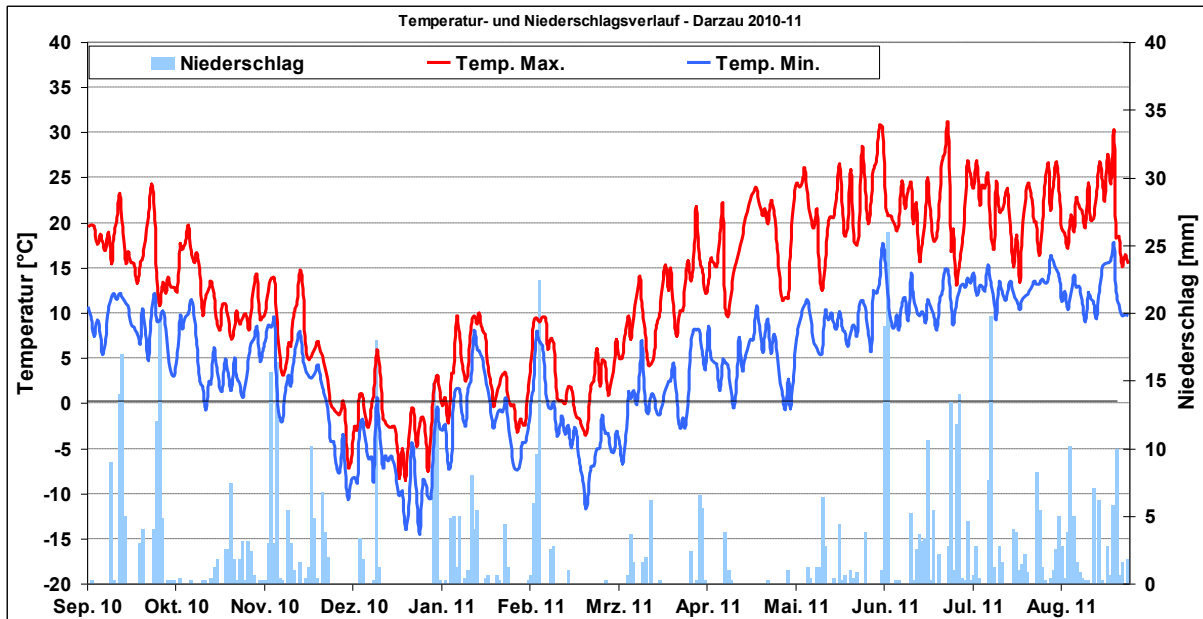


Abbildung 1: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2010 bis Aug. 2011 am Standort Darzau (Daten: eigene Wetterstation)

Darzau 2012

Besonders ist die Kahlfröstoperioden von Ende Januar bis Mitte Februar zu nennen (Abbildung 2), die dazu führte, dass die Wintererbsen auf dem Standort Darzau bis auf wenige Pflanzen komplett abfroren.

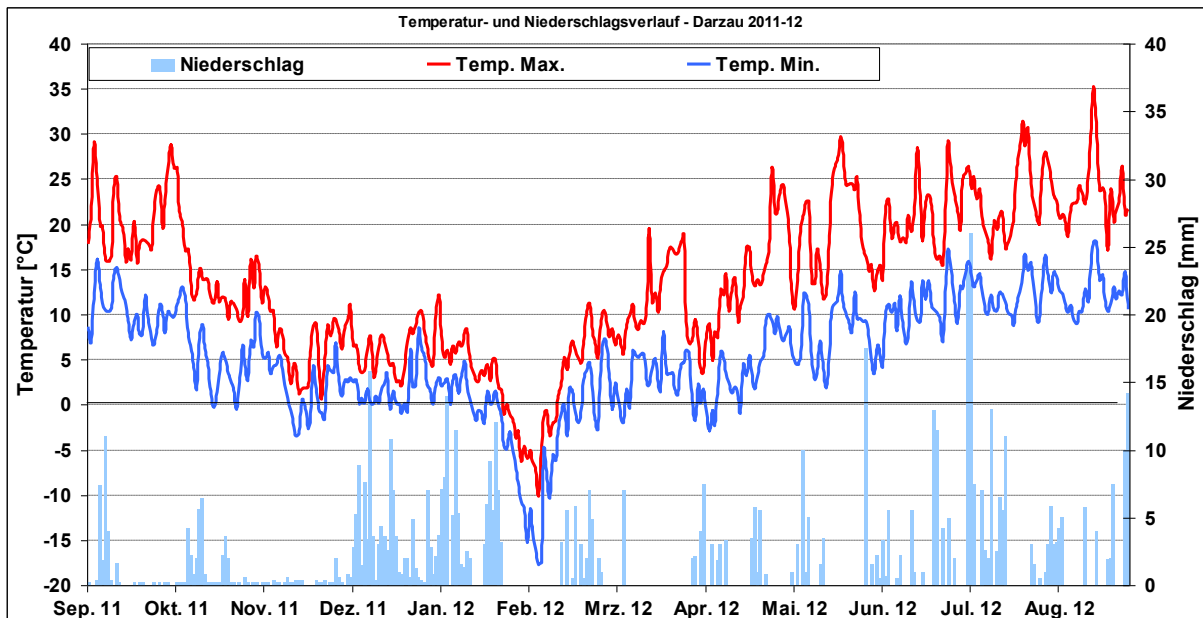


Abbildung 2: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2011 bis Aug. 2012 am Standort Darzau (Daten: eigene Wetterstation)

Darzau 2013

Obwohl im Winter 2012/13 mehrere Frostperioden mit Minusgraden bis zu -13 Grad vorkamen (Abbildung 3), gab es keine Auswinterungen bei den Erbsen. Vor jeder Frostperiode legte sich eine schützende Schneedecke auf die Erbsen.

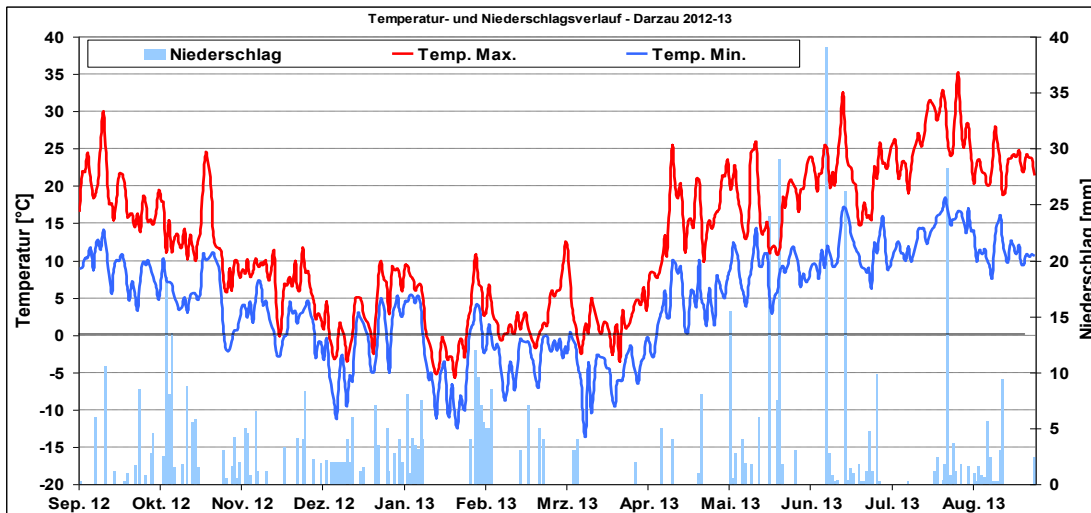


Abbildung 3: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2012 bis Aug. 2013 am Standort Darzau (Daten: eigene Wetterstation)

Frankenhausen 2011

Mehrere Phasen mit sehr niedrigen Minimaltemperaturen (unter 0°C), vor allem im Dezember, aber auch Anfang und Ende Januar und Februar, und noch einmal wiederholt im März stellten eine Prüfung für die Winterhärte der Wintererbsen dar. Die Niederschlagsmenge im Versuchszeitraum 2010/11 war außergewöhnlich gering (Abbildung 4).

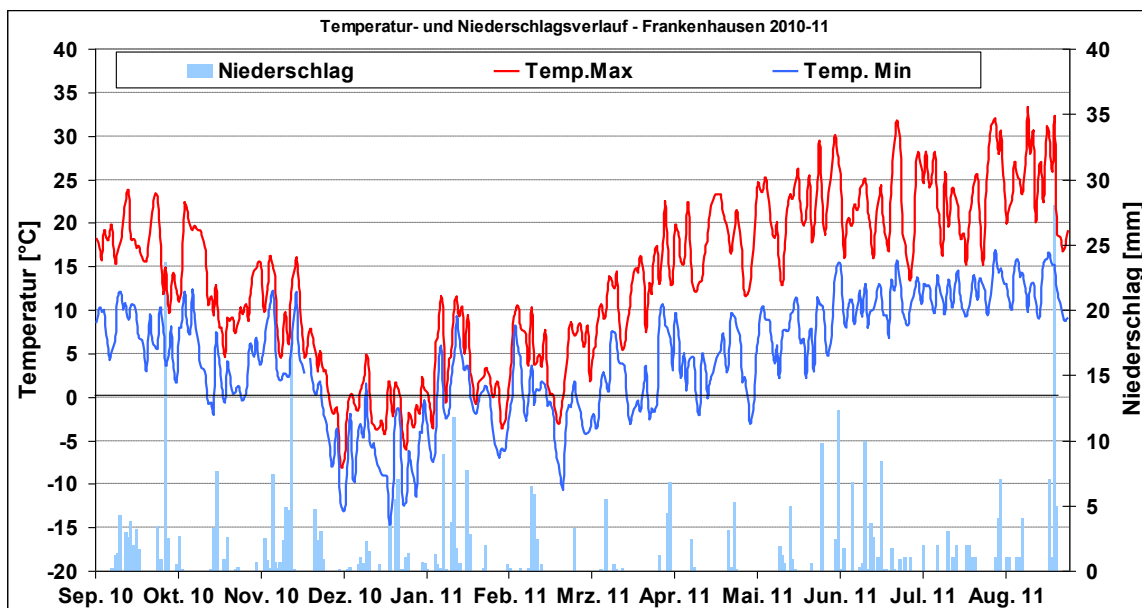


Abbildung 4: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2010 bis Aug. 2011 am Standort Frankenhausen (Daten: Wetterstation Frankenhausen und Kassel Calden)

Frankenhausen 2012

Starke Frostereignisse ohne Schneeeauflage mit Tiefsttemperaturen bis zu -18°C im Zeitraum Mitte Januar bis Mitte Februar (Abbildung 5).

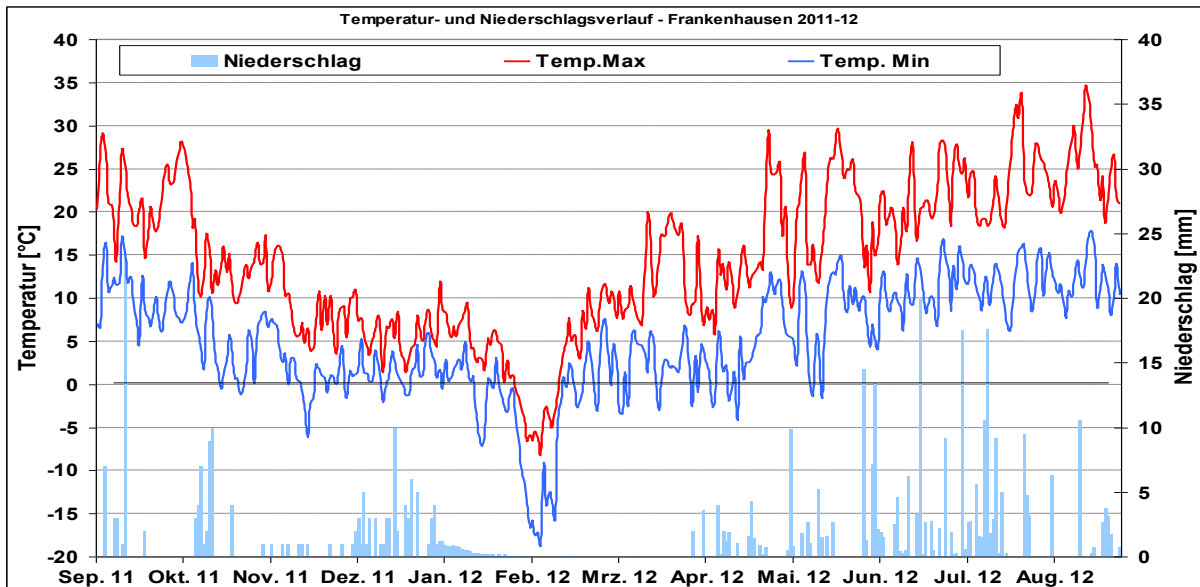


Abbildung 5: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2011 bis Aug. 2012 am Standort Frankenhausen (Daten: Wetterstation Frankenhausen und Kassel Calden)

Frankenhausen 2013

Ebenso wie in Darzau war der Winter von mehreren Frostperioden geprägt, welche auf dem Standort Frankenhausen Ausschläge bis zu -18°C aufwiesen (Abbildung 6). Auch hier waren die Erbsen durch eine Schneedecke geschützt, lediglich vor der letzten Frostperiode war der Schnee schon geschmolzen, so dass Genotyp-abhängig Frostschäden auftraten.

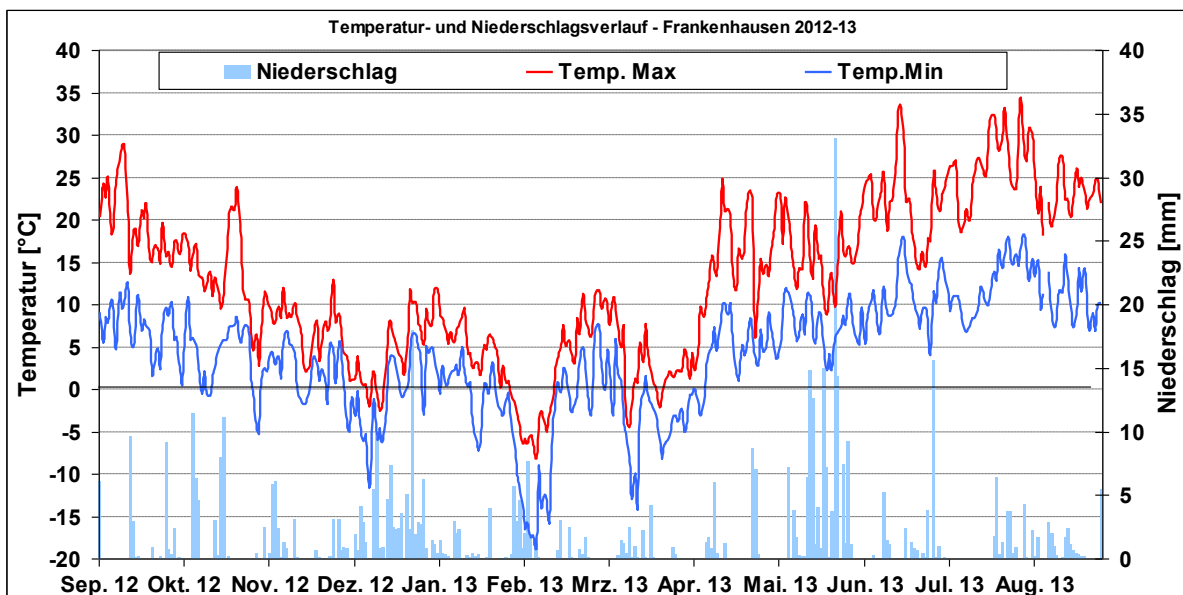


Abbildung 6: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe) und Niederschläge von Sept. 2012 bis Aug. 2013 am Standort Frankenhausen (Daten: Wetterstation Frankenhausen)

Trenthorst und Ditlofsroda 2013

Vergleichbar zu den anderen Standorten traten auch in Trenthorst und Ditlofsroda mehrere Frostperioden von Ende Dezember bis Anfang April mit Tiefstwerten bis -13 bzw. -17°C auf (Abbildung 7 und Abbildung 8). Auf beiden Standorten waren die Erbsen durch Schnee geschützt. Die hohen Niederschläge Mitte Mai führten auf dem Standort Trenthorst zu Staunässe, wodurch die Erbsen geschädigt wurden.

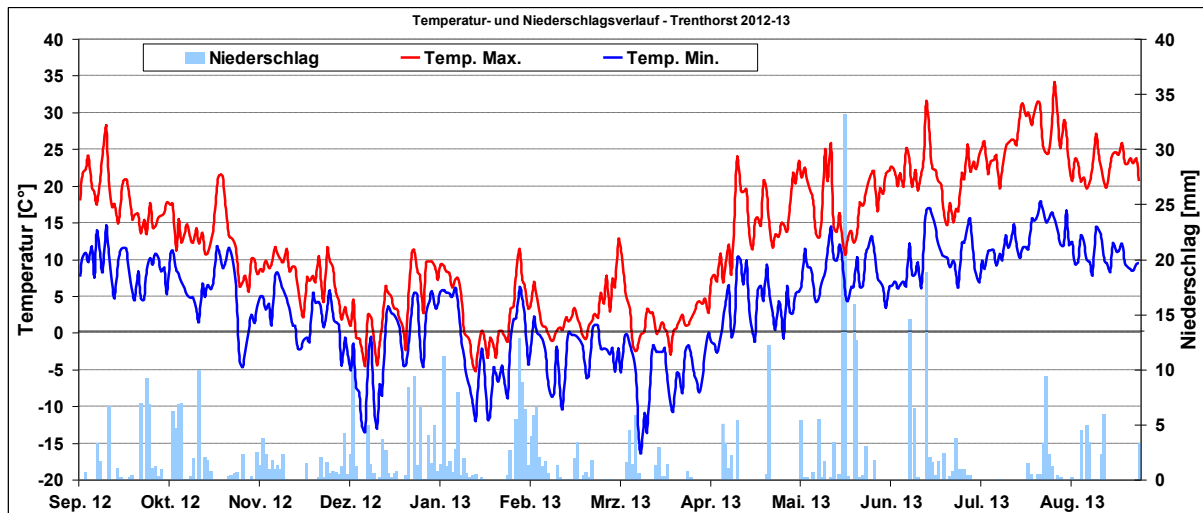


Abbildung 7: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe gemessen) und Niederschläge von September 2012 bis August 2013 am Standort Trenthorst (Daten: DWD – Station Lübeck)

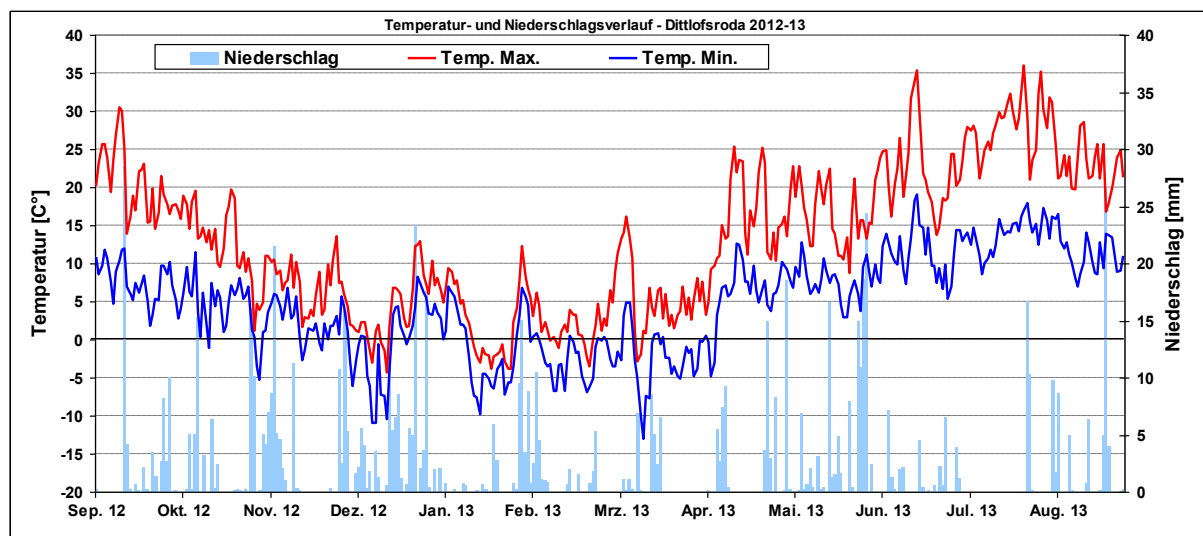


Abbildung 8: Minimale und maximale Tagestemperatur (2m Höhe gemessen) und Niederschlagsdaten von Sept. 2012 bis Aug. 2013 auf dem Standort Ditlofsroda – (Daten: DWD – Station Steinfeld)

4.3 Versuchsanlage und -durchführung

Der Versuche gliederten sich in den Teil **Ertragsprüfungen** zur Prüfung der Genotypen und deren morphologischen Eigenschaften und den Teil **Zuchtgarten** auf, der zur Erhaltung und Vermehrung der als anbauwürdig befundenen Genotypen sowie zur Vorselektion der nächsten Nachkommenschaftslinien diente. Die untersuchten Merkmale werden im Kapitel - 4.4 Merkmalerfassung - erläutert. .

4.3.1 Ertragsprüfungen

Die **Ertragsprüfungen** wurden auf den Standorten Darzau, Frankenhausen, Trenthorst und Ditlofsroda durchgeführt. Die Ertragsprüfungen auf den Standorten Darzau und Frankenhausen erfolgten über den gesamten Projektzeitraum (2011 bis 2013). Zur Prüfung des in 2011 und 2012 vorselektierten Materials aus Darzau wurden die Standorte Trenthorst und Ditlofsroda im Jahr 2013 hinzugenommen. In der Regel wurden die Versuche ein- oder zweifaktoriell mit den Faktoren Genotyp und Anbauform (d.h. in Reinsaat oder Gemenge) in 4-facher Wiederholung angelegt. Die Bezeichnung Anbauform wird analog zur Bezeichnung Gemenge/Reinsaat verwendet. Eine Übersicht über die Anlage der Versuche gibt Tabelle 3.

Tabelle 3: Standorte und Versuchsanlagen

Standort	Kürzel	Jahr	Name	Versuchs-anlage	Faktoren	Anbauformen
Darzau	DAR11_L DAR12_L DAR13_L	2011 2012 2013	Linien- versuch	vollständig randomisiert	Genotyp	Reinsaat und Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen
Franken- hausen	DFH11_L DFH12_L DFH13_L	2011 2012 2013	Linien- versuch	Spaltanlage	Genotyp / Anbauform	Reinsaat und Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen
	DFH12_H DFH13_H	2012 2013	Herkünfte- versuch	vollständig randomisiert	Genotyp	Gemenge mit Triticale
	DFH12_S DFH13_S	2012 2013	Saatstärken- versuch	vollständig randomisiert	Genotyp / Saatstärke	Gemenge mit Triticale
Trenthorst	TRE13_L	2013	Linien- versuch	vollständig randomisiert	Genotyp / Anbauform	Gemenge mit Triticale „Agostino“ (kurz) und „Benetto“ (lang)
Ditlofsroda	DIT13_L	2013	Linien- versuch	vollständig randomisiert	Genotyp	Gemenge mit Triticale

4.3.2 Untersuchte Genotypen – Standorte und Jahre

Es sollten alle Genotypen auf beiden Standorten in den standortspezifischen Anbauformen geprüft werden. Damit sollten einerseits genügend Daten zu den Kombinationseigenschaften der Genotypen bzw. Blatttyp- und Blütenfarbentkombinationen vorhanden sein und andererseits die Anbaueignung der Genotypen als solche abgeschätzt werden können. Jedoch konnten aufgrund der begrenzten Parzellenanzahl und des limitierten Züchtersaatgutes nicht alle Genotypen in allen Anbauformen geprüft werden. Die Genotypen wurden daher auf die Anbauformen aufgeteilt. Eine Auflistung der geprüften Genotypen, der Prüfumwelten und der Blatttyp-Blütenfarbentkombinationen findet sich in Tabelle 4.

Im Erntejahr 2011 wurden 35 Genotypen in den Linierversuchen in allen Anbauformen auf den Standorten Darzau – Reinsaat, Roggen, Triticale und Weizen (DAR11_L) – und Frankenhausen – Reinsaat, Raps, Triticale und Rübsen (DFH11_L) – getestet. Die Anzahl der Genotypen wurde nach den Versuchsergebnissen des ersten Versuchsjahrs 2011 auf 16 Genotypen beschränkt. In den Jahren 2012 und 2013 wurden auf dem Standort **Darzau** im **Linierversuch** 12 Genotypen plus 4 genetische Ressourcen bzw. Sorten überprüft (44F1, 28A4, 28C3, 28D6, 28L1, 28P1, 28I1, 28I3, 28A1, 28C1, 28D7 und 28Q2 sowie EFB33,

Nischkes Riesengebirgs, Württembergische und Griechische in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen) (DAR12_L, DAR13_L) (Tabelle 4).

Am Standort **Frankenhausen** waren es im **Linienversuch** 8 Genotypen (44F1, 28A4, 28C3, 28D6, 28L1, 28P1, 28I1, 28I3) sowie EFB33 als Referenz in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale, Raps und Rüben (DFH12_L, DFH13_L). Im **Herkünfteversuch** (DFH12_H, DFH13_H) in Frankenhausen wurden 4 weitere Genotypen – 28A1, 28C1, 28D7 und 28Q2 - und die Herkünfte Griechische, Nischkes Riesengebirgs, Württembergische sowie die Referenzsorte EFB33 nur im Gemenge mit Triticale geprüft. Zusätzlich wurde am gleichen Standort aufgrund starker Konkurrenzeffekte der Triticale im Anbaujahr 2011 ein **Saatstärkenversuch** (DFH12_S, DFH13_S) in den Jahren 2012 und 2013 angelegt, um den Effekt der Saatstärke nachzuvollziehen. Hierfür wurde die Aussaatstärke der Erbsen und der Triticale variiert. Für den Saatstärkeversuch wurde exemplarisch ein mittelhoher, halbblattloser Genotyp (D6) und ein kurzer, vollblättriger Genotyp (P1) verwendet (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4).

Für die Standorte **Trenthorst** und **Ditloffsroda** wurden im Linienversuch die 12 genannten Genotypen und die Referenz EFB33 verwendet (Tabelle 4) (TRE13_L, DIT13_L)

Tabelle 4: Auflistung der geprüften Genotypen, der Blattpyp-Blütenfarbekombination und die Standorte sowie Anbauformen in welchen die Genotypen geprüft wurden.

Blattyp und Blütenfarbe	Genotypen	DAR13_L	DFH11_L Reinsaat	DFH11_L Raps	DFH11_L Triticale	DFH11_L Rübsen	DAR12/13_L	DFH12/13_L	DFH12/13_H	DFH12/13_S	TRE13_L	DIT13_L
hb	44D2	x	x		x							
hb	44F1	x	x		x		x	x			x	x
hb	44F3	x		x		x						
hw	13A1	x		x		x						
hw	13B1	x		x		x						
hw	13C1	x		x		x						
hw	13D1	x		x		x						
hw	13D4	x	x		x							
hw	13O1	x		x		x						
hw	28A1	x		x		x	x		x		x	x
hw	28A4	x		x		x	x	x			x	x
hw	28C1	x		x		x	x		x		x	x
hw	28C3	x		x		x	x	x			x	x
hw	28D5	x	x		x							
hw	28D6	x		x		x	x	x		x	x	x
hw	28D7	x		x		x	x		x		x	x
vb	14A2	x	x		x							
vb	21-B	x		x		x						
vb	28F5	x		x		x						
vb	28L1	x		x		x	x	x			x	x
vb	28P1	x		x		x	x	x		x	x	x
vb	28R2	x		x		x						
vb	41-B	x		x		x						
vb	42-B	x		x		x						
vb	EFB33	x	x		x		x	x	x			x
vb	Griechische	x	x		x		x		x			
vb	Nischkes	x			x		x		x			
vb	Württembergische	x	x		x		x		x			
vw	28-E1	x	x		x							
vw	28F3	x	x		x							
vw	28H2	x	x		x							
vw	28I1	x		x		x	x	x			x	x
vw	28I3	x		x		x	x	x			x	x
vw	28N2	x	x		x							
vw	28Q2	x		x		x	x		x		x	x

4.3.3 Aussaatstärken

Darzau 2011 bis 2013

In den Versuchen DAR11_L bis DAR13_L wurden die Erbsen jeweils in Reinsaat mit 80 Körner/m² und im Gemenge mit 40 Körnern/m² angebaut, was standorttypischen Aussaatstärken für die Reinsaat der Erbsen entspricht; bei den Getreidearten wurde analog verfahren und für Roggen (Sorte: Lichtkornroggen) 250 Körner/m², Triticale (Sorte: Benetto) 300 Körner/m² und Weizen (Sorte: Govelino) 350 Körner/m² gewählt. In den Gemengen wurden die halben Aussaatstärken der Reinsaat verwendet. Die Gemenge wurden als substitutive Gemenge zusammengestellt.

Frankenhausen 2011 bis 2013

Die Aussaatstärken für die Linierversuche DFH11_L bis DFH13_L, den Herkunftsversuch sowie die Saatstärkenversuch DFH12_S bis DFH13_S sind in Tabelle 5 aufgelistet. In Frankenhausen wurde die Triticale im Jahr 2011 erst mit 150 Kö/m² ausgesät. In den Jahren 2012 und 2013 jedoch auf 100 Kö/m² wegen hoher Konkurrenzeffekte zurückgenommen. Aufgrund der hohen Auswinterungsverluste des Rapses wurde dessen Aussaatstärke von 40 kf. Kö/m² auf 80 kf. Kö/m² in der Reinsaat und im Gemenge erhöht (Tabelle 5).

Tabelle 5: Aussaatstärken der Erbsen in Reinsaat und der Gemengepartner in den Versuchen in Frankenhausen von 2011 bis 2013

Versuch und Jahr	Anbauform	Erbsen	Raps „Visby“	Triticale „Benetto“	Rübsen „Largo“
DFH11_L	Reinsaat	80	40	300	90
	Gemenge mit Raps	40	20		
	Gemenge mit Triticale	40		150	
	Gemenge mit Rübsen	40			45
DFH12_L/13_L	Reinsaat	80	80	300	90
	Gemenge mit Raps		80		
DFH12/13_H_	Gemenge mit Triticale			100	
	Gemenge mit Rübsen				45
Saatstärkenversuch 2012/2013	Reinsaat D6 und P1	80			
	D6 und P1 im Gemenge mit Triticale	40		75	
		60		150	

Trenthorst und Ditlofsroda 2013

Für die Gemenge-Versuche der Standorte Trenthorst und Ditlofsroda (TRE13_L, DIT13_L) betrug die Erbsenaussaatstärke für Erbsen 40 Kö/m² und für die Triticale 100 Kö/m².

4.3.4 Zuchtgarten

Im Zuchtgarten in Darzau wurden die Genotypen, die in der Ertragsprüfung getestet wurden, mittels Einzelhülsennachkommenschaften in mehreren 2.5 m² Parzellen in ihrem jeweiligen Sortenbild erhalten und von Aufspaltungen bereinigt. In 2011 wurde für 34 Genotypen im Zuchtgarten die Erhaltung aufgebaut (Tabelle 4). Ab 2012 wurden nur noch die Linien 44F1, 28A4, 28C3, 28D6, 28L1, 28P1, 28I1, 28I3, 28A1, 28C1, 28D7 und 28Q2 sowie die genetischen Ressourcen Nischkes Riesengebirgs, Württembergische und Griechischen in die Erhaltung übernommen (Tabelle 4).

Neben den Linien wurden neue Kreuzungsnachkommenschaften ab dem F3-Stadium in Linienzucht weitergeführt und vorselektiert. Diese Nachkommenschaften sind aus Kreuzungen der Sorten bzw. genetischen Ressourcen entstanden. Die Kreuzungseltern waren: EFB33 x Griechische, EFB33 x Windham, EFB33 x Lucy, Griechische x Windham, Champagne x Windham und Lucy x Windham. Diese F3 Nachkommenschaften wurden gleichzeitig in Frankenhausen im Ramsch weitergeführt. Dabei wurde aber nur nach der Kornfarbe der Kreuzungsnachkommenschaften ausgesät und dadurch eine Selektion vorgenommen wurde.

4.4 Merkmalerfassung

Nachfolgend werden die Merkmale und deren Erhebungsart aufgelistet. Die Zählungen, Messungen bzw. Bonituren wurden aufgrund der unterschiedlichsten Witterungsereignisse.

und den Erfordernissen der Selektion nicht gleichmäßig in allen Jahren auf allen Standorten durchgeführt. Daher sind nicht alle Merkmale auf allen Standorten und in allen Jahren erhoben wurden.

4.4.1 Feldaufgang

Für die Bestimmung des Feldaufgangs wurden in Abständen von ca. 6 bis 8 Wochen zum Aussaatzeitpunkt in unterschiedlichen Reihen insgesamt 4m einer Parzelle gezählt und markiert. So konnte der absolute Wert Feldaufgang pro Quadratmeter bestimmt werden und die Abweichung zum Mittelwert des Feldaufgangs aller Genotypen in einer Anbauform bzw. eines Standortes berechnet werden. Aus dem Verhältnis der berechneten Aussaatmenge pro Quadratmeter zur Anzahl aufgegangener Erbsen pro Quadratmeter wurde der prozentuale Feldaufgang berechnet. Am Standort Darzau erfolgten in allen Versuchen der Saison 10/11, 11/12 und 12/13 die Zählungen am 29.10.2010, 18.10.2011 bzw. 15.11.2012. Analog wurden die Zählungen an den Standorten Frankenhausen (19.11.2010, 15.11.2011, 16.11.2012), Trenthorst (8.02.2013) und Dittlofsroda (31.12.2012) durchgeführt.

4.4.2 Überwinterungsrate und Ermittlung der Frostresistenz

Überwinterung im Feld

Zur Bestimmung der Überwinterungsrate der Genotypen wurde im Frühjahr zu Vegetationsbeginn in den von der Feldaufgangszählung markierten Reihen gezählt. Aus dem Verhältnis Anzahl Pflanzen vor dem Winter und der Anzahl Pflanzen nach dem Winter wurde die prozentuale Überwinterungsrate errechnet. Da die Differenzierung durch die Zählung in Darzau in der Saison 2012/13 nicht möglich war, wurde eine Bonitur Mängel im Stand nach Winter nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (BSA 2000) durchgeführt. Am Standort Darzau erfolgten in allen Versuchen der Saison 10/11, 11/12 und 12/13 die Zählungen am 19.04.2011 und 15.04.2013 (in der Saison 11/12 kam es in Darzau zu totalen Auswinterungsschäden). Analog wurden die Zählungen an den Standorten Frankenhausen (01.04.2011, 17.04.2012, 22.04.2013), Trenthorst (15.05.2013) und Dittlofsroda (03.04.2013) durchgeführt.

Frostresistenz in der Klimakammer

Die Klimakammererhebungen wurden in den beiden Jahren unterschiedlich durchgeführt, weil das Versuchsprotokoll zwar für Ackerbohnen etabliert war, jedoch an Erbsen noch nicht getestet wurde. Im ersten Jahr wurden 8 Frostperioden mit Temperaturen von -6 bis -18° C durchgeführt. Im zweiten Jahr wurden 4 Frostperioden hintereinander mit tieferen Eingangs- und Endtemperaturen und im Abstand von 21 Tagen nochmals 2 Frostperioden verwendet: Die Spanne reichte jeweils von -18 bis -22°C. Mit den Klimakammertests sollte unter anderem untersucht werden, ob die Überwinterungsergebnisse aus dem Freiland mit den Frostresistenzen unter kontrollierten Bedingungen korrelieren. Daher wurde das Saatgut, welches im Freiland verwendet wurde, auch für die Klimakammerversuche verwendet. Das Erntegut beider Standorte wurde gemischt und dann wieder im Ramsch als Saatgut auf die beiden Standorte aufgeteilt. Somit unterlag das Saatgut einer natürlichen Selektion auf Frostresistenz im Winter in Darzau und Frankenhausen.

Klimakammerversuch 2011

Am 14.09.2011 wurden die Wintererbsen in Töpfe gesät (pro Topf sechzehn Erbsenkörner bei zwei Wiederholungen). Am 30.09.2011 wurden die Töpfe auf 80% Wasserkapazität angegossen und in eine 4m²-Vötsch-Klimakammer (VB4018 extra) gestellt. Zwischen dem 10. und dem 20.10. 2011 wurden jeweils für 4h die in Abbildung 9 eingetragenen Temperaturen erreicht.

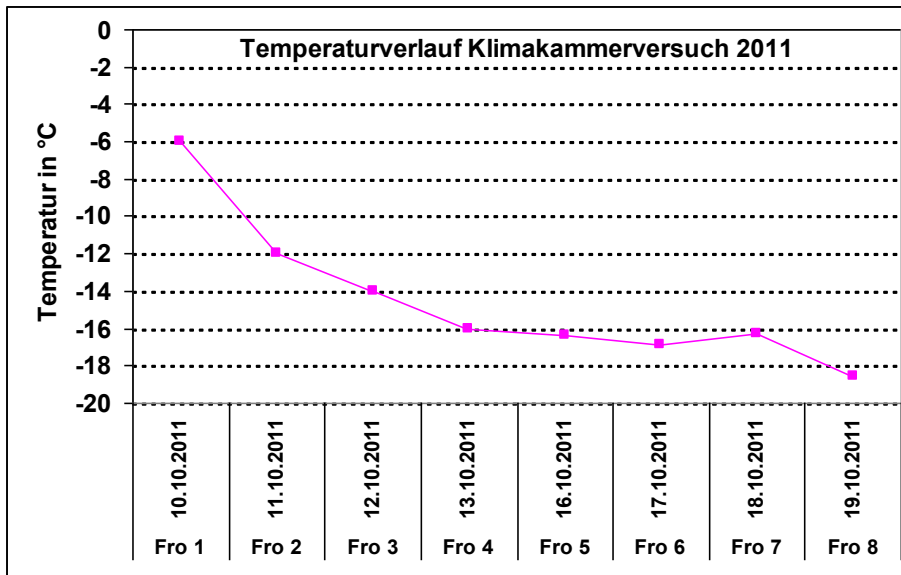


Abbildung 9: Temperaturverlauf in der Klimakammer 2011

Aus Mangel an Plätzen für Töpfe in der Klimakammer wurde auf die Herkünfte Nischkes Riesengebirgs und Griechische verzichtet und aufgrund von Mangel an Saatgut wurden die Genotypen 28N2 und 44F1 nicht geprüft und durch die Genotypen 28A4 und 28C3 ersetzt.

Zur Bonitur des Turgors wurde folgendes Boniturschema mit 4 Klassen verwendet: 1: gesund, 2: Blätter leicht hängend, Haupttrieb fühlbar schlapp, einzelne + jüngste Blätter eingerollt, 3: alle Blätter ziemlich hängend oder Stängel abgeknickt, 4: Stängel schlaff hängend. Zur Bonitur der Färbung der Blätter wurde ebenfalls ein Schema mit 4 Klassen angewandt: 1= keine Verfärbung, 4= ganze Pflanze schwarz, grau, braun oder alle Blätter mit Farbabweichungen: glasig, gelbe o. weiße Flecken, gelbe Blattadern, Blattunterseite rötlich oder glasig.

Am 20.10.2011 wurden die Töpfe nach draußen gestellt. Am 24.10. wurden die Pflanzen bonitiert (Turgor und Färbung) und am zweiten Nodium abgeschnitten um die Frischmasse der Genotypen zu bestimmen.

Anschließend standen die Töpfe bis zum 10.11.2011 bei mindestens 6°C unter Dach, gefolgt von einer weiteren Phase bis zum 21.11. unter kontrollierten Bedingungen mit erhöhten Temperaturen (14 h-Tag bei ~20°C, 10h-Nacht bei 10°C), da höhere Temperaturen für einen zügigeren Wiederaufwuchs sorgen und somit eine bessere Differenzierung erlauben. Am 21.11.2011 wurde der Wiederaufwuchs der Erbsenpflanzen abgeschnitten und gewogen. In der Folge wurden die Pflanzen regelmäßig bonitiert, um eventuell erst später absterbende Pflanzen bei der Bewertung der Frosthärte berücksichtigen zu können. Aus der Anzahl „Tage nach dem letzten Frostereignis bis zum Absterben der Pflanzen“ wurde der gewichtete mittlere Todestag (nicht in allen Töpfen sind alle sechzehn Samen aufgegangen) errechnet und mittels einer Formel nach Roth und Link (2009) die Überlebensneigung (disposition to survive; [°] - Abbildung 10) kalkuliert. Bestandteil der Formel ist der gewichtete Mittelwert (=durchschnittlicher Todestag aller Gestorbenen über alle Genotypen hinweg).

Überlebensneigung [°] = $\text{ARCTAN}((\text{Anzahl Tage nach dem letzten Frostereignis} / \text{durchschnittlicher Todestag aller Gestorbenen über alle Genotypen hinweg}) * (180/\pi))$.

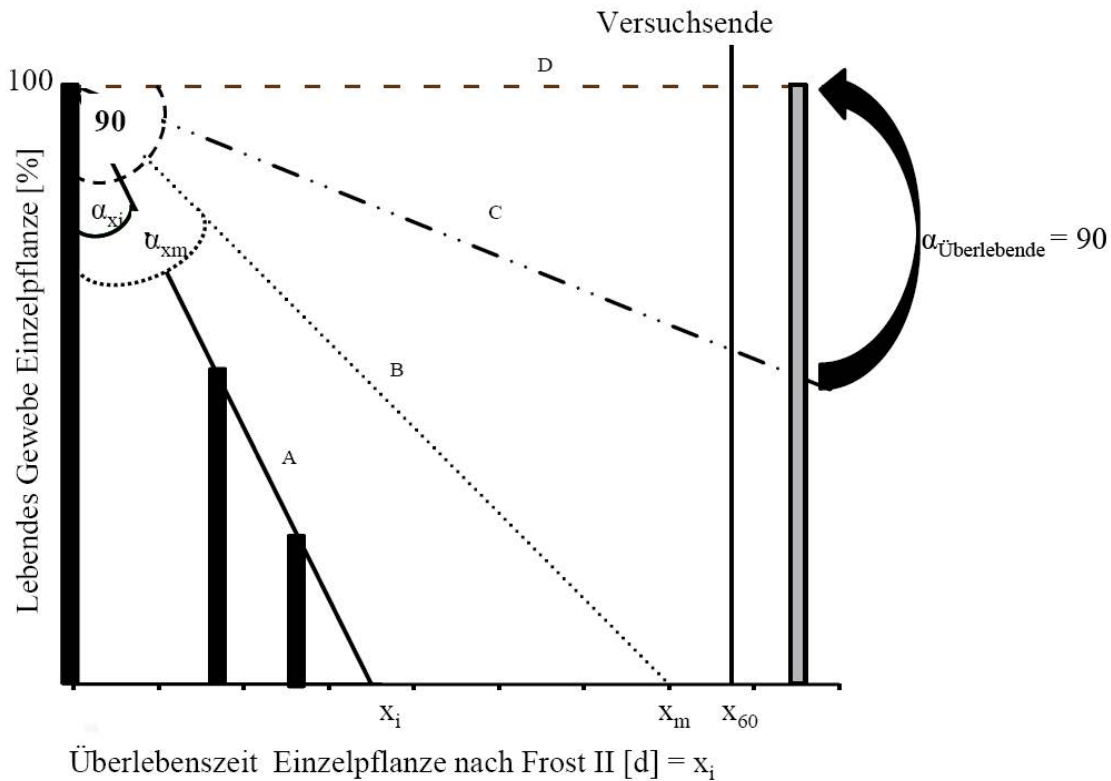


Abbildung 10: Schematische Darstellung des Sterbeverlaufs von Einzelpflanzen und daraus abgeleiteter Überlebensneigung α_{x_i} . A: Pflanze, die zum Zeitpunkt x_i als tot bonitiert wird. B: Pflanze, die am Mittleren Überlebenstag aller Toten Pflanzen als tot bonitiert wird. C: Pflanze, die erst nach Versuchsende an Folgen des Frostes sterben würde. D: Pflanze, die den Frost dauerhaft überlebt. Die Angabe „Lebendes Gewebe Einzelpflanze“ (%) ist als Denkhilfe zu verstehen. Tatsächlich bonitiert wurde nur „lebt“ oder „tot“

Klimakammerversuch 2012

Am 2.10.2012 erfolgte die Aussaat der Genotypen in Töpfe. Die Töpfe wurden ins Freie gestellt. Ab dem 18.10.2012 erfolgte die Abhärtung der Genotypen in der Klimakammer bei 4°C bis auf zur Tiefstemperatur von 0°C. Ab 28.10. Beginn der Frostperioden und der Bonituren. Am 3.11.2012 wurden die Töpfe aus der Kammer ins kalte Gewächshaus geräumt. Am 7.11.2012 erfolgte der erste Schnitt. Bis zum 21.11.2012 erholten sich die Pflanzen und trieben stark aus. Nach diesem Austrieb erfolgte der 2.Schnitt. Danach wurden die Töpfe wieder in die Klimakammer geräumt und zwei weitere Frostperioden folgten (Abbildung 11). Nach dieser Frostperiode waren alle Pflanzen glasig und teils braun. In den nächsten 14 Tagen sind fast alle Pflanzen abgestorben.

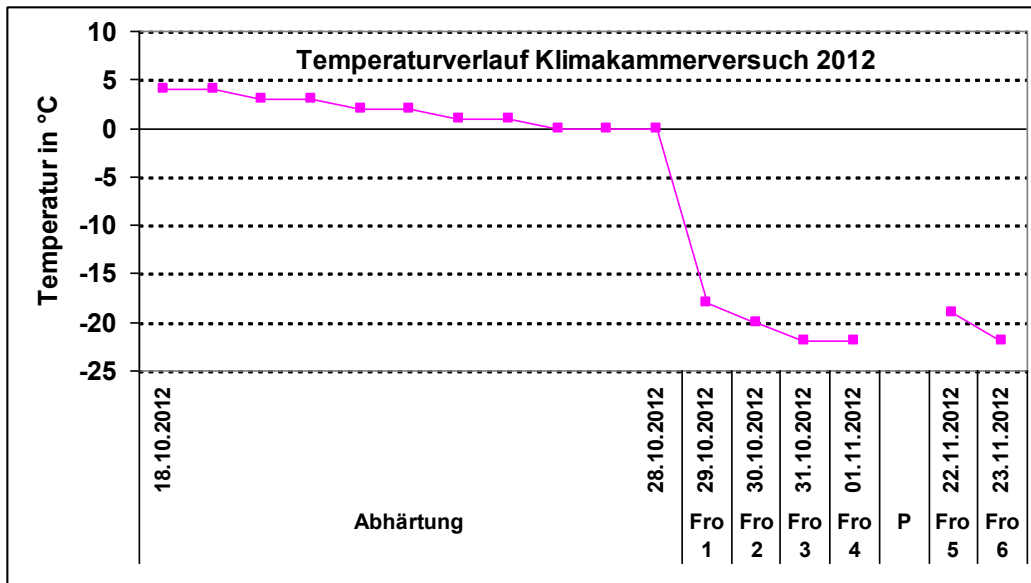


Abbildung 11: Zeitraum und Temperaturverlauf der Abhärtung und der Frostereignisse – es wurde jeweils 4h gefrostet – Klimakammerversuch 2012

4.4.3 Deckungsgrad Erbsen, Gemengepartner und Beikraut

Um die Biomasseentwicklung des Gesamtbestandes und die Einflüsse auf die Entwicklung der Gemengepartner bzw. des Unkrautes untereinander zu bonitieren wurden die Bodenbedeckungsgrade der Erbsen, des Getreides und des Beikrautes nach Vegetationsbeginn (BBCH 34 bis 39), zur Blüte (BBCH 62 bis 67) und vor der Ernte (BBCH 77 bis 89) prozentual geschätzt. Die Erhebungen wurden Standort- und Witterungsbedingt unterschiedlich durchgeführt (Tabelle 6).

Tabelle 6: Erfassung der Bodendeckung der Erbsen, der Gemengepartner und des Beikrautes – Versuchskürzel (weitere Informationen siehe Tabelle 3), Datum der Erfassung und BBCH-Stadium der Erbsen

Darzau			Frankenhausen			Trenthorst und Dittlofsroda		
Versuch	Datum	BBCH	Versuch	Datum	BBCH	Versuch	Datum	BBCH
DAR11_L	01.05.2011	36	DFH11_L	20.06.2011	77	TRE13_L	18.06.2013	69
	01.06.2011	67		28.07.2011	89	DIT13_L	24.06.2013	69
	06.07.2011	85		DFH12_L	29.05.2012	63		
DAR13_L	02.06.2013	63	DFH13_L	11.06.2013	64			
	12.06.2013	65						
	25.07.2013	85						

4.4.4 Vegetationsverlauf Erbsen und Gemengepartner

Zur Beurteilung der Kombinationseignung im Hinblick auf Vegetationsverlauf und Reifezeitpunkte der Erbsen und der Gemengepartner wurden die BBCH-Stadien und das Boniturdatum in regelmäßigen Abständen in allen Linien-Versuchen erfasst. Während der Blühperiode wurden die BBCH-Stadien in kürzeren Abständen von 3 bis 5 Tagen erfasst.

4.4.5 Reifeverzögerung

Um den Abreifeverlauf festzuhalten, wurden einerseits die BBCH-Stadien der Erbsen und der Gemengepartner erfasst und andererseits eine Bonitur des Abreifeverhaltens der Erbsen im Bestand durchgeführt. Die Reifeverzögerung bei Erbsen kann zu sehr ungleichmäßig abreifenden Beständen innerhalb einer Parzelle führen. Dabei befinden sich in einem Bestand bereits abgereifte Pflanzen und andere Pflanzen mit verstärkter Seitentriebbildung, die zum Teil noch blühen. Diese Eigenschaft können mit der BBCH-Stadien-Bonitur nicht angemessen erfasst werden. Daher wurde die Reifeverzögerung bzw. indetermierte Wuchstypen mittels Boniturnoten von 1 bis 9 erfasst. Note 1 beschreibt einen Genotyp, der im BBCH Stadium 89 keine grünen Nebentriebe oder Triebspitzen aufweist und Note 9 einen Genotyp im BBCH Stadium 89 mit sehr vielen grünen und zum Teil blühenden neuen Nebentrieben oder Triebspitzen, obwohl der größte Teil der Pflanzen einer Parzelle sichtlich abgereift ist. Die Erbsen in den Versuchen DAR11_L, DAR13_L sowie DFH11_L wurden sowohl in Reinsaat als auch in allen Gemengen zum Stadium 85 bis 89 auf dieses Merkmal zwischen dem 19. bis 23. Juli bonitiert.

4.4.6 Nekrotisierungsgrad und Welkesymptome

Zur Ermittlung einer unspezifischen Feldresistenz gegenüber verschiedenen Erbsenkrankheiten, welche am Wurzelgrund, an den Stängeln, Blättern oder Hülsen zu Veränderungen des Pflanzengewebes führen, wurden verschiedene Boniturmethode angewendet. Die befallenen Pflanzen weisen Verfärbungen, Läsionen, Nekrosen oder Chlorosen an den verschiedenen Organen auf oder bei Fusariumbefall lassen sich Welkeerscheinungen beobachten. Für Nekrosen bzw. Chlorosen wurden der prozentuale Befallsgrad der Blätter für den Befall über die Parzelle und der Befall der Einzelpflanzen nach dem Standardschätzschema für den Nekrotisierungsgrad aus Pflughöft (2008) geschätzt. Je nach Standort, Witterung, Teil der befallenen Pflanze und Befallsgrad wurde die prozentuale Schätzung durch eine Schätzung über die Vergabe von Boniturnoten mit den Noten 1 bis 9 (1=fehlende oder sehr geringe Ausprägung einer Eigenschaft; 9=sehr starke Ausprägung einer Eigenschaft) nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (BSA 2000) oder durch eine Messung der Läsionlänge, wie in Ditloffsroda, ersetzt. Daher wurden in der Ergebnisdarstellung Befallsgrade in Prozent, Boniturnoten oder einer Längeneinheit angegeben. Einige der Schätzungen wurden an mehreren Terminen durchgeführt, jedoch nur der Termin mit der höchsten Ausprägung wurde in die Ergebnisdarstellung aufgenommen. Eine Auflistung der Standorte und der Vorgehensweise zur Erfassung befindet sich in Tabelle 7.

Tabelle 7: Erfassung von Nekrotisierungsgrad und Welke – Standort, erfasstes Symptom, Art der Erfassung, Datum und BBCH-Stadium der Erbsen

Standort und Versuch	Organ	Symptom	Erfassung	Anbauform	Datum	BBCH
DAR11_L	Blatt und Stängel	Verfärbungen, Nekrosen, Chlorosen	Schätzung [%]	Reinsaat, Triticale, Roggen, Weizen	08.06.2011 und 21.06.2011	69 und 75
DAR13_L	ganze Pflanze	Welke	Schätzung Parzelle [%]		30.06.2013	75
DFH11_L	Blatt und Hülse	Verfärbungen, Nekrosen, Chlorosen	Bonitur	Reinsaat, Raps, Triticale,	20.06.2011	77
			(1 bis 9)	Rübsen		
DFH12_L	ganze Pflanze	Welke bzw. Notreife	Schätzung Parzelle [%]	Triticale	26.06.2012	69
	Blatt	Verfärbungen, Nekrosen, Chlorosen	Schätzung [%]		06.07.2012	79
	Hülse	Verfärbungen, Nekrosen	Schätzung [%]			
	Stängel, Blatt	Verfärbungen, Nekrosen, Chlorosen	Schätzung [%]			
TRE13_L	Stängel, Blatt	Verfärbungen, Nekrosen, Chlorosen	Schätzung [%]	Triticale „Benetto“ und „Agostino“	26.06.2013	75
DIT13_L	Stängelgrund	Läsionen	Messung [cm]	Triticale	24.06.2013	73
	Blatt	Verfärbungen	Bonitur (1 bis 9)			

4.4.7 Pflanzenlänge

Die Pflanzenlänge von Erbsen im Bestand war sehr schwierig zu erfassen, weil die Einzelpflanzen sehr verschlungen waren und für eine Messung Pflanzen abreißen konnten. Dennoch wurde die Messung in den in Tabelle 8 angegebenen Versuchen an 5 bis 10 Pflanzen durchgeführt. Die Messung erfolgte hauptsächlich im BBCH-Stadium 69. Aus den Wiederholungen in einer Parzelle wurde der Mittelwert gebildet.

Tabelle 8: Erfassung der Pflanzenlänge – Standort, Anbaujahr, Anbauform in welcher das Merkmal erfasst wurde, Datum der Erfassung und BBCH-Stadium der Erbsen

Standort	Anbauform	Datum	BBCH
DAR11_L	nur Triticale	10.06.2011	69
DAR13_L	Reinsaat, Roggen, Triticale, Weizen	18.06.2013	69
DFH11_L	1. Wdh der Reinsaat, Raps, Triticale, Rübsen	18.05.2011	von 39 bis 62
DFH13_L	nur Triticale	04.07.2013	69

4.4.8 Lagerneigung

Die Lagerneigung wurde über den HEB-Index bestimmt, welcher in Abwandlung zu Sauer- mann (2012) nicht die Pflanzenlänge nach Blüte im Verhältnis zur Bestandshöhe vor Ernte misst sondern aus der Bestandshöhe vor der Ernte (BBCH 85) zur Bestandshöhe zur Voll- blüte (BBCH 65) bzw. zum Zeitpunkt der höchsten Bestandshöhe gebildet wurde. Aufgrund der zum Teil sehr dichten Bestände war es nicht möglich die Pflanzenlänge zu messen ohne die Pflanzen zu schädigen. Quotienten kleiner als 0,5 weisen auf eine geringe Standfestig- keit hin. Die Bestandeshöhe wurde in fast allen Versuchen erfasst.

4.4.9 Ertrag und TKM

Geerntet wurden die Ertragsparzellen der Reinsaat und der Gemenge mit einem Parzellen- mähdrescher einzeln in Säckchen. In der Aufbereitung wurden die Proben gereinigt, gewo- gen (um den Gesamtertrag zu ermitteln), getrennt und der Anteil Erbsen gewogen. Der Ge- treideanteil wurde kalkulatorisch aus dem Gesamtertrag pro Parzelle minus Erbsenertrag bestimmt. Die gemessenen bzw. errechneten Grammwerte wurden dann mit einem Faktor der sich aus der Parzellengröße ergibt in dt/ha Werte umgerechnet. Außerdem wurde von allen Genotypen die TKM bestimmt.

4.4.10 Basale Verzweigung

Zur Bestimmung des basalen Verzweigungsgrades wurden zu Vegetationsbeginn (BBCH 21 bzw. 33) die Anzahl der Verzweigungen in Reinsaat und in verschiedenen Gemengen gezählt. Dazu wurden von 5 bis 10 Pflanzen pro Parzelle die Verzweigungen und die davon abgefrorenen Verzweigungen erfasst und der Mittelwert gebildet. Die Erfassung der basalen Verzweigung erfolgte hauptsächlich in Darzau (DAR12_L am 1.12.2011; DAR13_L am 23.04.2013).

4.4.11 Relativer Einzel- (RY) und Gesamtertrag (RYT)

Mit dem relativen Gesamtertrag (RYT) werden die Reaktionen der Kornerträge der Kompo- nenten im Mischbestand in Relation zu ihren Kornerträgen bei gleicher Saatedichte und unter gleichen Aufwuchsbedingungen in Reinsaat erfasst (Aufhammer 1999).

Nach DeWit (1960) wird der relative Gesamtertrag (RYT) aus den Relativerträgen (RY) der Gemengepartner errechnet. Der Relativertrag (RY) eines Gemengepartners ist der Quotient

aus dem Ertrag der Komponenten Getreide (G_G) bzw. Erbse (G_E) im Gemenge und dem Ertrag der Komponenten in Reinsaat (R_G, R_E) (Abbildung 12).

$$\begin{aligned} RY_G &= G_G / R_G \\ RY_E &= G_E / R_E \\ RYT &= RY_E + RY_G \end{aligned}$$

Abbildung 12: Berechnung des relativen Einzel- (RY) und Gesamtertrags (RYT)

Ein RYT-Wert weniger als 1 weist auf Konkurrenz um Wachstumsfaktoren hin, ein RYT-Wert gleich 1 bedeutet, dass beide Komponenten vollständig konkurrieren und keine komplementäre Nutzung vorliegt. Ein RYT-Wert größer 1 weist auf eine komplementäre Nutzung hin. Falls ein Wert von 2 erreicht wird liegt keine Konkurrenz um Ressourcen vor (Aufhammer 1999).

4.4.12 Rohproteinbestimmung

Der Rohproteingehalt wurde auf Basis einer MakroN-Analyse (Heraeus) für die Versuche DAR13_L, TRE13_L und DIT13_L aus Mischproben der vier Wiederholungen ermittelt sowie pro Wiederholung aus den Linienversuchen am Standort Frankenhausen (DFH11_L bis DFH13_L). Während für die Standorte Trenthorst und Dittlofsroda nur die Triticaleproben analysiert wurden, erfolgten die Analysen für Darzau und Frankenhausen für alle Gemengepartner und die Reinsaaten.

4.4.13 Polyphenole, Tannine und Trypsininhibitoren

Die Bestimmung der antinutritiven Inhaltsstoffe wurde durch Nutreco MasterLab in den Niederlanden durchgeführt (Nutreco – MasterLab, Analytical Services – Verstraat 38, NL 5831 JN, Boxmeer)

Polyphenole wurden spektrophotometrisch nach Ritter (1994) in Anlehnung an Singleton & Rossi (1965) analysiert. Die Tannine wurden spektrophotometrisch nach Kuhla & Ebmeier (1981) analysiert. Die Ergebnisse für den Gehalt an Polyphenolen und Tanninen wurden als g Catechin pro 100 g Probe ausgegeben. Die Trypsininhibitoren wurden nach ISO14902:2001 analysiert und als TIA in mg/g angegeben.

Für die Analyse von Polyphenolen, Tanninen und Trypsininhibitoren wurden im Anbaujahr 2013 Proben vom Standort Frankenhausen Proben aus dem Gemenge mit Triticale in allen Wiederholungen und Mischproben aus der Reinsaat untersucht.

4.4.14 Statistische Auswertung

In der Hauptsache wurde die statistische Auswertung mittels gemischter Modelle mit dem Statistikprogramm GenStat 15th durchgeführt. Nach der jeweiligen standortbedingten Anlage der Versuche wurde die Auswertung mit geostatistischen Komponenten, als Spaltanlage oder als vollständig randomisierte Blockanlage ausgewertet.

Als Test der Güte der Anpassung (Goodness of Fit) für die zufälligen Effekte wurde die Deviance berechnet. Die Güte der Anpassung ist dabei umso besser, je kleiner der Deviance-Wert ist.

Als F-Test wurden die F-Statistiken nach Wald basierend auf gewichteten Kleinst-Quadrat-Schätzungen (GLSE) der festen Effekte verwendet. Die Denominator degree of freedom des Wald-Tests wurden zur Berechnung der Grenzdifferenz für $p < 0.05$ nach R.A. Fisher genutzt. Um diesen Test als ungeplanten Test für paarweise Vergleiche für ein unbalanciertes Ver-

suchsdesign verwenden zu können, wurden die Grenzdifferenzen aus der Multiplikation des kritischen t-Werts (α , d.d.f.) und dem dazugehörigen Standardfehler der Differenz (s.e.d) errechnet. Lag ein unbalanciertes Versuchsdesign vor, wurden keine einheitlichen Grenzdifferenzen ermittelt, sondern für jedes Vergleichspaar eine eigene Grenzdifferenz errechnet. Für die Signifikanzdarstellung wurden Buchstaben verwendet oder die mittlere Grenzdifferenz angegeben.

Die Normalverteilung der Residuen wurde mittels Histogramm und QQ-Plot überprüft. Zur Überprüfung der Varianzhomogenität wurden die Residuen aus den geschätzten Werten gegen die geschätzten Werte abgetragen. Lag Varianzhomogenität vor waren die Residuen gleichmäßig um den Mittelwert verteilt.

Lag keine Normalverteilung oder Varianzhomogenität im linearen gemischten Modell vor, wurden die Daten mittels Generalisierten Linearen Gemischten Modell (GLIMM) unter Annahme einer Binomialverteilung für Prozentwerte oder unter Annahme einer Poissonverteilung für Boniturwerte verrechnet. Für die Verrechnung unter Annahme der Binomialverteilung wurden die Daten mittels logit – Transformation und für die Poissonverteilung logarithmisch transformiert.

Konnte mit keinem der genannten Modelle oder Transformation die Voraussetzungen für die varianzanalytische Verrechnung erreicht werden, wurde auf die varianzanalytische Verrechnung verzichtet und die Daten stattdessen mittels Box-Plot-Diagramm dargestellt.

5 Ergebnisse der Versuche

Auf den folgenden Seiten werden die Ergebnisse der Ertragsprüfungen der Versuche pro Jahr und Standort dargestellt. Der Ergebnisdarstellung sind kurze Schlussfolgerungen angeschlossen, die im Kapitel 1 diskutiert werden.

5.1 Versuchsjahr 2011

5.1.1 Ergebnisse Standort Darzau (DAR11_L)

Auf dem Standort Darzau wurden im Jahr 2011 aus 5 verschiedenen Kreuzungen 35 Nachkommenschaftslinien mit unterschiedlichen morphologischen Eigenschaften im Blatttyp, der Blütenfarbe und der Pflanzenlänge getestet. Dabei waren die morphologischen Kombinationen der Blatttypen und Blütenfarben wie folgt vertreten - Tabelle 2.

Tabelle 9: Anzahl Genotypen und Häufigkeiten von Blatt- und Blütentypen im untersuchten Sortiment auf dem Standort Darzau im Jahr 2011

morphologische Eigenschaften – Blatttyp und Blütenfarbe	Halbblattlos	vollblättrig	Σ
Buntblühend	3	12	15
Weißblühend	13	7	20
Σ	16	19	Σ 35

Feldaufgang

In allen Anbauformen zeigten die buntblühenden Genotypen einen höheren Feldaufgang als die weißblühenden Genotypen (Abbildung 13). Im Merkmal Feldaufgang unterschieden sich die Genotypen in der Erbsenreinsaat ($p=0.015$) und in den Gemengen mit Roggen ($p<0.001$), Triticale ($p<0.001$) und Weizen ($p=0.025$) signifikant voneinander. Für alle Anbauformen war der Faktor Blütenfarbe signifikant – Erbsenreinsaat ($p=0.019$), Erbsen-Roggen-Gemenge ($p=0.012$), Erbsen-Triticale-Gemenge ($p=0.001$) und Erbsen-Weizen-Gemenge ($p<0.001$).

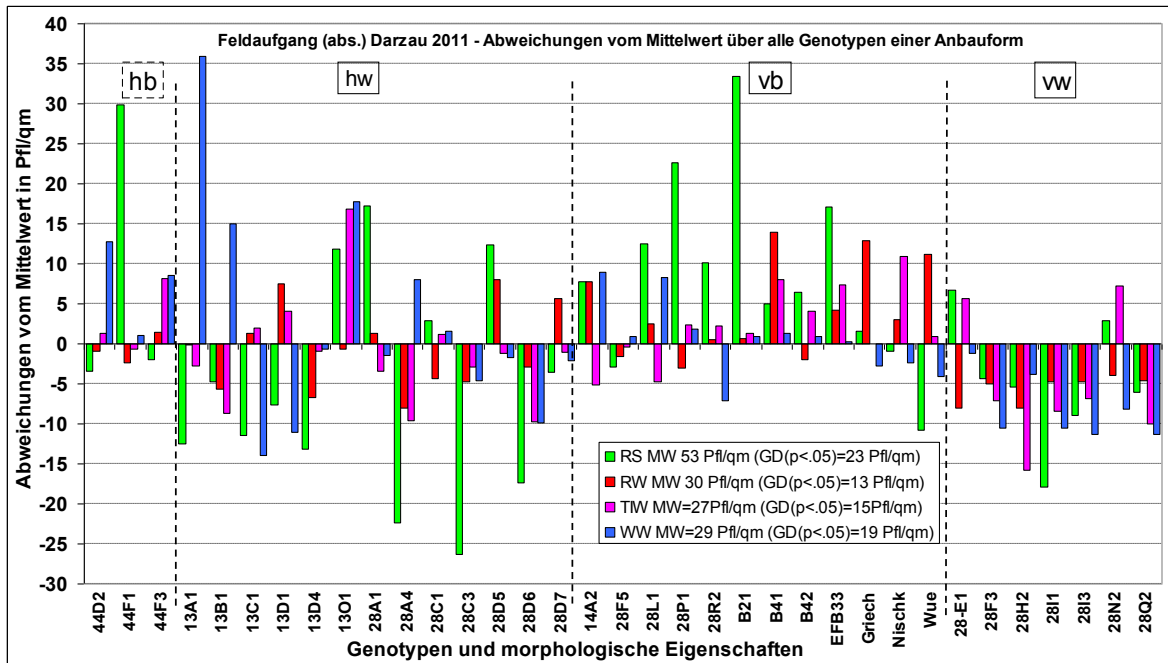


Abbildung 13: Felddaufgang (abs.) – Abweichungen vom Mittelwert über alle Genotypen in einer Anbauform – DAR11_L

Überwinterung

Im Merkmal Überwinterung unterschieden sich die Genotypen in der Reinsaat ($p=0.001$) und im Gemenge mit Roggen ($p<0.001$), Triticale ($p<0.001$) und Weizen ($p<0.001$) signifikant voneinander (Abbildung 14). Die Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe und deren Interaktion waren in den Gemengen mit Roggen, Triticale und Weizen signifikant ($p<0.001$). Die vollblättrig, buntblühenden Genotypen hatten mit 68% höhere Überwinterungsleistungen als die halbblattlos, weißblühenden mit 28%, die halbblattlos, buntblühenden mit 21% und die vollblättrig, weißblühenden Genotypen mit 16%. In der Erbsenreinsaat waren nur die Faktoren Blatttyp ($p<0.005$) und Blütenfarbe ($p<0.001$) signifikant, aber nicht deren Interaktion. Hier waren die vollblättrigen den halbblattlosen und die buntblühenden den weißblühenden überlegen. Bei der Betrachtung nach morphologischen Eigenschaften teilten sich die Genotypen in Kreuzungsgruppen auf (Abbildung 14). Bei den weißblühenden Genotypen zeigte insbesondere die Kreuzungsgruppe 13 mit einer Überwinterungsrate von 0 bis 22 % die geringste Frosttoleranz. Dagegen wiesen einige weißblühende Genotypen der Kreuzungsgruppe 28 Überwinterungsraten von 22 bis 55% auf. Auch bei den buntblühenden gab es starke Differenzierungen: So wies die Kreuzungsgruppe 44 mit 0 bis 52% geringere Überwinterungsraten auf als die Nachkommenschaften der vollblättrigen, buntblühenden Kreuzungsgruppe 28 (28L1) und B (21,41,42) mit 80%, welche die Referenzsorte EFB33 - 60% - deutlich übertrafen. Nur die genetische Ressource Nischkes war mit 95% noch besser als die Kreuzungsgruppen (Abbildung 14).

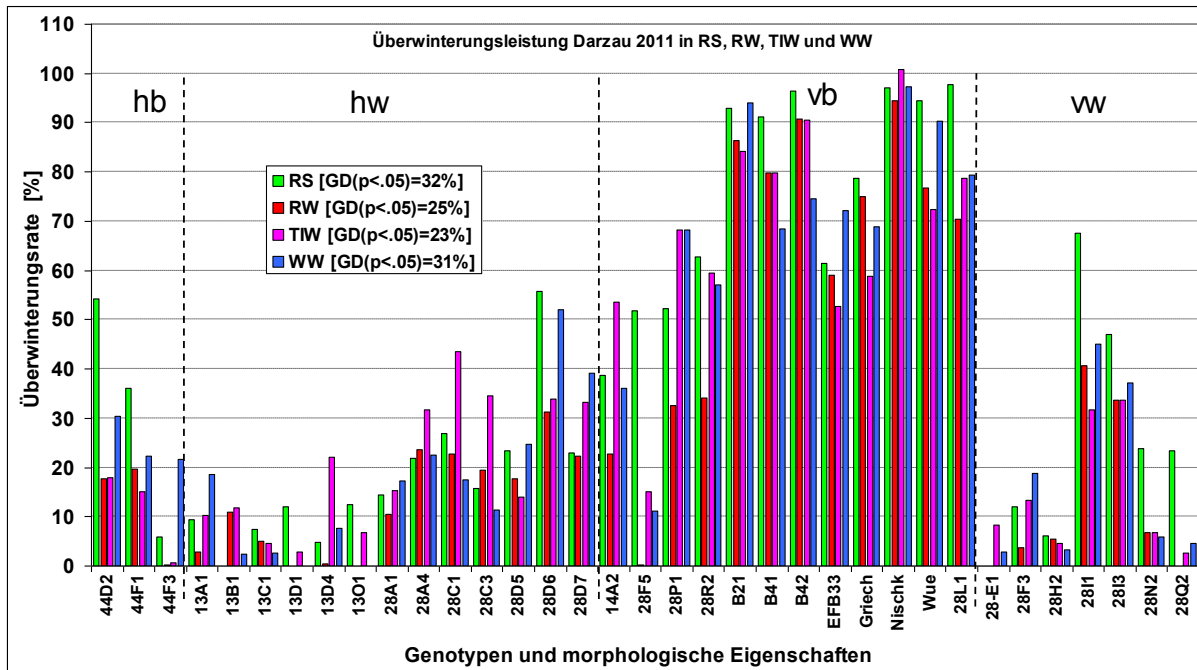


Abbildung 14. Überwinterungsleistung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Raps - DAR11_L

Deckungsgrad

Der Erbsen-, Beikraut- und Getreidedeckungsgrad wurden zu drei Terminen erfasst – vor Beginn der Blüte am 1.5.2011, während der Blüte am 1.6.2011 und am Ende der Vegetationsperiode am 6.7. 2011. Dabei zeigten die Termine während der Blüte und am Ende der Vegetationsperiode die beste Differenzierung der Genotypen und der morphologischen Eigenschaften, daher werden nur diese beiden Termine dargestellt.

Reinsaat

In der **Reinsaat** war der Erbsen- und der Beikrautdeckungsgrad für die Faktoren Genotyp und Blütenfarbe zu den Terminen „zur Blüte“ und „vor Ernte“ signifikant ($p < 0.05$). Bei dem Erbsendeckungsgrad zeigten zu beiden Terminen die buntblühenden mit 70 bzw. 50% einen höheren Deckungsgrad als die weißblühenden mit 33 bzw. 20%. Für den Faktor Blatttyp lagen keine signifikanten Unterschiede vor. Die halbblattlose, buntblühende Kreuzungsgruppe 44 wies mit 45 bis 80% zur Blüte und mit 40 bis 70% vor der Ernte ähnlich hohe Deckungsgrade auf wie die vollblättrigen, weißblühenden Genotypen 28I1, 28I3 und 28Q2 mit 40 bis 78% zur Blüte und 20 bis 60% vor Ernte. Auch zu den halbblattlosen, weißblühenden Genotypen 28A4, 28C1 28D6 und 28D7 waren die Unterschiede gering. Den höchsten Erbsendeckungsgrad zeigten die Genotypen 28L1 und die Kreuzungsgruppe B sowie die genetischen Ressourcen. Für den Beikrautdeckungsgrad, zeigten die Genotypen mit dem höchsten Erbsendeckungsgrad die höchste Wirksamkeit gegenüber dem Beikraut. Der Erbsendeckungsgrad war „zur Blüte“ am höchsten und nahm zur Ernte hin ab. Der durchschnittliche Erbsendeckungsgrad über alle Genotypen eines Erhebungstermins betrug „zur Blüte“ 46% und „vor Ernte“ 30%, demgegenüber stieg der durchschnittliche Beikrautdeckungsgrad um 21% von 46 auf 67% an (Tabelle 10).

Der Erbsen, Getreide und Beikrautdeckungsgrad in der Reinsaat und im Gemenge mit Triticale korrelierte „zur Blüte“ und „vor Ernte“ signifikant ($p < 0.05$) mit der Überwinterungsrate (Tabelle 18 und Tabelle 19).

Tabelle 10: Erbsen- und Beikrautdeckung [%] in **Reinsaat** zur Blüte (1.6.2011) und vor Ernte (6.7.2011) - DAR11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsendeckung zur Blüte [%]	Beikrautdeckung zur Blüte [%]	Erbsendeckung vor Ernte [%]	Beikrautdeckung vor Ernte [%]
GD($p < .05$)		56	61	43	44
hb	44D2	45	35	40	55
hb	44F1	75	10	70	30
hb	44F3	80	15	40	60
hw	13A1	10	80	5	90
hw	13B1	5	90	5	90
hw	13C1	5	80	7	90
hw	13D1	5	80	5	90
hw	13D4	15	70	10	90
hw	13O1	0	90	0	95
hw	28A1	15	75	5	90
hw	28A4	45	40	40	55
hw	28C1	60	25	60	35
hw	28C3	45	40	15	85
hw	28D5	10	75	5	90
hw	28D6	70	25	40	60
hw	28D7	60	30	40	55
vb	14A2	15	80	5	90
vb	28F5	15	80	5	90
vb	28L1	100	0	10	90
vb	28P1	15	80	7	90
vb	28R2	20	80	3	90
vb	B21	100	0	70	30
vb	B41	100	0	80	20
vb	B42	100	0	70	30
vb	EFB33	93	3	68	30
vb	Griechische	83	13	70	28
vb	Nischkes	100	0	70	30
vb	Würt.	100	0	90	10
vw	28-E1	5	90	5	90
vw	28F3	5	85	5	90
vw	28H2	5	85	5	90
vw	28I1	78	15	30	68
vw	28I3	75	15	60	35
vw	28N2	5	80	5	90
vw	28Q2	40	53	18	80
Mittelwert Anbauformen		46	46	30	67

Gemenge

Für den Erbsendeckungsgrad in allen Gemengen war der Faktor Genotyp „zur Blüte“ und „vor Ernte“ signifikant ($p < 0.01$). In Abhängigkeit der Getreidedeckungsgrade zeigten besonders hohe bzw. relativ hohe Erbsendeckungsgrade über alle Gemenge die Genotypen der vollblättrig, buntblühenden Gruppe 28P1 (40 bis 43%), 28L1 (69 bis 72%), EFB33, B21, B41, B42, Griechische, Württembergische, Nischkes Riesengebirgs (44 bis 75%), aus der halbblattlos, buntblühenden Gruppe der Genotyp 44F1 (10 bis 27%), aus der vollblättrigen, weißblühenden Gruppe die Genotypen 28I1 und 28I3 (13 bis 37%) sowie aus der halbblattlosen, weißblühenden Gruppe die Genotypen 28A4, 28D6 und 28D7 (13 bis 40%) (Tabelle 11 bis Tabelle 13).

Bei der Untersuchung der Blatttyp- und Blütenfarbekombinationen zeigte sich für den Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ und „vor Ernte“ die Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe in allen Gemengen signifikant ($p < 0.02$). Dabei ergab sich, dass die Kombination halbblattlos, buntblühend „zur Blüte“ in Abhängigkeit des Gemengepartners mit 8 bis 15% geringere Erbsendeckungsgrade aufwies als „vor Ernte“ mit 17 bis 24% Erbsendeckungsgrad. Die vollblättrigen, buntblühenden wiesen mit im Mittel 54% Erbsendeckungsgrad über alle Gemengevarianten und Zeitpunkte nur geringe Schwankungen auf. Auch der Erbsendeckungsgrad der halbblattlos, weißblühenden und vollblättrig, weißblühenden war zwar auf einem niedrigeren Niveau mit 11% im Roggen-Gemenge und mit 12 % im Triticale-Gemenge über beide Zeitpunkte konstant. Jedoch im Weizen-Gemenge ging der Erbsendeckungsgrad von 20% „zur Blüte“ auf 11% „vor Ernte“ zurück (Tabelle 11 bis Tabelle 13).

Bei der Betrachtung des Erbsendeckungsgrades im Mittel über die Anbauvarianten war der Erbsendeckungsgrad in den Gemengen „zur Blüte“ mit 25% deutlich geringer als in der Reinsaat mit 46%. Dieser Abstand verringerte sich zum Zeitpunkt „vor Ernte“ von 30% in der Reinsaat und auf 24 bis 27% in den Gemengen (Tabelle 10 bis Tabelle 13). Der mittlere Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ war im Erbsen-Roggen-Gemenge mit 22% am geringsten, etwas höher mit 24% war der Erbsendeckungsgrad im Triticale-Gemenge und am höchsten im Weizen-Gemenge mit 29%. Demgegenüber war der mittlere Getreidedeckungsgrad zur Blüte im Weizen-Gemenge mit 25% deutlich geringer als im Triticale-Gemenge mit 43% und im Roggen-Gemenge mit 46%. Der höhere Erbsendeckungsgrad im Weizen-Gemenge, „zur Blüte“ noch 27%, konnte den geringeren Getreidedeckungsgrad nicht ausgleichen, was im Mittel zum höchsten Beikrautdeckungsgrad „vor Ernte“ von 46% führte. Der Beikrautdeckungsgrad „vor Ernte“ war im Triticale-Gemenge im Mittel 18% und im Roggen-Gemenge 13% (Tabelle 10 bis Tabelle 13). Der Beikrautdeckungsgrad im Roggen-Gemenge und im Triticale-Gemenge war deutlich geringer als in der Reinsaat auch bei den Genotypen, die einen sehr geringen Erbsendeckungsgrad aufwiesen. Insofern Getreide vorhanden ist, zeigt sich auch bei lückigeren Erbsenbeständen eine ausgleichende Konkurrenzwirkung gegenüber dem Beikraut.

Tabelle 11: Erbsen, Roggen- und Beikrautdeckung im **Erbsen-Roggen-Gemenge** zur Blüte (1.6.2011) und vor Ernte (6.7.2011) - DAR11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen- deckung zur Blüte [%]	Roggen- deckung zur Blüte [%]	Beikraut- deckung zur Blüte [%]	Erbsen- deckung vor Ernte [%]	Roggen- deckung vor Ernte [%]	Beikraut- deckung vor Ernte [%]
GD(p<.05)		18	12	5	20	14	13
hb	44D2	10	51	10	18	42	17
hb	44F1	10	56	5	20	45	10
hb	44F3	4	54	7	13	42	17
hw	13A1	1	54	5	3	42	12
hw	13B1	1	54	7	2	42	20
hw	13C1	1	51	9	3	49	13
hw	13D1	3	51	4	0	44	8
hw	13D4	5	41	9	5	34	18
hw	13O1	0	61	10	0	45	17
hw	28A1	10	54	7	13	35	27
hw	28A4	12	51	5	15	42	12
hw	28C1	15	54	7	18	37	22
hw	28C3	13	52	7	12	42	22
hw	28D5	4	56	10	7	42	22
hw	28D6	20	53	5	17	42	12
hw	28D7	22	46	5	20	40	12
vb	14A2	10	56	4	10	49	8
vb	28F5	10	66	9	10	49	23
vb	28L1	70	18	5	68	17	5
vb	28P1	40	53	5	35	42	12
vb	28R2	12	54	10	18	40	20
vb	B21	70	19	2	78	10	0
vb	B41	52	31	2	70	15	0
vb	B42	57	21	5	70	12	2
vb	EFB33	52	33	3	63	18	7
vb	Griechische	58	28	3	55	22	7
vb	Nischkes	75	19	0	73	12	2
vb	Würt.	70	21	2	65	20	5
vw	28-E1	1	56	5	2	45	10
vw	28F3	4	54	5	3	50	10
vw	28H2	2	52	5	4	48	7
vw	28I1	37	40	5	38	32	7
vw	28I3	17	48	5	18	35	18
vw	28N2	2	59	10	4	40	32
vw	28Q2	10	49	10	6	40	25
Mittelwert Anbauformen		22	46	6	24	36	13

Tabelle 12: Erbsen-, Triticale- und Beikrautdeckung im **Erbsen-Triticale-Gemenge** zur Blüte (1.6.2011) und vor Ernte (6.7.2011) - DAR11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsendeckung zur Blüte [%]	Triticaledeckung zur Blüte [%]	Beikrautdeckung zur Blüte [%]	Erbsendeckung zur Ernte [%]	Triticaledeckung vor Ernte [%]	Beikrautdeckung vor Ernte [%]
GD (p<.05)		14	10	12	16	10	18
hb	44D2	10	54	11	20	40	15
hb	44F1	23	49	21	23	40	12
hb	44F3	8	49	19	20	40	7
hw	13A1	4	46	16	3	38	41
hw	13B1	2	51	14	0	50	20
hw	13C1	5	49	14	3	48	22
hw	13D1	4	46	14	5	40	22
hw	13D4	8	46	24	10	45	10
hw	13O1	0	51	9	0	43	30
hw	28A1	11	50	13	7	45	14
hw	28A4	18	46	14	15	38	27
hw	28C1	13	51	15	10	41	25
hw	28C3	9	51	19	11	47	17
hw	28D5	6	44	11	5	42	19
hw	28D6	19	48	25	13	39	33
hw	28D7	20	46	11	20	38	26
vb	14A2	46	45	1	16	44	13
vb	28F5	10	51	13	6	48	19
vb	28L1	59	34	5	58	25	8
vb	28P1	43	45	9	35	39	15
vb	28R2	44	44	6	35	43	9
vb	B21	55	31	4	68	15	4
vb	B41	69	23	1	82	7	2
vb	B42	74	19	3	85	7	2
vb	EFB33	45	39	8	57	25	7
vb	Griechische	44	38	6	47	30	14
vb	Nischkes	76	16	1	78	11	5
vb	Würt.	58	33	5	69	16	6
vw	28-E1	2	51	21	0	45	27
vw	28F3	4	46	20	14	45	21
vw	28H2	1	43	26	0	38	36
vw	28I1	13	49	25	13	38	29
vw	28I3	35	41	9	24	38	15
vw	28N2	3	44	21	3	43	26
vw	28Q2	13	43	15	14	38	23
Mittelwert Anbauformen		24	43	13	25	36	18

Tabelle 13: Erbsen-, Weizen- und Beikrautdeckung im **Erbsen-Weizen-Gemenge** zur Blüte (1.6.2011) und vor Ernte (6.7.2011) - DAR11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen- deckung zur Blüte [%]	Weizen- deckung zur Blüte [%]	Beikraut- deckung zur Blüte [%]	Erbsen- deckung vor Ernte [%]	Weizen- deckung vor Ernte [%]	Beikraut- deckung vor Ernte [%]
	GD (p<.05)	21	9	15	23	10	42
hb	44D2	15	28	20	22	11	50
hb	44F1	20	30	7	27	11	22
hb	44F3	10	33	17	22	9	37
hw	13A1	5	30	17	4	11	62
hw	13B1	3	30	12	1	13	50
hw	13C1	5	34	10	7	21	35
hw	13D1	2	34	15	5	3	80
hw	13D4	5	24	20	2	1	80
hw	13O1	0	28	22	0	11	72
hw	28A1	23	32	10	10	17	47
hw	28A4	33	28	12	20	11	45
hw	28C1	25	28	20	8	11	72
hw	28C3	25	28	22	15	18	45
hw	28D5	15	30	15	10	10	72
hw	28D6	38	25	10	22	16	30
hw	28D7	40	23	12	40	11	27
vb	14A2	35	29	10	12	11	70
vb	28F5	3	33	15	5	13	57
vb	28L1	73	10	5	70	8	7
vb	28P1	43	27	15	13	12	73
vb	28R2	42	23	18	18	9	67
vb	B21	63	15	5	77	6	2
vb	B41	60	10	10	77	3	7
vb	B42	58	13	12	77	3	5
vb	EFB33	62	13	8	63	6	27
vb	Griechische	60	18	7	75	8	7
vb	Nischkes	75	8	2	75	6	6
vb	Würt.	75	5	7	82	6	5
vw	28-E1	3	30	22	1	11	55
vw	28F3	13	30	20	12	16	52
vw	28H2	4	30	12	3	8	55
vw	28I1	35	25	18	17	10	57
vw	28I3	37	27	13	27	8	37
vw	28N2	5	30	22	4	16	52
vw	28Q2	20	27	22	7	8	72
Mittelwert Anbauformen		29	25	14	27	10	44

Nekrotisierungsgrad

Eine varianzanalytische Auswertung der Daten war für die Genotypen in den verschiedenen Anbauformen nicht möglich daher wurde lediglich der Mittelwert und soweit Wiederholungen zur Verfügung standen die Standardabweichung berechnet und grafisch dargestellt (Abbildung 15). Der **Nekrotisierungsgrad** der Genotypen unterschied sich voneinander. Da die Nekrotisierung vielfach durch pilzliche Schaderreger verursacht wird, wird im Weiteren von „unspezifischen Befall (kurz un spez. Befall)“ gesprochen. Bis auf wenige Ausnahmen wiesen die Genotypen in der Reinsaat eine höhere Anfälligkeit (15%) auf als in den Gemengen – Roggen-Gemenge (3%), Triticale-Gemenge (4%) und Weizen-Gemenge (2%). Durch die höhere Anfälligkeit in der Reinsaat war auch eine bessere Differenzierung der Genotypen in dieser Anbauform gegeben. Im Mittel über alle Anbauformen gab es aus allen morphologischen Kombinationen Genotypen mit sehr niedrigem un spez. Befall (2 bis 3%) und hohem un spez. Befall (10 bis 11%). Aus der vb-Gruppe gehörten die Genotypen 28P1 (3%) und 28R1 (2%) ehr zur Gruppe mit niedrigen Werten. Dagegen wiesen die Genotypen Griechische (10%), Nischkes Riesengebirgs (11%) ehr höhere Werte auf. Aus der hw-Gruppe wies der Genotyp 13D4 (3%) einen geringen und die Genotypen 28D5 (10%) und 28C3 (11%) einen hohen un spez. Befall auf. In der vw-Gruppe wiesen die Genotypen 28E1 und 28F3 (2%) einen relativ geringen mittleren un spez. Befall auf und die Genotypen 28I1 (7%), 28I3 (7%) und 28Q2 (8%) einen hohen.

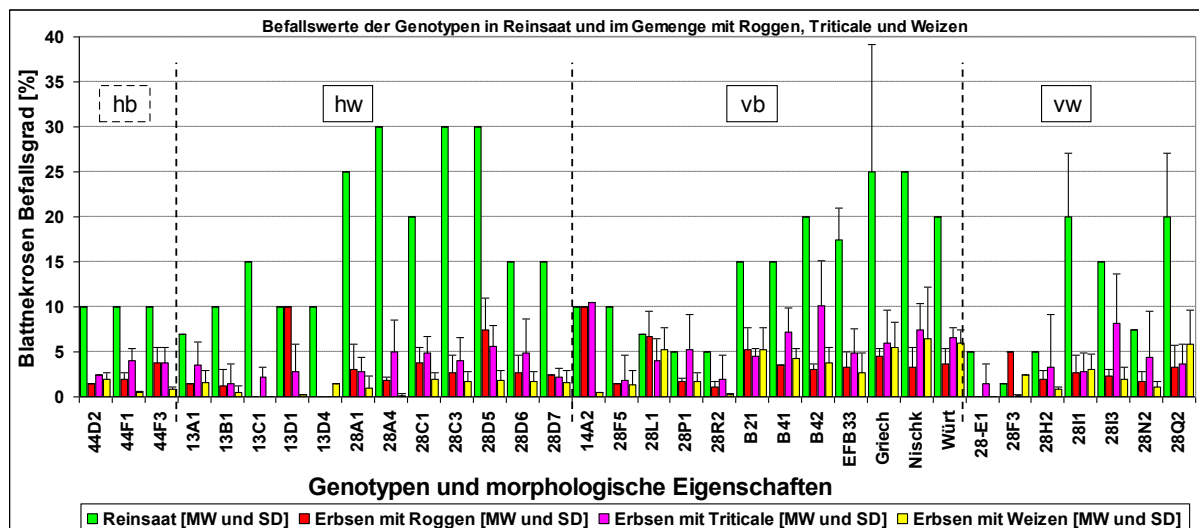


Abbildung 15: Blatt- und Stängelnekrosen bzw. -chlorosen - Befallsgrad [%] der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen – DAR11_L

Bei der Darstellung nach Anbauform und Blütenfarbe (Abbildung 16) zeigte sich, dass in der Reinsaat für die mittleren 50% der buntblühenden Genotypen die Befallswerte zwischen 10 und 20% lagen, und bei den weißblühenden zwischen 9 und 25%, wobei der Wertebereich bei den buntblühenden von 5 bis 35% und bei den weißblühenden von 2 bis 30% reichte. Im Roggen-Gemenge gab es keine Unterschiede zwischen den Blütenfarben. Im Triticale-Gemenge lagen bei gleichen Maximal- und Minimalwerten die mittleren 50% der Befallswerte bei den buntblühenden Genotypen zwischen 2,5 und 7,5% und bei den weißblühenden zwischen 1 und 5%. Im Weizen-Gemenge waren bei 50% der buntblühenden die Befallswerte ebenfalls höher als bei den weißblühenden Genotypen.

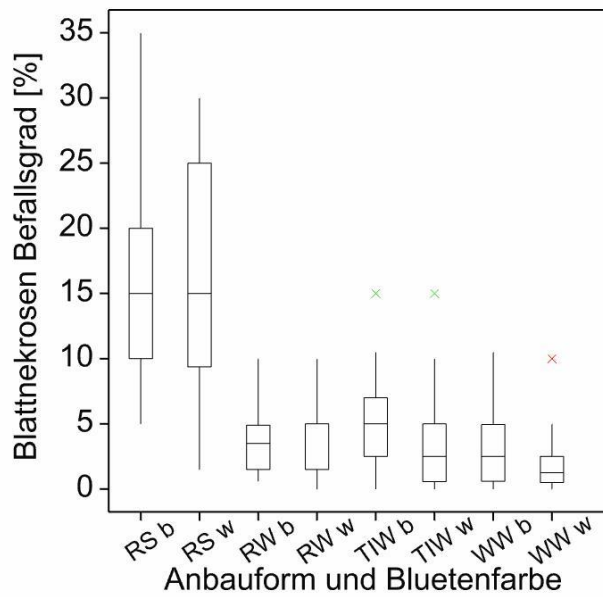


Abbildung 16: Box-Plot - Befallsgrad [%] nach Anbauform und Blütenfarbe - DAR11_L

Reifeverzögerung

Im Mittel war die Reifeverzögerung (Note 2) in der Reinsaat geringer als in den Gemengen (Note 4) (Tabelle 14). Für die morphologischen Eigenschaften zeigte sich, dass die vollblättrigen und buntblühenden eine höhere Reifeverzögerung aufwiesen als die halbblattlos, weißblühenden Genotypen. Demzufolge fanden sich im Mittel über alle Anbauformen bei der halbblattlosen, weißblühenden Gruppe, die Genotypen – 28C1, 28C3, 28D6 und 28D7 – mit der geringsten Reifeverzögerung (Tabelle 14).

Das Merkmal Reifeverzögerung muss in Kombination und als zusätzliche Information für die erhobenen BBCH-Stadien betrachtet werden (Tabelle 20), um eine Einschätzung über die Kombinationseignung mit dem Gemengepartner zu bekommen.

Tabelle 14: Reifeverzögerung der Genotypen in der Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen (Boniturnoten: 1 = sehr gleichmäßig; 9 = extrem verzögert, sehr viele neue Austriebe) - DAR11:L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen		Gemenge		Gemenge		Gemenge mit Weizen		Mittelwert Genotypen
		Reinsaat		mit Roggen		mit Triticale				
hb	44D2	4	a	5	de	4	fghij	5	ef	4
hb	44F1	4	a	5	de	5	hij	4	def	4
hb	44F3	4	a	5	e	4	fghij	5	ef	4
hw	13A1	2	a	5	e	2	abcd	4	def	3
hw	13B1	2	a	5	e	6	j	5	f	5
hw	13C1	2	a	5	e	3	cdefg	5	ef	4
hw	13D1	1	a	5	e	5	hij	4	def	4
hw	13D4	2	a	5	e	3	abcdef	4	def	3
hw	13O1			5	e	2	abcd	4	def	4
hw	28A1	2	a	4	bcd	3	defg	4	de	3
hw	28A4	1	a	4	bcd	4	fghij	4	cde	3
hw	28C1	2	a	3	ab	2	ab	3	bcd	2
hw	28C3	1	a	2	a	2	abcde	3	abc	2
hw	28D5	2	a	5	e	5	ghij	3	cd	4
hw	28D6	3	a	3	ab	2	abc	2	a	2
hw	28D7	1	a	2	a	2	abc	2	a	2
vb	14A2	1	a	3	ab	1	a	4	def	2
vb	28F5	4	a	4	cd	5	hij	5	ef	4
vb	28L1	1	a	4	cd	4	efgh	4	cde	3
vb	28P1	2	a	4	cd	4	ghij	4	def	4
vb	28R2	2	a	3	ab	3	bcdef	3	abc	3
vb	B21	2	a	5	e	5	ij	4	def	4
vb	B41	2	a	5	e	5	j	5	f	4
vb	B42	2	a	5	e	5	j	5	ef	4
vb	EFB33	3	a	5	e	5	j	4	ef	4
vb	Griechische	3	a	5	e	5	hij	5	ef	4
vb	Nischkes	1	a	4	cd	4	efgh	4	cde	3
vb	Würt.	2	a	4	cd	5	ghij	3	bcd	3
vw	28-E1	3	a	5	e	2	abcd	4	def	4
vw	28F3	2	a	3	ab	3	cdefg	4	def	3
vw	28H2	2	a	5	e	2	abcd	5	f	4
vw	28I1	2	a	4	de	4	efgh	4	ef	4
vw	28I3	2	a	3	ab	2	abcd	2	ab	2
vw	28N2	3	a	5	e	4	efghi	3	bcd	4
vw	28Q2	3	a	4	cd	4	fghi	4	def	4
Mittelwert Anbauformen		2		4		4		4		3

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede $GD(p < 0,05)$ (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform (Spalte).

Standfestigkeit

Der Faktor Blütenfarbe war lediglich in der Reinsaat signifikant ($p < 0.001$). Im Gemenge mit Roggen ($p = 0.058$) und Triticale ($p = 0.087$) zeigte der Faktor Blütenfarbe nur einen tendenziellen Einfluss. Tendenziell wiesen die weißblühenden Genotypen eine höhere Standfestigkeit auf als die buntblühenden Genotypen.

Im Mittel über alle Genotypen in einer Anbauform war die Standfestigkeit in der Reinsaat gemessen mittels HEB-Index mit 0.6 am geringsten, gefolgt vom Weizen-Gemenge mit einem HEB-Index von 0.71, welcher auf die geringe Bestandsdichte des Weizens zurückzuführen ist. Im Triticale-Gemenge betrug der HEB-Index 0.73 und im Roggen-Gemenge 0.84, was auf die geringere Bestandsdichte der Erbsen im Roggen und auf Wuchshöhe und Standfestigkeit des Roggens zurückzuführen ist (Tabelle 15).

Im Mittel über alle Anbauformen wiesen aus der vb-Gruppe die Genotypen B21, 41, 42, EFB33, Nischkes Riesengebirgs und Württembergische die geringsten HEB-Indizes (0.5 bis 0.6) und die Genotypen 28F5, 28P1 und 28R2 (0.9 bis 1) die höchsten HEB-Indizes auf. Dazwischen lagen die HEB-Indizes der Genotypen der hb-Gruppe 44D2, F1 und F3 (0.7 bis 0.8), die Genotypen der hw-Gruppe 28A4, 28C3, 28D6, 28D7 (0.68 bis 0.74) und die Genotypen der vw-Gruppe 28I1, 28I3 und 28Q2 (0.8) auf (Tabelle 15).

Tabelle 15: HEB-Index für die Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen-Reinsaat	Erbsen-Roggen	Erbsen-Triticale	Erbsen-Weizen	Mittelwert Genotypen
	GD(p<.05)	0.3	0.2	0.2	0.2	
hb	44D2	0.7	0.8	0.6	0.8	0.7
hb	44F1	0.6	0.8	0.7	0.6	0.7
hb	44F3	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7
hw	13A1	0.6	0.7	1.0	0.6	0.7
hw	13B1	0.7		1.0		0.8
hw	13C1	0.6		0.7		0.7
hw	13D1	0.7		0.9	0.6	0.7
hw	13D4	0.8	0.9	0.7	0.8	0.8
hw	28A1	0.9	1.1	0.8	0.8	0.9
hw	28A4	0.7	0.8	0.7	0.6	0.7
hw	28C1	0.7	0.9	0.7	0.7	0.8
hw	28C3	0.6	0.9	0.7	0.7	0.7
hw	28D5	0.7	1.0	0.8	0.8	0.8
hw	28D6	0.6	0.8	0.7	0.6	0.7
hw	28D7	0.7	0.8	0.8	0.6	0.7
vb	14A2	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9
vb	28F5	0.8	1.0	0.9	0.9	0.9
vb	28L1	0.5	0.9	0.7	0.5	0.7
vb	28P1	0.8	1.0	1.1	1.0	1.0
vb	28R2	0.9	1.1	0.9	1.0	1.0
vb	B21	0.3	0.6	0.5	0.4	0.5
vb	B41	0.3	0.6	0.5	0.4	0.5
vb	B42	0.3	0.7	0.5	0.5	0.5
vb	EFB33	0.4	0.7	0.5	0.5	0.5
vb	Griech	0.6	0.8	0.8	0.5	0.7
vb	Nischkes	0.4	0.8	0.5	0.5	0.5
vb	Würt.	0.3	0.7	0.6	0.5	0.6
vw	28-E1	0.7				0.7
vw	28F3	0.6	0.8	0.5	0.8	0.7
vw	28H2	0.5	1.0		0.5	0.7
vw	28I1	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8
vw	28I3	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
vw	28N2	0.7	0.8	0.6	0.9	0.7
vw	28Q2	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8
Mittelwert Anbauformen		0.6	0.84	0.73	0.71	0.7

Lagerneigung in Abhängigkeit der Pflanzenlänge

Die Pflanzenlängen der Genotypen im Anbaujahr 2011 sind in Tabelle 16 aufgelistet.

Tabelle 16: Pflanzenlänge im BBCH Stadium 69 auf dem Standort DAR11_L

Genotyp	Pflanzenlänge 2011 (cm)	Genotyp	Pflanzenlänge 2011 (cm)	Genotyp	Pflanzenlänge 2011 (cm)
13A1	70	28D5	70	28Q2	95
13B1	85	28D6	95	28R2	35
13C1	90	28D7	90	B41	115
13D1	90	28F3	110	B42	120
13D4	100	28F5	40	44D2	115
14A2	60	28H2	110	44F1	110
B21	130	28I1	95	44F3	125
28A1	80	28I3	90	EFB33	115
28A4	90	28L1	100	Griechische	95
28C1	80	28N2	100	Nischkes	125
28C3	80	28P1	55	Würt.	105

In allen 4 Anbauformen zeigte die Lagerneigung einen signifikanten Zusammenhang mit der Pflanzenlänge (Abbildung 17). Je länger die Pflanzen desto höher war die Lagerneigung bzw. desto geringer war der HEB-Index. Für die Genotypen der vw- und hw-Gruppe zeigte sich, dass auch vollblättrige Genotypen vergleichbar hohe Standfestigkeiten aufwiesen wie halbblattlose. Nur im Vergleich der hb- und vb-Gruppe zeigte sich, dass halbblattlose bei ähnlicher Pflanzenlänge eine deutlich bessere Standfestigkeit aufwiesen als vollblättrige Genotypen (Abbildung 17).

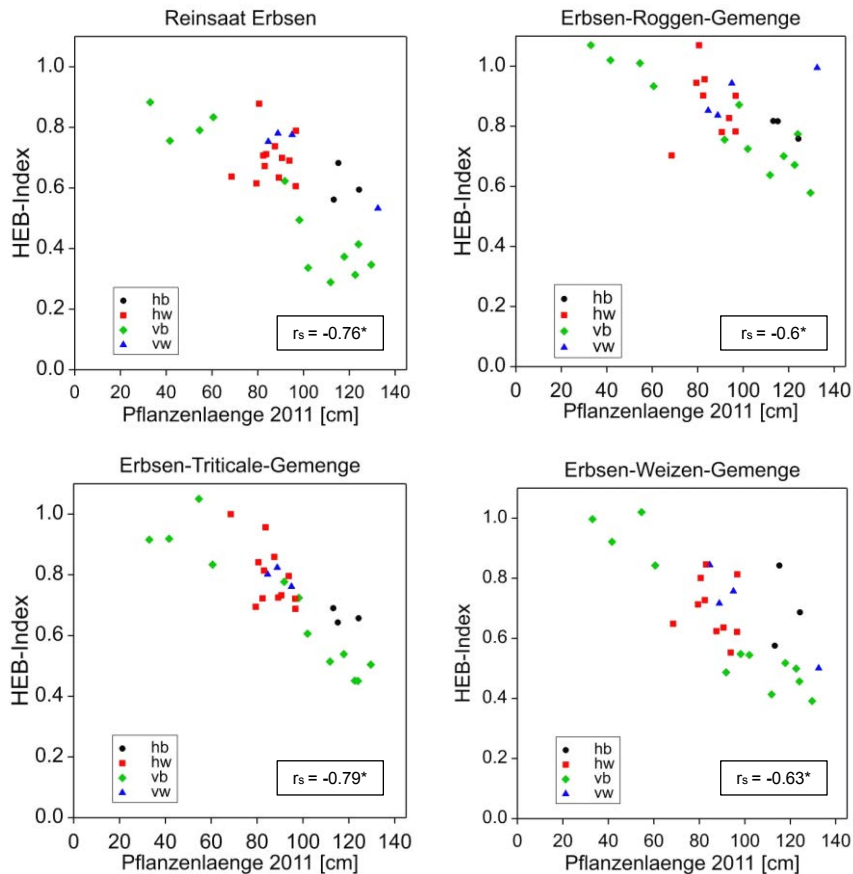


Abbildung 17: HEB-Index der morphologischen Kombinationen der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen in Abhängigkeit der Pflanzenlänge - DAR11_L

Ertrag

In allen Anbauformen war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform, wies der Erbsenertrag in Reinsaat mit durchschnittlich 9.5 dt/ha höhere Erträge auf als der Erbsenertrag im Roggen-Gemenge mit 3.7 dt/ha, im Triticale-Gemenge mit 5.7 dt/ha und im Weizen-Gemenge mit 6 dt/ha. Die höchsten Erbsenerträge in der Reinsaat erreichten die Genotypen der vb-Gruppe 28L1 (20 dt/ha), B41 (19 dt/ha), Würtembergische (21 dt/ha) und EFB33 (20 dt/ha). Aus der hb-Gruppe 44F1 (16.5 dt/ha), aus der hw-Gruppe 28D6 (11 dt/ha) und aus der vw-Gruppe (15.3 dt/ha). Andere Vertreter dieser Gruppen eigneten sich mehr für den Gemengeanbau, so erreicht Nischkes Riesengebirgs in der Reinsaat einen Erbsenertrag von 12 dt/ha aber im Triticale-Gemenge 20 dt/ha. Im Vergleich erreichte EFB33 im Gemenge mit Triticale 11 dt/ha, 28L1 13 dt/ha, 28D6 4 dt/ha und 28I3 5.5 dt/ha (Abbildung 18). Genotypen die im Gemenge mehr als die Hälfte des Erbsenertrages der Reinsaat erreichten, sind im Gemengeanbau konkurrenzfähig.

Im Gegensatz zu den Erbsenreinerträgen waren die Gemengegesamterträge im Mittel über alle Genotypen im Roggen-Gemenge mit 24 dt/ha am höchsten, gefolgt vom Triticale-Gemenge mit 20 dt/ha und dem Weizen-Gemenge mit 9 dt/ha (Abbildung 18). Bis auf das Weizengemenge konnte die Getreidekomponente lückige Erbsenbestände ausgleichen.

In der Reinsaat waren die Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.01$). In den Gemengen waren die Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe sowie deren Interaktion signifikant ($p < 0.001$). In der Reinsaat ergab sich folgende Rangfolge vb-Gruppe (15.4 dt/ha), hb-Gruppe (12 dt/ha), vw-Gruppe (7.2 dt/ha) und hw-Gruppe (4.4 dt/ha). In den Gemengen war die Rangfolge vb-Gruppe (8.3 bis 12.4 dt/ha), hb-Gruppe (1.9 bis 4.5 dt/ha), hw-Gruppe (2 bis 3.5 dt/ha), und vw-Gruppe (1.1 bis 2.5 dt/ha).

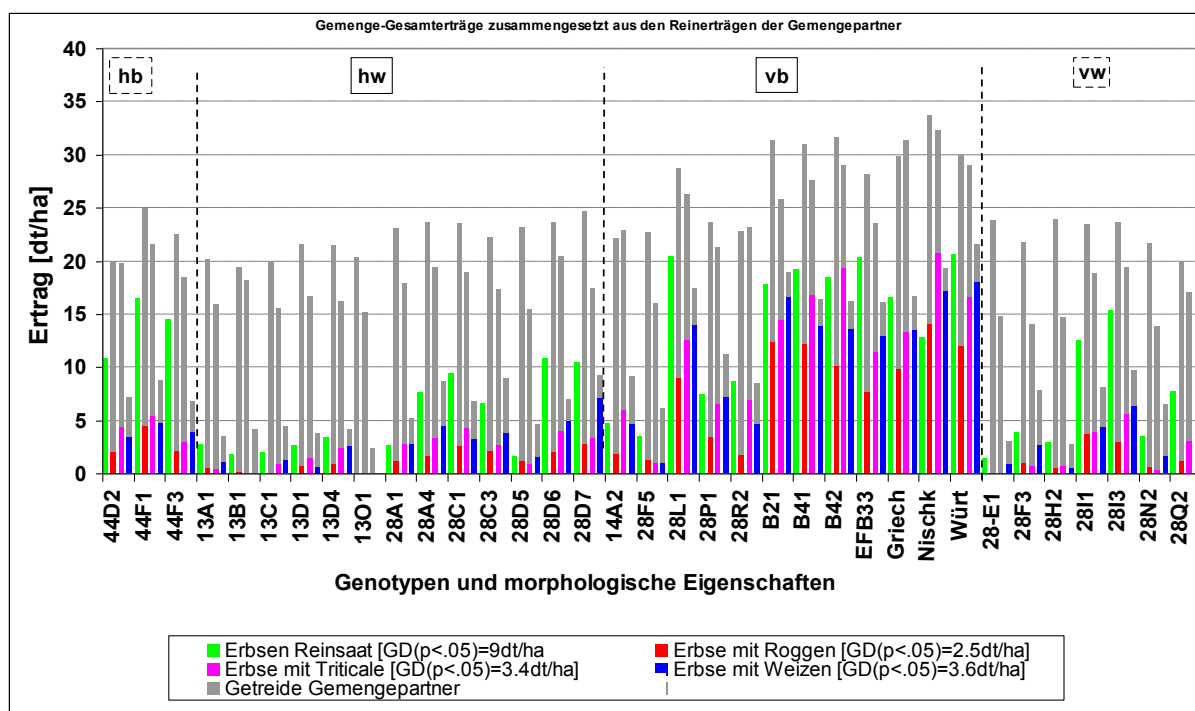


Abbildung 18: Gemenge-Gesamterträge zusammengesetzt aus den Reinerträgen der Erbsen und den jeweiligen Getreidegemengepartnern – DAR11_L

Relativer Ertrag der Erbsen im Verhältnis zur Reinsaat

Falls der relative Ertrag über 0.5 beträgt, erreichte der Genotyp im Gemenge mit der Hälfte der Saatstärke der Reinsaat mehr als die Hälfte des Ertrags des Genotyps in Reinsaat. Im Gemenge mit Roggen erreichten die Genotypen im Mittel einen relativen Ertrag von 0.4, dagegen im Gemenge mit Triticale und Weizen einen rel. Ertrag von 0.6. Besonders die Genotypen der vw-Gruppe kamen in keinem Gemenge über 0.5 während die Genotypen der vb-Gruppe in allen Gemengen über 0.5 lagen. Die Genotypen der hw-Gruppe kamen nur im Gemenge mit Weizen über 0.5. Demnach waren die Genotypen der vb-Gruppe nach den relativen Erträgen zu schließen mehr an den Gemengeanbau angepasst als alle anderen Genotypen (Tabelle 17).

Tabelle 17: Relativer Ertrag der Erbsen im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen im Verhältnis zur Reinsaat - DAR 2011

Blatttyp nud Blütenfarbe	Genotyp	rel. Ertrag im Gemenge mit Roggen	rel. Ertrag im Gemenge mit Triticale	rel. Ertrag im Gemenge mit Weizen
hb	44D2	0.2	0.4	0.3
hb	44F1	0.3	0.3	0.3
hb	44F3	0.2	0.2	0.3
hw	13A1	0.2	0.2	0.4
hw	13C1		0.5	0.6
hw	13D1	0.3	0.5	0.2
hw	13D4	0.3	0.7	0.8
hw	28A1	0.4	1.0	1.1
hw	28A4	0.2	0.4	0.6
hw	28C1	0.3	0.5	0.4
hw	28C3	0.3	0.4	0.6
hw	28D5	0.7	0.6	1.0
hw	28D6	0.2	0.4	0.5
hw	28D7	0.3	0.3	0.7
vb	14A2	0.4	1.3	1.0
vb	21-B	0.7	0.8	0.9
vb	28F5	0.4	0.3	0.3
vb	28L1	0.4	0.6	0.7
vb	28P1	0.5	0.9	1.0
vb	28R2	0.2	0.8	0.5
vb	41-B	0.6	0.9	0.7
vb	42-B	0.5	1.0	0.7
vb	EFB33	0.4	0.6	0.6
vb	Griech	0.6	0.8	0.8
vb	Nischk	1.1	1.6	1.3
vb	Wue	0.6	0.8	0.9
vw	28-E1	0.0	0.0	0.6
vw	28F3	0.3	0.2	0.7
vw	28H2	0.2	0.2	0.2
vw	28I1	0.3	0.3	0.4
vw	28I3	0.2	0.4	0.4
vw	28N2	0.2	0.1	0.5
vw	28Q2	0.2	0.4	0.4
Mittelwert Anbauformen		0.4	0.6	0.6

Korrelationen

Als Nachtrag zu den vorhergehenden Ergebnissen ist noch auf weitere Zusammenhänge verschiedener Merkmale einzugehen, die aus der Korrelation verschiedener Merkmale der Erbsen-Reinsaat (Tabelle 18) und des Erbsen-Triticale-Gemenges (Tabelle 19) hervorgingen. In beiden Anbauformen zeigten sich signifikante Einflüsse der Überwinterungsleistung und der damit zusammenhängenden Bestandsdichte der Genotypen im Frühjahr auf den Beikrautdeckungsgrad, den Erbsendeckungsgrad, den HEB-Index und den Erbsenertrag. Auch wurden signifikante Zusammenhänge zwischen der Standfestigkeit und der Pflanzlänge, sowie zwischen der Bestandshöhe und dem Beikrautdeckungsgrad (Tabelle 18 und Tabelle 19).

Ergebnisse

Tabelle 18: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale in Erbsen-Reinsaat - DAR11_L

Merkmale Erbsen-Reinsaat		1	2	3	4	5	6	7
Überwinterungsleistung [%]	1	x						
Bestandshöhe "zur Blüte" [cm]	2	0.58	x					
Beikrautdeckungsgrad "zur Blüte" [%]	3	-0.81	-0.80	x				
Erbsendeckungsgrad "zur Blüte" [%]	4	0.86	0.77	-0.97	x			
Bestandsdichte Erbsen "Frühjahr" [Pfl/m ²]	5	0.93	0.61	-0.80	0.84	x		
HEB-Index	6	-0.56	-0.90	0.70	-0.68	-0.61	x	
Pflanzenlänge [cm]	7	0.36	0.83	-0.61	0.57	0.42	-0.76	x
Erbsenertrag [dt/ha]	8	0.84	0.78	-0.93	0.95	0.85	-0.66	0.59

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

Tabelle 19: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale für das Erbsen-Triticale-Gemenge – DAR11_L

Merkmale Erbsen-Triticale-Gemenge		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Überwinterungsleistung [%]	1	x									
Bestandshöhe "zur Blüte" [cm]	2	0.46	x								
Beikrautdeckung "zur Blüte" [%]	3	-0.69	-0.43	x							
Erbsendeckung "zur Blüte" [%]	4	0.87	0.55	-0.82	x						
Bestandsdichte Erbsen "Frühjahr" [Pfl/m ²]	5	0.94	0.51	-0.77	0.88	x					
Getreidedeckung "zur Blüte" [%]	6	-0.56	-0.54	0.71	-0.75	-0.61	x				
HEB-Index	7	-0.41	-0.83	0.43	-0.50	-0.49	0.53	x			
Pflanzenlänge [cm]	8	0.38	0.82	-0.38	0.49	0.41	-0.53	-0.79	x		
Erbsenertrag [dt/ha]	9	0.85	0.63	-0.76	0.93	0.86	-0.69	-0.58	0.58	x	
Getreideertrag [dt/ha]	10	-0.30	-0.45	0.33	-0.41	-0.35	0.60	0.40	-0.44	-0.42	x
Gemengegesamtertrag [dt/ha]	11	0.80	0.55	-0.71	0.83	0.79	-0.53	-0.52	0.51	0.87	-0.05

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

BBCH-STADIEN

Eine Übereinstimmung mit der Abreife der Getreide (BBCH-Stadium 6.7.2011) wurde hauptsächlich von den Genotypen der Kreuzungsgruppe 28 erreicht. (Tabelle 20).

Tabelle 20: BBCH-Stadien der Genotypen und der Getreide vor Winter und ab Beginn Blüte – DAR 2011

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	29.10.2010	13.05.2011	18.5.	21.5.	25.5.	28.5.	1.6.	6.6.	16.6.	25.6.	6.7.
hb	44D2	16				59	60	63	65	71	74	78
hb	44F1	16				59	61	65	67	72	75	78
hb	44F3	16				59	60	65	67	73	75	79
hw	13A1	16			59	61	63	67	69	72	75	82
hw	13B1	16			59	61	63	67	69	73	77	85
hw	13C1	16		59	60	61	63	67	69	72	75	82
hw	13D1	16		59	60	62	65	65	69	73	75	81
hw	13D4	16		59	60	62	65	67	69	73	75	83
hw	13O1	16		-	-	-	-	-	-	-	-	-
hw	28A1	16			59	62	65	67	69	75	77	87
hw	28A4	16		59	60	63	65	67	69	73	76	83
hw	28C1	16		59	60	62	65	67	69	73	77	85
hw	28C3	16		59	60	62	65	67	69	75	77	86
hw	28D5	17		59	60	62	65	67	69	75	77	86
hw	28D6	16		59	60	62	65	67	67	73	76	87
hw	28D7	16		59	60	63	65	67	69	74	77	87
vb	14A2	16		59	60	61	63	67	69	75	78	86
vb	28F5	15			59	60	62	65	67	72	75	81
vb	28L1	16		59	61	63	62	67	69	75	78	87
vb	28P1	16			59	60	62	65	67	72	75	83
vb	28R2	16			59	60	62	65	69	75	78	83
vb	B21	16			59	61	63	65	67	72	75	83
vb	B41	16			59	60	63	65	67	73	76	85
vb	B42	16			59	60	64	65	67	73	76	83
vb	EFB33	16		59	60	61	63	65	67	73	75	82
vb	Griech	16		59	61	63	65	67	69	73	76	85
vb	Nischkes	16		59	60	63	65	67	67	73	76	85
vb	Württ.	16	59	61	63	65	65	67	69	75	78	88
vw	28-E1	16			59	61	65	67	69	73	75	81
vw	28F3	16	59	60	61	62	65	67	67	73	76	81
vw	28H2	16			59	61	63	67	69	75		
vw	28I1	16		59	61	63	62	67	69	75	77	88
vw	28I3	16	59	60	61	63	65	67	69	75	78	85
vw	28N2	15		59	61	62	65	67	69	73	77	84
vw	28Q2	16	59	60	61	63	65	67	67	73	78	86
	Triticale			57	59	61	65	69	71	75	77	85
	Weizen			41	51	53	61	65	71	75	77	85
	Roggen			59	61	65	69	69	73	75	77	87

5.1.2 Ergebnisse Standort Frankenhausen (DFH11_L)

Auf dem Standort Frankenhausen wurde ein Set von 28 Genotypen mit den in Tabelle 21 aufgelisteten Häufigkeiten an morphologischen Eigenschaften in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rüben getestet (siehe auch Tabelle 4).

Tabelle 21: Anzahl Genotypen und Häufigkeiten von Blatt- und Blütentypen im untersuchten Sortiment auf dem Standort Frankenhausen im Jahr 2011

morphologische Eigenschaften – Blattpf und Blütenfarbe	halbblattlos	vollblättrig	Σ
buntblühend	2	11	13
weißblühend	8	7	15
Σ	10	18	Σ 28

Feldaufgang

Der Faktor Genotyp war im Raps- und Rüben-Gemenge signifikant ($p < 0.05$). Außerdem war der Faktor Blütenfarbe in Reinsaat und im Raps-Gemenge signifikant ($p < 0.05$), wobei buntblühende Genotypen einen höheren Feldaufgang zeigten als weißblühende Genotypen (Abbildung 19).

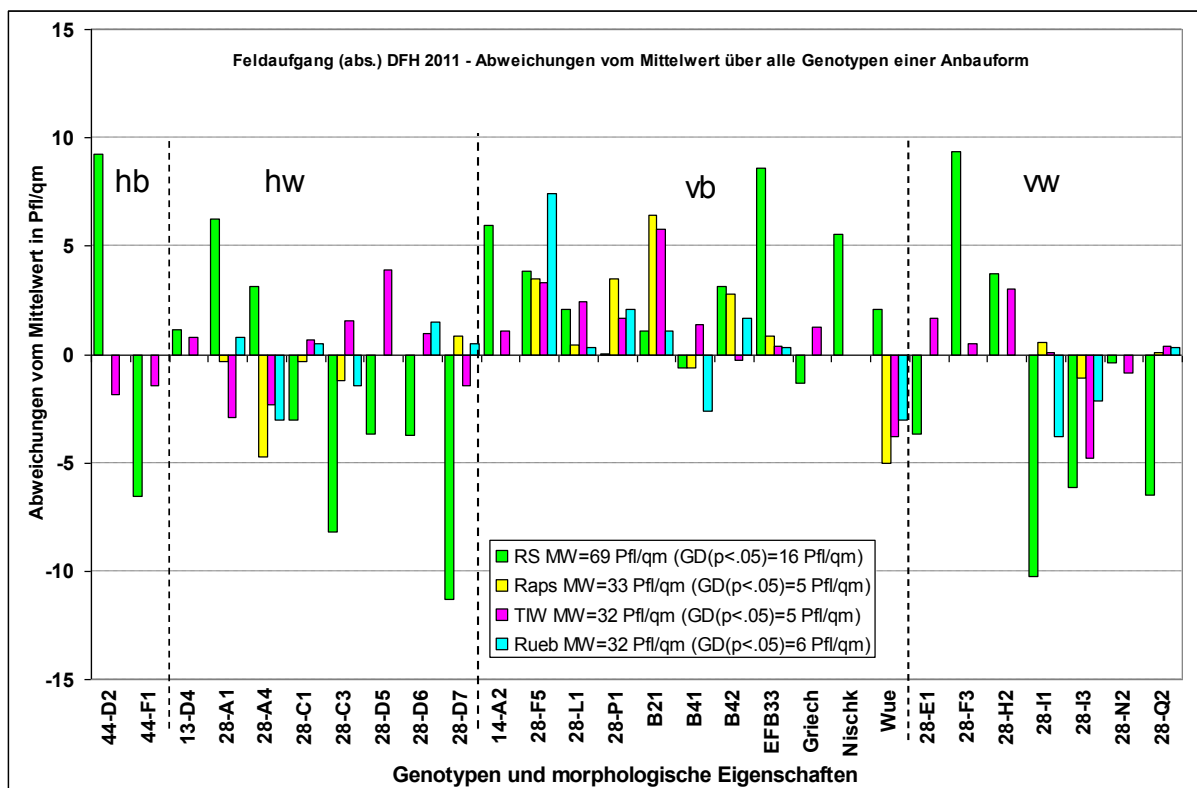


Abbildung 19: Feldaufgang (abs.) - Abweichungen vom Mittelwert über alle Genotypen einer Anbauform – DFH11_L

Überwinterung

In allen Anbauformen war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.01$). Der Mittelwert der Überwinterungsrate aller geprüften Genotypen lag bei 77,2 %. Die Anbauform hatte keinen Einfluss auf die Überwinterungsleistung der Genotypen. Im Mittel über alle Anbauformen wiesen die Genotypen 28-E1, H2 und N2 eine Überwinterungsleistung von $< 59\%$ auf, die Genotypen 28F5, I3, I1, A1, F3, D5 und 13D4 zwischen 66 und 69%, die Genotypen 28D7, Q2, Württembergische, 28D6, A4, 44F1, B42, B41, 28P1 und 28L1 zwischen 72 und 79% und die Genotypen 44D2, 28C1, 14A2, EFB33, 28C3 sowie Griechische zwischen 80 und 88%. Insgesamt war die Differenzierung der Überwinterungsleistung (47 bis 88%) deutlich geringer als auf dem Standort Darzau (0 bis 100%) (vgl. Abbildung 14).

Der Faktor Blütenfarbe war in der Reinsaat und im Gemenge mit Triticale signifikant ($p < 0.001$), wobei die buntblühenden Genotypen eine höhere Überwinterungsleistung zeigten als die weißblühenden Genotypen. In den Anbauformen Reinsaat, Gemenge mit Raps und Triticale war die mittlere Überwinterungsrate der vw-Gruppe mit 63% die geringste der vier Kombinationen. Die höchste Überwinterungsrate mit 83% zeigte dagegen die vb- und hb-Gruppe. Mit 79% lag die hw-Gruppe dazwischen.

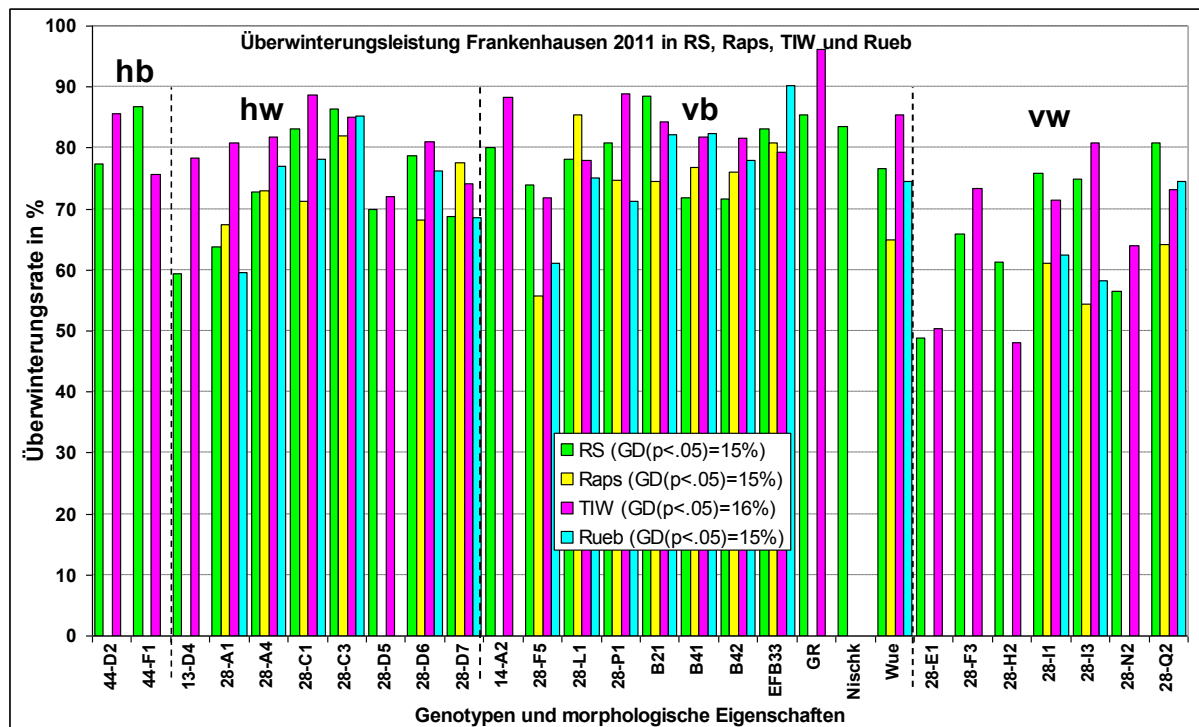


Abbildung 20: Überwinterungsleistung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale, Rüben - DFH 2011

Bodendeckung

Für den Erbsendeckungsgrad war der Faktor Genotyp „zur Blüte“ und „vor Ernte“ in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.001$). Für den Beikrautdeckungsgrad war der Faktor Genotyp in der Reinsaat „zur Blüte“ und „vor Ernte“ signifikant ($p < 0.001$). Der Beikrautdeckungsgrad war im Gemenge mit Raps für den Faktor Genotyp „zur Blüte“ nicht ($p = 0.535$) aber „vor Ernte“ signifikant ($p = 0.003$), im Gemenge mit Triticale „zur Blüte“ ($p < 0.001$) aber nicht „vor Ernte“ signifikant ($p = 0.523$) und im Gemenge mit Rüben „zur Blüte“ sowie „vor Ernte“ signifikant

($p=0.003$) (Tabelle 22 bis Tabelle 25). Aus den 50% der Genotypen, die im Mittel über beide Boniturtermine „zur Blüte“ und „vor Ernte“ die höchsten Erbsendeckungsgrade in der Reinsaat (74 bis 81%), im Gemenge mit Raps (52 bis 76%), im Gemenge mit Triticale (28 bis 36%) und im Gemenge mit Rübsen (34 bis 43%) erreichten, zählten über alle Anbauformen die Genotypen 28C3, 28C1, 28D6, B42, Württembergische, 28L1, Nischkes, Griechische, B21, 44F1, B41, 28Q2 und EFB33 (Tabelle 22 bis Tabelle 25).

Der Faktor Blatttyp ist in der Reinsaat und im Gemenge mit Raps lediglich für den Erbsendeckungsgrad „vor Ernte“ signifikant ($p=0.003$). Wobei in der Reinsaat halbblattlose Genotypen mit 83% einen höheren Erbsendeckungsgrad als die vollblättrigen mit 73% zeigten und im Gemenge mit Raps die vollblättrigen Genotypen mit 48% einen höheren Erbsendeckungsgrad als die halbblattlosen zeigten. Ansonsten waren die Merkmale Erbsen- und Beikrautdeckungsgrad für den Faktor Blatttyp zu keinem der Termine signifikant. Im Gemenge mit Triticale und im Gemenge mit Rübsen war zu keinem Zeitpunkt in den Merkmalen Erbsen- und Beikrautdeckungsgrad Signifikanz festzustellen.

Im Mittel über alle Genotypen in einer Anbauform unterschieden sich die Boniturzeitpunkte und die Anbauformen voneinander. In der Reinsaat stieg der Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ von 60 auf 76% „vor Ernte“ gleichzeitig fiel der Beikrautdeckungsgrad von 40% „zur Blüte“ auf 17% „vor Ernte“. In der Reinsaat konnten die Erbsen noch an Fläche gewinnen.

Der mittlere Erbsendeckungsgrad ging im Gemenge mit Raps von 66 auf 46%, im Gemenge mit Triticale von 36 auf 20% und im Gemenge mit Rübsen von 65 auf 40% zurück. Im Gemenge mit Raps und Triticale war der Beikrautbesatz mit 8 bis 2% relativ gering im Gegensatz zu 18% im Gemenge mit Rübsen. Der mittlere Deckungsgrad der Gemengepartner betrug im Gemenge mit Raps 22%, im Gemenge mit Triticale 40% und im Gemenge mit Rübsen 50% (Tabelle 22 bis Tabelle 25).

Trotz höherer Gemengepartnerdeckungsgrade wies das Gemenge mit Rübsen höhere Beikrautdeckungsgrade auf als das Gemenge mit Triticale. Das Gemenge mit Raps ist nicht repräsentativ, weil aufgrund der dünnen Rapsbestände viele Beikräuter von Hand entfernt wurden und somit „vor Ernte“ keine Schätzung vorgenommen werden konnte.

Tabelle 22: Erbsen- und Beikrautdeckung in **Reinsaat** zur Blüte (20.6.2011) und vor Ernte (28.7.2011) - DFH11_L

Blatttyp und Blüten- farbe	Genotyp	Erbsen- deckung zur Blüte [%]		Beikraut- deckung zur Blüte [%]		Erbsen- deckung vor Ernte [%]		Beikraut- deckung vor Ernte [%]	
hb	44-D2	79	gj	21	a	83	bcdef	17	abcdefgh
hb	44-F1	79	gj	21	a	83	bcdef	10	ab
hw	13-D4	67	defghij	33	abcd	82	bcdef	15	abcdef
hw	28-A1	42	abc	58	efghi	85	cdef	18	bdefghij
hw	28-A4	48	abcd	52	defghi	88	ef	16	abcdefg
hw	28-C1	61	defghij	39	abcd	88	ef	14	abcde
hw	28-C3	58	cdefghi	42	bcde	89	f	15	abcde
hw	28-D5	55	bcdefg	45	abcdef	87	cdef	18	abcdefghi
hw	28-D6	64	defghij	36	abcd	86	cef	15	abcde
hw	28-D7	50	bcdef	50	defgh	76	bcd	20	befghij
vb	14-A2	34	ab	66	fghi	29	a	33	kl
vb	28-F5	31	a	69	gi	29	a	42	l
vb	28-L1	72	ghij	28	abc	85	cdef	12	abcde
vb	28-P1	42	abc	58	efghi	37	a	31	ikl
vb	B21	77	j	23	a	83	bcdef	14	abcde
vb	B41	77	j	23	a	85	cdef	10	abc
vb	B42	69	eghij	31	abc	83	bcdef	11	abcd
vb	EFB33	77	j	23	a	86	cef	9	a
vb	Griech	74	gij	26	ab	85	cdef	16	abcdefg
vb	Nischk	72	ghij	28	abc	85	cdef	12	abcde
vb	Würt	69	eghij	31	abc	88	ef	11	abcd
vw	28-E1	50	abcde	50	cdefghi	75	bc	23	efghijk
vw	28-F3	44	abcd	56	defghi	77	bcde	13	abcde
vw	28-H2	61	cdefghij	39	abcde	78	bcdef	12	abcde
vw	28-I1	56	bcdefgh	44	cdef	74	b	20	befghij
vw	28-I3	48	abcd	52	defghi	81	bcdef	16	abcdefg
vw	28-N2	46	abcd	49	cdefg	41	a	29	fhijkl
vw	28-Q2	74	gij	26	ab	89	f	10	abc
Mittelwert Anbauform		60		40		76		17	

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede $GD(p<0,05)$ (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Tabelle 23: Erbsen-, Beikraut- und Rapsdeckung im **Erbsen-Raps-Gemenge** zur Blüte (20.6.2011) und vor Ernte (28.7.2011) - DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen- deckung zur Blüte [%]		Beikraut- deckung zur Blüte [%]		Erbsen- deckung vor Ernte [%]		Beikraut- deckung vor Ernte [%]		Raps- deckung vor Ernte [%]	
hw	28-A1	55	bcde	3	a	25	a	6	ab	32	fgh
hw	28-A4	68	defg	3	a	37	c	3	a	28	efg
hw	28-C1	63	cde	3	a	35	abc	5	ab	33	gh
hw	28-C3	68	defg	2	a	37	ac	6	ab	27	defg
hw	28-D6	68	defg	4	a	56	fg	6	ab	20	abcde
hw	28-D7	68	defg	3	a	45	df	6	ab	21	bcdef
vb	28-F5	37	a	5	a	25	ab	7	b	26	cdefg
vb	28-L1	80	g	2	a	65	bcdefg	3	a	20	abcde
vb	28-P1	65	cdef	2	a	44	de	6	ab	25	bcdefg
vb	B21	70	efg	3	a	63	fg	4	ab	21	bcdef
vb	B41	80	g	3	a	66	abcdefg	4	ab	11	a
vb	B42	78	fg	3	a	65	g	4	ab	16	abc
vb	EFB33	78	fg	4	a	74	abcdefg	5	ab	15	ab
vb	Wue	81	g	4	a	52	f	5	ab	18	abcde
vw	28-I1	50	abc	4	a	25	ab	7	b	23	bcdefg
vw	28-I3	53	abcd	4	a	33	abc	8	bc	17	abcd
vw	28-Q2	68	defg	2	a	38	cd	4	ab	22	bcdefg
Raps Reinsaat		45	ab	5	a			14	c	42	h
Mittelwert Anbauform ohne Raps-RS		66		3		46		5		22	

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Tabelle 24: Erbsen-, Beikraut- und Triticaledeckung im **Erbsen-Triticale-Gemenge** zur Blüte (20.6.2011) und vor Ernte (28.7.2011) - DFH11_L

Blatttyp und Blüten- farbe	Genotyp	Erbsen- deckung zur Blüte [%]		Beikraut- deckung zur Blüte [%]		Erbsen- deckung vor Ernte [%]		Beikraut- deckung vor Ernte [%]		Triticale- deckung vor Ernte [%]	
hb	44-D2	35	bcde	7	bcd	19	bcdef	1	a	40	b
hb	44-F1	42	ef	6	bc	24	efg	2	a	40	b
hw	13-D4	35	bcde	7	bcd	15	abcd	2	a	40	b
hw	28-A1	32	bcd	14	e	19	bcdef	3	a	40	b
hw	28-A4	40	def	6	bc	20	cdefg	2	a	38	a
hw	28-C1	35	bcde	6	bc	22	efg	1	a	40	b
hw	28-C3	40	def	6	bc	24	efg	3	a	39	ab
hw	28-D5	42	ef	5	ab	25	fg	2	a	40	b
hw	28-D6	40	def	5	ab	22	efg	2	a	39	ab
hw	28-D7	42	ef	7	bcd	22	efg	1	a	39	ab
vb	14-A2	30	abc	12	de	15	abcd	2	a	40	b
vb	28-F5	22	a	15	e	10	a	4	a	40	b
vb	28-L1	45	f	6	bc	25	fg	1	a	40	b
vb	28-P1	35	bcde	7	bcd	20	cdefg	2	a	39	ab
vb	B21	42	ef	6	bc	25	fg	1	a	40	b
vb	B41	40	def	6	bc	20	cdefg	3	a	40	b
vb	B42	40	def	6	bc	24	efg	2	a	40	b
vb	EFB33	45	f	6	bc	25	fg	3	a	40	b
vb	Griech	37	cdef	5	ab	24	efg	1	a	40	b
vb	Würt.	37	cdef	6	bc	19	bcdef	2	a	40	b
vw	28-E1	30	abc	7	bcd	14	abc	2	a	40	b
vw	28-F3	32	bcd	6	bc	17	bcde	1	a	40	b
vw	28-H2	30	abc	14	e	12	ab	2	a	40	b
vw	28-I1	35	bcde	12	de	21	defg	3	a	40	b
vw	28-I3	27	ab	10	cde	17	bcde	2	a	40	b
vw	28-N2	22	a	10	cde	10	a	3	a	40	b
vw	28-Q2	45	f	5	ab	27	g	2	a	40	b
Triticale Reinsaat		90	g	2	a			1	a	63	c
Mittelwert Anbauform ohne Triticale-RS		36		8		20		2		40	

*Unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Tabelle 25: Erbsen-, Beikraut- und Rübsendeckung im **Erbsen-Rübsen-Gemenge** zur Blüte (20.6.2011) und vor Ernte (28.7.2011) DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsendeckung zur Blüte [%]		Beikrautdeckung zur Blüte [%]		Erbsendeckung vor Ernte [%]		Beikrautdeckung vor Ernte [%]		Rübsendeckung vor Ernte [%]	
hw	28-A1	37	bcd	19	abcd	25	bcdef	17	bcdef	50	b
hw	28-A4	37	bcd	22	bcd	22	bcd	20	cdef	50	b
hw	28-C1	42	bcde	19	abcd	27	def	20	cdef	50	b
hw	28-C3	37	bcd	14	ab	20	b	25	f	50	b
hw	28-D6	42	bcde	17	abcd	26	cdef	21	def	50	b
hw	28-D7	37	bcd	22	bcd	22	bcd	24	ef	49	ab
vb	28-F5	22	a	27	de	12	a	22	ef	46	a
vb	28-L1	45	cdef	16	abc	25	bcdef	12	abc	50	b
vb	28-P1	32	ab	35	e	22	bcd	22	ef	50	b
vb	B21	42	bcde	13	ab	26	cdef	14	abcd	50	b
vb	B41	48	def	11	a	27	def	14	abcd	50	b
vb	B42	55	fg	11	a	31	f	10	a	48	ab
vb	EFB33	48	def	11	a	30	ef	12	abc	50	b
vb	Würt	42	bcde	16	abc	26	cdef	11	ab	50	b
vw	28-I1	35	bc	24	cde	24	bcde	16	abcde	50	b
vw	28-I3	35	bc	24	cde	21	bc	21	def	50	b
vw	28-Q2	50	ef	14	ab	30	ef	17	bcdef	50	b
Rübsen RS		65	g	24	cde			20	cdef	59	c
Mittelwert Anbauform ohne Rübsen-RS		40		19		24		18		50	

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede $GD(p<0,05)$ (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Nekrotisierungsgrad

Unspezifischer Blattbefall

Für das Merkmal unspezifischer Blattbefall war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p<0,05$). Der Faktor Blütenfarbe war in keiner Anbauform signifikant.

Im Mittel über alle Anbauformen zeigten die Genotypen 44D2, 44F1, 28Q2 und EFB33 (2.4); 28A1, 28D6, 28D7, B41 und Württembergische (2.5), 28A4 (2.6) die geringsten Anfälligkeiten (Tabelle 26).

Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform zeigten die Genotypen im Gemenge mit Raps (2.4) den geringsten Befall, in der Reinsaat (2.7) sowie im Gemenge mit Rübsen (2.7) mittlere Anfälligkeiten und im Gemenge mit Triticale (3.3) den höchsten Befall (Tabelle 26).

Tabelle 26: Blattbonitur der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Rübsen und Triticale. (1 = keine Blattflecken; 9 = sehr starke Fleckigkeit) – DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Reinsaat Blattbefall		Raps Blattbefall		Triticale Blattbefall		Rübsen Blattbefall		Mittelwert Genotypen
hb	44-D2	2.4	ab			2.3	a			2.4
hb	44-F1	2.4	ab			2.3	a			2.4
hw	13-D4	2.0	a			3.3	bcd			2.7
hw	28-A1	2.5	abc	2.0	a	3.3	bcd	2.3	ab	2.5
hw	28-A4	2.3	a	2.0	a	3.3	bcd	2.8	bc	2.6
hw	28-C1	3.3	bcde	2.3	ab	3.0	abc	2.3	ab	2.7
hw	28-C3	2.7	abcd	2.5	ab	3.5	bcde	2.8	bc	2.9
hw	28-D5	2.6	abcd			3.3	bcd			3.0
hw	28-D6	2.3	a	2.3	ab	3.0	abc	2.5	abc	2.5
hw	28-D7	2.0	a	2.3	ab	3.3	bcd	2.3	ab	2.5
vb	14-A2	3.6	bde			3.8	cde			3.7
vb	28-F5	4.0	e	2.5	ab	4.3	e	3.8	d	3.7
vb	28-L1	2.5	abc	2.5	ab	4.0	de	3.0	bcd	3.0
vb	28-P1	3.5	bde	3.2	c	3.3	bcd	3.0	bcd	3.3
vb	B21	2.5	abc	2.8	bc	3.8	cde	2.8	bc	3.0
vb	B41	2.2	a	2.3	ab	3.0	abc	2.5	abc	2.5
vb	B42	2.5	abc	2.8	bc	3.0	abc	2.5	abc	2.7
vb	EFB33	2.0	a	2.0	a	3.3	bcd	2.3	ab	2.4
vb	Griech	3.3	bcde			3.8	cde			3.6
vb	Nischk	2.2	a							2.2
vb	Würt.	2.5	abc	1.9	a	2.8	ab	2.8	bc	2.5
vw	28-E1	3.6	bde			3.3	bcd			3.5
vw	28-F3	3.6	bde			3.5	bcde			3.6
vw	28-H2	3.0	abcde			3.0	abc			3.0
vw	28-I1	3.3	bcde	2.5	ab	2.8	ab	3.3	cd	3.0
vw	28-I3	2.7	abcd	2.8	bc	3.0	abc	2.5	abc	2.8
vw	28-N2	2.9	abcde			3.5	bcde			3.2
vw	28-Q2	2.5	abc	2.0	a	3.0	abc	2.0	a	2.4
Mittelwert Anbauform		2.7		2.4		3.3		2.7		

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Hülsenbefall

Für das Merkmal Hülsenbefall war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p < 0,01$). Der Faktor Blütenfarbe war in der Reinsaat und im Gemenge mit Triticale signifikant ($p < 0,001$), wobei buntblühende mit einer mittleren Boniturnote in der Reinsaat von 2.2 und im Gemenge mit Triticale von 2.4 einen deutlich geringeren Befall aufwiesen als weißblühende mit 3.3 bzw. 3.8.

Im Mittel über alle Anbauformen zeigten die Genotypen 44D2 (2.0); 44F1 (2.1); 28L1 (2.2); B41 und EFB33 (2.3); 28P1, 14A2 und B42 (2.5); Württembergische, B21, Nischkes und 28I1 (2.7) niedrige Werte (Tabelle 27).

Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform zeigten die Genotypen im Gemenge mit Raps (2.7) den geringsten Befall, im Gemenge mit Rübsen (2.8) und in der Reinsaat (2.9) mittlere Anfälligkeiten und im Gemenge mit Triticale (3.3) den höchsten Befall (Tabelle 26).

Tabelle 27: Hülsebonitur der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen. (1 = keine Flecken; 9 = sehr starke Fleckigkeit) – DFH 2011

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Reinsaat Hülsebefall		Raps Hülsebefall		Triticale Hülsebefall		Rübsen Hülsebefall		Mittelwert Genotypen
hb	44-D2	1.9	a			2.0	a			2.0
hb	44-F1	1.9	a			2.3	ab			2.1
hw	13-D4	2.7	abcd			3.3	def			3.0
hw	28-A1	3.5	def	3.0	bcd	4.3	h	3.0	cde	3.5
hw	28-A4	3.2	cdef	2.5	abc	4.0	gh	3.0	cde	3.2
hw	28-C1	3.2	cdef	3.3	cd	4.3	h	3.3	de	3.5
hw	28-C3	3.2	cdef	3.5	d	4.3	h	3.3	de	3.6
hw	28-D5	3.8	def			4.5	h			4.2
hw	28-D6	3.7	df	3.3	cd	4.0	gh	3.8	e	3.7
hw	28-D7	3.5	def	3.5	d	3.8	fgh	3.3	de	3.5
vb	14-A2	2.7	abcd			2.3	ab			2.5
vb	28-F5	3.2	cdef	2.8	abcd	3.3	def	3.3	de	3.2
vb	28-L1	2.2	ab	2.0	a	2.3	ab	2.3	ab	2.2
vb	28-P1	2.5	abc	2.3	ab	2.5	abc	2.5	abc	2.5
vb	B21	2.5	abc	2.8	abcd	3.0	cde	2.5	abc	2.7
vb	B41	2.5	abc	2.5	abc	2.0	a	2.0	a	2.3
vb	B42	2.5	abc	2.5	abc	2.8	bcd	2.3	ab	2.5
vb	EFB33	2.2	ab	2.5	ab	2.3	ab	2.3	ab	2.3
vb	Griech	3.0	bcdef			2.8	bcd			2.9
vb	Nischk	2.7	abcde							2.7
vb	Würt	2.5	abc	2.4	abc	2.8	bcd	3.0	cde	2.7
vw	28-E1	3.8	def			3.8	fgh			3.8
vw	28-F3	3.2	cdef			4.3	h			3.8
vw	28-H2	3.3	cdef			4.0	gh			3.7
vw	28-I1	3.2	cdef	2.3	ab	3.0	cde	2.3	ab	2.7
vw	28-I3	3.2	cdef	2.5	abc	3.0	cde	2.8	bcd	2.9
vw	28-N2	3.3	cdef			4.0	gh			3.7
vw	28-Q2	2.7	abcde	2.5	abc	3.5	efg	2.3	ab	2.8
Mittelwert Anbauform		2.9		2.7		3.3		2.8		

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Reifeverzögerung

Das Merkmal Reifeverzögerung differenzierte nur sehr gering. Jedoch wurde festgestellt, dass die Reifeverzögerung in der Reinsaat (1.1) geringer ist als in den Gemengen (1.4). Im Mittel über alle Anbauformen zeigten die Genotypen 44D2 (2.4); 44F1 (1.9); B21, B41, B42 (1.3); 28H2 (2.1) nur tendenzielle und 28Q2 (4.8) sehr starke Probleme in der Abreife.

Tabelle 28: Bonitur Reifeverzögerung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen. (1 = gleichmäßige Abreife; 9 = ungleichmäßige Abreife) - DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Reinsaat		Gemenge mit Raps		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Rübsen		Mittelwert Genotypen
hb	44-D2	1.0	a			3.7	c			2.4
hb	44-F1	1.0	a			2.7	b			1.9
hw	13-D4	1.0	a			1.2	a			1.1
hw	28-A1	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0
hw	28-A4	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0
hw	28-C1	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0
hw	28-C3	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0
hw	28-D5	1.0	a			1.0	a			1.0
hw	28-D6	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0
hw	28-D7	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0
vb	14-A2	1.0	a			1.0	a			1.0
vb	28-F5	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0
vb	28-L1	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0
vb	28-P1	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.3	ab	1.1
vb	B21	1.3	ab	1.0	a	1.2	a	1.5	b	1.3
vb	B41	1.0	a	1.7	b	1.0	a	1.3	ab	1.3
vb	B42	1.0	a	1.5	b	1.0	a	1.5	b	1.3
vb	EFB33	1.3	ab	1.0	a	1.0	a	1.3	ab	1.2
vb	Griech	1.0	a			1.0	a			1.0
vb	Nischkes	1.0	a							1.0
vb	Würt	1.0	a	1.5	ab	1.0	a	1.3	ab	1.2
vw	28-E1	1.0	a			1.0	a			1.0
vw	28-F3	1.0	a			1.2	a			1.1
vw	28-H2	1.5	b			2.7	b			2.1
vw	28-I1	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.3	ab	1.1
vw	28-I3	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0	a	1.0
vw	28-N2	1.0	a			1.2	a			1.1
vw	28-Q2	2.5	c	5.5	c	5.7	d	5.5	c	4.8
Mittelwert Anbauform		1.1		1.4		1.4		1.4		

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede $GD(p<0,05)$ (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Standfestigkeit

Für das Merkmal Blattbefall war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p<0.05$). Der Faktor Blatttyp war in der Reinsaat ($p=0.035$), im Gemenge mit Raps ($p=0.036$) und im Gemenge mit Rübsen ($p<0.001$) signifikant. In der Reinsaat wiesen die halbblattlosen Genotypen mit 0.3 einen höheren HEB-Index auf als die vollblättrigen Genotypen mit 0.4. Auch im Gemenge mit Raps und Rübsen wiesen die halbblattlosen Genotypen mit 0.52 bzw. 0.72 einen höheren HEB-Index auf als die vollblättrigen Genotypen mit 0.43 bzw. 0.69 (Tabelle 29).

Über alle Gemenge zeigte der Genotyp EFB33 die geringste Standfestigkeit (HEB-Indizes: Raps 0.3; Rübsen 0.5; Triticale 0.6). In der Reinsaat zeigten nur die kurzen vollblättrigen, buntblühenden Genotypen 14A2, 28P1, 28F5 mit einem HEB-Index von 0.6 bis 0.9 eine ausreichende Standfestigkeit. Weitere Linien mit einer guten Standfestigkeit im Rübsen- und Triticale-Gemenge (HEB-Index > 0.7) waren außer den kurzen Genotypen aus der vb-Gruppe, die Genotypen 28C1, 28A4, 28A1, 28D5, 28C3, 28D6 und 28D7 aus der hw-Gruppe und Genotypen aus der vw-Gruppe 28F3, 28Q2, 28E1, 28I3, 28I1, 28H2 und 28N2. Die längerwüchsigen Genotypen aus der vb-Gruppe lagen alle unterhalb eines HEB-Indizes von 0.7 im Triticale- sowie Rübsen-Gemenge und unter 0.3 im Raps-Gemenge (Tabelle 29).

Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform zeigten die Genotypen in der Reinsaat die geringste Standfestigkeit (0.3) und im Gemenge mit Raps (0.5) dagegen im Gemenge mit Triticale und Rübsen die höchste Standfestigkeit (0.7) (Tabelle 29).

Tabelle 29: HEB-Index der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen – DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Reinsaat	Gemenge mit Raps	Gemenge mit Triticale	Gemenge mit Rübsen
GD(p>.05)		0.1	0.2	0.1	0.1
hb	44-D2	0.2		0.7	
hb	44-F1	0.2		0.7	
hw	13-D4	0.3		0.7	
hw	28-A1	0.3	0.6	0.7	0.9
hw	28-A4	0.3	0.6	0.7	0.8
hw	28-C1	0.3	0.6	0.7	0.8
hw	28-C3	0.3	0.6	0.8	0.8
hw	28-D5	0.3		0.7	
hw	28-D6	0.3	0.5	0.8	0.9
hw	28-D7	0.4	0.5	0.8	0.9
vb	14-A2	0.6		0.8	
vb	28-F5	0.8	0.8	0.8	0.8
vb	28-L1	0.2	0.3	0.6	0.6
vb	28-P1	0.7	0.7	0.8	0.8
vb	B21	0.3	0.4	0.6	0.5
vb	B41	0.3	0.3	0.6	0.5
vb	B42	0.2	0.3	0.6	0.4
vb	EFB33	0.3	0.3	0.5	0.5
vb	Griech	0.3		0.7	
vb	Nischkes	0.3			
vb	Würt.	0.2	0.3	0.7	0.6
vw	28-E1	0.4		0.8	
vw	28-F3	0.3		0.7	
vw	28-H2	0.3		0.8	
vw	28-I1	0.3	0.6	0.8	0.9
vw	28-I3	0.3	0.3	0.8	0.9
vw	28-N2	0.4		0.8	
vw	28-Q2	0.3	0.6	0.7	0.8
Mittelwert Anbauformen		0.3	0.5	0.7	0.7

Pflanzenlänge

Die Pflanzenlänge der Wintererbsengenotypen wurde anhand von drei Einzelpflanzen pro Parzelle in einer Feldwiederholung in Reinsaat und dem Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen erhoben. Dazu wurden möglichst repräsentative Pflanzen ausgewählt. Die Ausprägung der Pflanzenlängen der Wintererbsengenotypen waren für die Anbauformen „Gemenge mit Raps“ und „Reinsaat“, sowie für die Gemenge mit Rübsen und Triticale vergleichbar (Tabelle 30).

Die mittlere Pflanzenlänge der Wintererbsengenotypen variierte im Gemenge mit Triticale und Rübsen für Gruppe hb zwischen 90 und 96 cm, für die Gruppe hw zwischen 70 und 85 cm, für die Gruppe vb zwischen 39 und 109cm und für die Gruppe vw zwischen 65 cm und 95 cm (Tabelle 30).

Tabelle 30: Pflanzenlänge (cm) gemessen an drei repräsentativen Einzelpflanzen in Reinsaat sowie im Gemenge mit Triticale als auch mit Raps am 18.05.2011- DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen Reinsaat	Gemenge mit Raps	Gemenge mit Triticale	Gemenge mit Rübsen
hb	44-D2			90	
hb	44-F1			96	
hw	13-D4	78		92	
hw	28-A1	49	56	80	70
hw	28-A4	66	60	81	83
hw	28-C1	67	61	84	80
hw	28-C3	75	72	86	76
hw	28-D5	70		85	
hw	28-D6	67	70	79	71
hw	28-D7	76	60	84	77
hw	28-I3	77	70	84	79
vb	14-A2	51		44	
vb	28-F5	34	30	39	39
vb	28-I1	65	68	83	81
vb	28-L1	90	81	88	87
vb	28-P1	46	39	54	45
vb	B21	87	94	97	80
vb	B41	92	86	102	104
vb	B42	95	77	96	107
vb	EFB33	96	93	95	109
vb	Griech			89	
vb	Würt.		83	99	97
vw	28-E1	72		93	
vw	28-F3	77		93	
vw	28-H2			65	
vw	28-N2			93	
vw	28-Q2	78	70	87	95

Ertrag

Für das Merkmal Erbsenreinertrag und Gesamtertrag war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.01$). Für das Merkmal Erbsenreinertrag war die Faktoren Kombination aus Blatttyp und Blütenfarbe (hb, hw, vb, vw) in der Reinsaat und den Gemengen signifikant ($p < 0.026$). Für das Merkmal Gemenge-Gesamtertrag war der Faktor Genotyp im

Gemenge mit Triticale und mit Rübsen signifikant ($p < 0.01$). Jedoch die Faktoren-Kombination aus Blatttyp und Blütenfarbe war im Gemenge mit Triticale und Rübsen nicht signifikant.

Die Genotypen der hb-Gruppe wiesen in der Reinsaat und im Gemenge mit Triticale tendenziell den höchsten Erbsenreinertrag mit 20.8 bzw. 10 dt/ha auf. Den nächst höchsten Ertrag in der Reinsaat mit 16.9 dt/ha und den höchsten Ertrag im Gemenge mit Raps (30 dt/ha) und im Gemenge mit Rübsen (25 dt/ha) zeigten die Genotypen der vw-Gruppe. Die Genotypen der vb-Gruppe wiesen in der Reinsaat (13.7 dt/ha) den niedrigsten und im Gemenge mit Raps (20.3 dt/ha) und Rübsen (21.1 dt/ha) den mittleren Ertrag auf, lediglich im Gemenge mit Triticale wiesen die vb-Gruppe tendenziell den höchsten Ertrag auf. Die hw-Gruppe erreicht in der Reinsaat 15.8 dt/ha und im Gemenge mit Raps (22.2 dt/ha), mit Triticale (7.7 dt/ha) sowie mit Rübsen (16.7 dt/ha) (Tabelle 31).

Tabelle 31: Erbsen-Reinerträge (dt/ha) der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen in der Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale, Rübsen - DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Reinsaat		Gemenge mit Raps		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Rübsen	
hb	20.8	b			10.0	ab		
hw	15.8	ab	22.2	b	7.7	a	16.7	a
vb	13.7	a	20.3	b	10.9	b	21.1	b
vw	16.9	b	30.0	a	7.3	a	25.0	b

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD ($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Die Gemengegesamterträge waren in der Erbsenreinsaat und im Gemenge mit Raps identisch zu den Erbsenreinerträgen. Im Gemenge mit Raps wurde kein Raps geerntet. Die Gemengegesamterträge lagen im Gemenge mit Triticale zwischen 68 und 82 dt/ha und im Gemenge mit Rübsen zwischen 15 und 39 dt/ha (Abbildung 21).

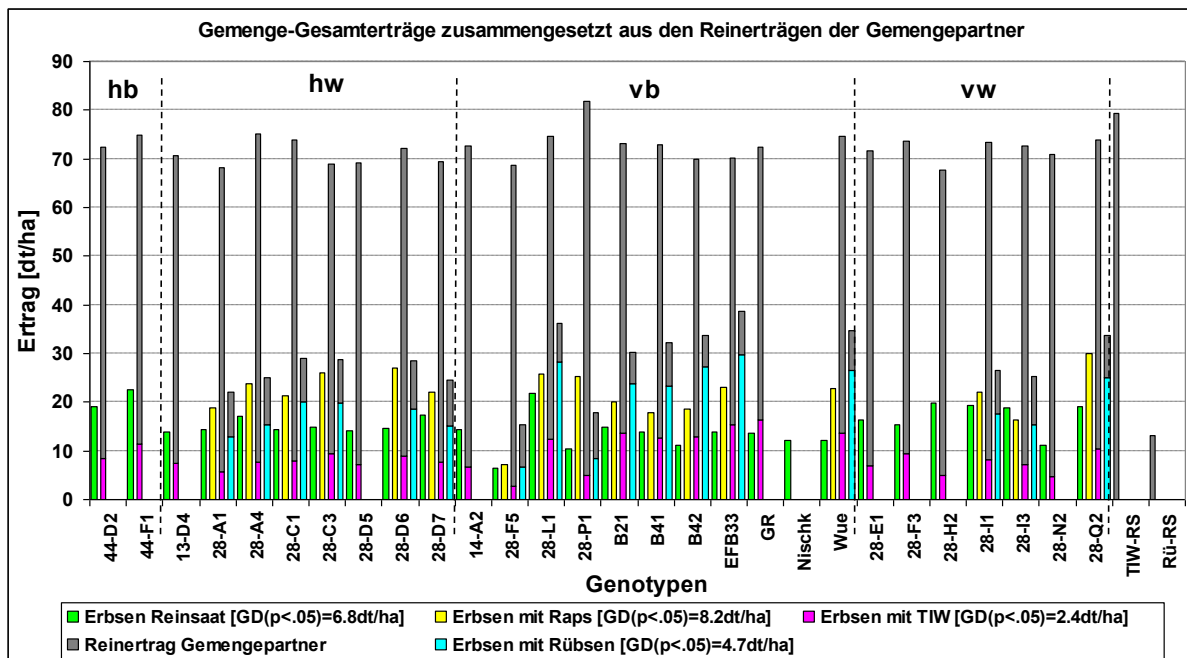


Abbildung 21: Gemengegesamterträge zusammengesetzt aus den Reinerträgen der Gemengepartner - DFH11_L

Das Ranking nach gemittelten absoluten Werten, insbesondere bei fehlenden Werten gab ein verzerrtes Bild über die Ertragsleistung eines Genotyps wider Daher wurden die absoluten Werte in relative Werte zum Mittelwert aller Genotypen einer Anbauform umgerechnet und der Rangfolge nach geordnet. Im Mittel über alle Anbauformen gehörten zu den 50% der ertragsstärksten Genotypen (mittlerer Erbsenreinertrag 12.9 bis 22.1 dt/ha und mittlerer Re-

lativertrag 96 bis 138) - aufsteigend sortiert nach mittlerem Relativertrag – 28A4, 28D6, 28D7, 28I1, 28F3, 28C3 B41, 44D2, B42, B21, Württembergische, 28Q2, EFB33, Griechische, 28L1, 44F1 (Tabelle 32).

Die Rangfolge der Genotypen zwischen den Anbauformen unterschied sich. Einige Genotypen zeigten in einer Anbauform höhere bzw. geringere relative Erträge als in einer anderen aber nur wenige Genotypen erreichten in allen Anbauformen relative Erträge über 100%. Beispielhaft sind die Genotypen 28I3, EFB33 und 28L1. Der Genotyp 28I3 erreicht in der Reinsaat 127%, aber in den Gemengen nur relative Erträge von 75 bis 78%. Dagegen erreicht der Genotyp EFB33 in der Reinsaat 90% und im Gemenge mit Triticale und Rübsen 170 bzw. 152%. Aber der Genotyp 28L1 erreicht in allen Anbauformen relative Erträge zwischen 120 und 144% (Tabelle 32).

Tabelle 32: Relative Erträge der Genotypen geordnet im Mittel über die Anbauformen Reinsaat und Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen sowie im Vergleich zu den Einzelwerten in den Anbauformen - DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Reinsaat rel. Ertrag	Raps rel. Ertrag	Triticale rel. Ertrag	Rübsen rel. Ertrag	Mittelwert Genotypen
vb	28-F5	43	33	31	34	35
vw	28-N2	73		51		62
vb	28-P1	69	117	56	43	71
hw	28-A1	94	88	61	65	77
vb	Nischkes	79				79
vb	14-A2	95		73		84
hw	13-D4	91		83		87
hw	28-D5	92		80	95	89
vw	28-I3	123	75	80	78	89
vw	28-E1	107		77		92
vw	28-H2	130		55		92
hw	28-C1	95	98	86	102	95
hw	28-A4	113	110	83	78	96
hw	28-D6	95	125	98	77	99
hw	28-D7	114	102	84		100
vw	28-I1	127	102	91	90	103
vw	28-F3	101		104		103
hw	28-C3	97	120	105	101	106
vb	B41	91	83	140	119	108
hb	44-D2	125		92		108
vb	B42	73	86	143	139	110
vb	B21	97	93	150	121	115
vb	Würt	80	102	149	134	116
vw	28-Q2	125	139	114	127	126
vb	EFB33	90	106	170	152	130
vb	GR	90		179		134
vb	28-L1	143	120	136	144	136
hb	44-F1	148		127		138

Relativer Ertrag der Erbsen im Gemenge zur Erbsen Reinsaat

Insbesondere in den Gemengen mit den Ölfrüchten erreichten die Genotypen durchschnittliche Relativerträge von 1.5 mit Raps und 1.4 mit Rübsen. Dagegen erreichten die Genotypen im Gemenge mit Triticale einen durchschnittlichen Relativertrag von 0.6. Die gute Performance der Genotypen im Gemenge mit Raps und Rübsen führte zu einem deutlich höheren Ertrag als in der Reinsaat. Die Genotypen der vb-Gruppe und der hw-Gruppe konnten die guten Wachstumsbedingungen in diesen Gemengen nutzen. Wohingegen nur die Genotypen der vb-Gruppe im Gemenge mit Triticale sichere relative Erträge über 0.5 erreichten (Tabelle 33).

Tabelle 33: Relative Erbsenerträge im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen im Verhältnis zur Erbsen Reinsaat - DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	rel. Ertrag im Gemenge mit Raps	rel. Ertrag im Gemenge mit Triticale	rel. Ertrag im Gemenge mit Rübsen
hb	44-D2		0.4	
hb	44-F1		0.5	
hw	13-D4		0.5	
hw	28-A1	1.3	0.4	0.9
hw	28-A4	1.4	0.4	0.9
hw	28-C1	1.5	0.5	1.4
hw	28-C3	1.7	0.6	1.3
hw	28-D5		0.5	1.3
hw	28-D6	1.8	0.6	1.0
hw	28-D7	1.3	0.4	
vb	14-A2		0.5	
vb	28-F5	1.1	0.4	1.0
vb	28-L1	1.2	0.6	1.3
vb	28-P1	2.4	0.5	0.8
vb	B21	1.3	0.9	1.6
vb	B41	1.3	0.9	1.7
vb	B42	1.7	1.2	2.4
vb	EFB33	1.7	1.1	2.2
vb	GR		1.2	
vb	Nischk	1.9	0.0	
vb	Wue	1.8	1.1	2.2
vw	28-E1		0.4	
vw	28-F3		0.6	
vw	28-H2		0.2	
vw	28-I1	1.1	0.4	0.9
vw	28-I3	0.9	0.4	0.8
vw	28-N2		0.4	
vw	28-Q2	1.6	0.5	1.3
Mittelwert Anbauformen		1.5	0.6	1.4

Rohprotein

Für das Merkmal Rohproteingehalt war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.001$). Der Faktor Blatttyp war in der Reinsaat, im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen signifikant ($p < 0.001$). Der Faktor Blütenfarbe war in der Reinsaat und im Gemenge mit Triticale signifikant ($p < 0.001$). Im Gemenge mit Triticale lag Interaktion zwischen Blatttyp und Blütenfarbe vor ($p < 0.001$). Die Faktorenkombination aus Blatttyp und Blütenfarben (hb, vb, hw, vw) war in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.001$).

Die Genotypen der Gruppe vb enthielten mit 25% RP den höchsten Gehalt an Rohprotein in der Reinsaat, die Gruppe hb und vw enthielten jeweils 23 % RP und die hw-Gruppe 20%. Die hw-Gruppe enthielt über alle Anbauformen mit 20 bzw. 19% die geringsten Rohproteingehalte. Die Genotypen der hb-Gruppe steigerten den Rohproteingehalt von 23% in der Reinsaat auf 25% im Gemenge mit Triticale. Wohingegen der Rohproteingehalt der Genotypen der vb-Gruppe in der Reinsaat von 25 auf 23 % in den Gemengen abnahm. Der Rohproteingehalt der Genotypen der vw-Gruppe war im Gemenge mit Triticale mit 22% am niedrigsten und im Gemenge mit Raps mit 24% am höchsten. In der Reinsaat und im Gemenge mit Rübsen erreichte die vw-Gruppe 23%. (Tabelle 34).

Tabelle 34: Rohproteingehalte (%TS) der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen in der Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale, Rübsen - DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Reinsaat		Gemenge mit Raps		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Rübsen	
hb	23	b			25	c		
hw	20	a	20	a	20	a	19	a
vb	25	c	23	b	23	b	23	b
vw	23	b	24	b	22	b	23	b

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

In der Reinsaat enthielten 50% der besten Genotypen 24 bis 28% Rohprotein – aufsteigend sortiert – 28I1, 28I3, B21, EFB33, Württembergische, 28L1, Nischkes, 28Q2, B41, Griechische, B42, 28P1, 28F5. Im Gemenge mit Triticale waren die Genotypen, die 23% bis 25% Rohprotein enthielten – aufsteigend sortiert – 28I3, 28L1, 28I1, 28F5, 28Q2, 44D2, 28P1 und 44F1 (Tabelle 35).

Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform enthielten die Genotypen in der Reinsaat mit 23% am meisten Rohprotein, im Gemenge mit Raps und Triticale enthielten die Genotypen im Mittel 22% und im Gemenge mit Rübsen mit 21% am wenigsten (Tabelle 35).

Tabelle 35: Rohproteingehalte (%TS) der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen - DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Reinsaat		Gemenge mit Raps		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Rübsen	
hb	44-D2	23	cdef			25	o		
hb	44-F1	23	cdef			25	o		
hw	13-D4	22	bcd			22	gh		
hw	28-A1	20	ab	20	b	20	def	20	b
hw	28-A4	20	a	19	ab	19	cde	19	a
hw	28-C1	20	a	18	a	19	abc	19	a
hw	28-C3	20	a	19	a	19	bcd	18	a
hw	28-D5	21	abc			20	ef		
hw	28-D6	19	a	18	a	18	ab	18	a
hw	28-D7	19	a	19	ab	18	a	18	a
vb	14-A2	23	bcdef			20	f		
vb	28-F5	28	k	22	c	24	mn	23	fg
vb	28-L1	25	efghi	23	cd	23	kl	22	cde
vb	28-P1	27	jk	23	cde	25	o	24	h
vb	B21	24	defgh	22	c	21	g	21	bc
vb	B41	26	ghij	24	def	22	hij	24	gh
vb	B42	26	ijk	24	f	22	jk	23	def
vb	EFB33	24	defghi	24	def	22	jk	22	def
vb	Griechische	26	hijk			22	jk		
vb	Nischkes	25	fghi						
vb	Würt.	24	defghi	23	c	22	ijk	22	cd
vw	28-E1	23	cdef			22	gh		
vw	28-F3	23	cdef			22	ijk		
vw	28-H2	22	bcde			21	gh		
vw	28-I1	24	def	22	c	23	lm	23	fg
vw	28-I3	24	defg	23	cde	23	kl	23	efg
vw	28-N2	22	bcdef			22	ghi		
vw	28-Q2	25	fghi	24	ef	24	n	23	fg
Mittelwert Anbauform		23		22		22		21	

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

TKM

Für das Merkmal Tausendkornmasse war der Faktor Genotyp, Blatttyp, Blütenfarbe und die Kombination aus Blatttyp und Blütenfarbe in allen Anbauformen signifikant ($p < 0,01$). Die Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe war in der Reinsaat und im Gemenge mit Triticale ebenfalls signifikant ($p < 0,001$).

Die Genotypen der Gruppe vb zeigten mit 92 bis 124g in allen Anbauformen das geringste TKM. Die hw-Gruppe wies ein TKM von 115 bis 143g auf, die vw-Gruppe 129 bis 157g und die hb-Gruppe 110 bis 152g (Tabelle36). Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform wiesen die Genotypen in der Reinsaat ein geringeres TKM (108g) auf als im Gemenge mit Raps (132g), Triticale (137g) und Rübsen (132g) (Tabelle 37). Zwar unterschieden sich die Genotypen innerhalb der Gemenge aber zwischen den Gemengen zeigten die Genotypen nur sehr geringe Unterschiede (Tabelle36 und Tabelle 37).

Tabelle36: TKM [in g] der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen in der Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale, Rübsen - DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Reinsaat		Gemenge mit Raps		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Rübsen	
hb	110	b			152	c		
vb	92	a	120	a	124	a	124	a
hw	115	b	143	b	139	b	140	b
vw	129	c	154	b	157	c	153	b

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Über alle Anbauformen zeigten folgende Genotypen ein mittleres TKM von 135 bis 149g – aufsteigend sortiert - 44F1, 28C3, 28D7, 28E1, 28D6, 28N2, 28I3, 28I1, 28L1, 28F3, 28Q2 und 28H2 (Tabelle 37).

Tabelle 37: TKM der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen – DFH11_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Reinsaat		Gemenge mit Raps		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Rübsen		Mittelwert Genotypen
hb	44-D2	107	cdef			152	j			129
hb	44-F1	116	efghi			152	j			134
hw	13-D4	118	fghij			147	hij			132
hw	28-A1	105	cde	132	de	124	d	133	d	123
hw	28-A4	112	defg	140	dfg	131	e	136	d	130
hw	28-C1	113	defg	141	dfg	136	ef	138	de	132
hw	28-C3	115	fgh	147	gh	141	fgh	138	de	135
hw	28-D5	107	cdef			135	ef			121
hw	28-D6	121	ghijkl	147	ghi	145	ghi	145	ef	139
hw	28-D7	118	fghijk	147	gh	145	ghi	137	de	137
vb	14-A2	109	cdef			138	f			123
vb	28-F5	79	ab	116	c	95	a	105	a	99
vb	28-L1	116	fgh	153	hi	160	k	158	g	147
vb	28-P1	105	cd	134	def	123	d	121	bc	121
vb	B21	85	b	96	ab	116	c	106	a	101
vb	B41	80	ab	103	b	115	c	118	b	104
vb	B42	80	ab	104	b	119	cd	119	b	105
vb	EFB33	74	a	92	a	107	b	103	a	94
vb	Griechische	77	ab			103	b			90
vb	Nischkes	84	b							84
vb	Würt.	98	c	131	d	140	fg	129	cd	124
vw	28-E1	126	hijklm			148	ij			137
vw	28-F3	131	jlm			165	k			148
vw	28-H2	133	m			165	k			149
vw	28-I1	121	ghijklm	155	i	151	ij	154	fg	145
vw	28-I3	125	hijklm	149	hi	150	ij	152	fg	144
vw	28-N2	133	m			148	ij			140
vw	28-Q2	126	ijklm	154	hi	160	k	153	fg	148
Mittelwert Anbauformen		108		132		137		132		

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Korrelationen

Als Nachtrag zu den vorhergehenden Ergebnissen ist noch auf weitere Zusammenhänge verschiedener Merkmale einzugehen, die aus den Korrelationstabellen der Erbsen-Reinsaat (Tabelle 38) und des Erbsen-Triticale-Gemenges (Tabelle 39) hervorgehen.

In der Reinsaat (Tabelle 38) zeigten sich signifikante Einflüsse der Überwinterungsrate und damit der Bestandsdichte der Genotypen im Frühjahr auf den Beikrautdeckungsgrad und den Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ aber nicht auf den Erbsenertrag. In der Reinsaat korrelierte die Pflanzenlänge mit der Erbsendeckung ($r_s=0.48$) und der Beikrautdeckung ($r_s=-0.49$). Der Rohproteingehalt zeigte eine negative Korrelation mit dem TKM ($r_s=-0.35$) und dem Erbsenertrag ($r_s=-0.47$).

Tabelle 38: Spearman-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen in der Erbsenreinsaat - DFH11_L

Merkmale Erbsen Reinsaat		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Überwinterungsleistung [%]	1	x									
Bestandsdichte Erbsen "Frühjahr" [Pfl/m ²]	2	0.78	x								
Bestandshöhe "zur Blüte"	3	-0.04	-0.08	x							
Beikrautdeckung "zur Blüte" [%]	4	-0.50	-0.42	-0.08	x						
Erbsendeckung "zur Blüte" [%]	5	0.50	0.42	0.08	-1.00	x					
HEB_Index	6	-0.23	-0.20	-0.46	0.44	-0.43	x				
Pflanzenlänge [cm]	7	0.12	0.13	0.02	-0.49	0.48	-0.45	x			
Erbsenertrag [dt/ha]	8	0.07	-0.05	0.57	-0.08	0.09	-0.16	-0.01	x		
TKM [g]	9	-0.18	-0.35	0.57	0.10	-0.11	-0.13	-0.29	0.42	x	
Rohproteingehalt [%]	10	0.07	0.15	-0.47	-0.04	0.04	0.06	0.35	-0.35	-0.47	x
Rohproteinertrag [dt/ha]	11	0.11	0.01	0.46	-0.15	0.16	-0.18	0.16	0.94	0.31	-0.08

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test; zweiseitig)

Im Gemenge mit Triticale (Tabelle 39) korrelierte die Überwinterungsleistung mit dem Erbsenertrag ($r_s=0.39$) und der Erbsendeckung „zur Blüte“ ($r_s=0.26$). Auch die Bestandsdichte der Erbsen im Frühjahr korrelierte mit dem Erbsendeckungsgrad ($r_s=0.42$). Der Erbsenertrag korrelierte mit der Erbsendeckung ($r_s=0.7$). Im Gemenge mit Triticale korrelierte die Pflanzenlänge mit der Bestandshöhe ($r_s=0.56$) und geringfügig mit der Beikrautdeckung ($r_s=-0.31$) sowie der Erbsendeckung ($r_s=0.24$). Der Rohproteingehalt zeigte keine Korrelation mit dem TKM und nur eine schwache Korrelation zum Erbsenertrag ($r_s=0.2$) und zum Gemengegesamtertrag ($r_s=0.26$) (Tabelle 39).

Tabelle 39: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen im Gemengeanbau mit Triticale - DFH 2011

Merkmale Erbsen-Triticale-Gemenge		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Überwinterungsleistung [%]	1	x											
Bestandsdichte Erbsen "Frühjahr" [Pfl/m ²]	2	0.81	x										
Bestandshöhe "zur Blüte" [cm]	3	0.06	0.05	x									
Beikrautdeckung "zur Blüte" [%]	4	-0.32	-0.29	-0.47	x								
Erbsendeckung "zur Blüte" [%]	5	0.26	0.32	0.50	-0.70	x							
HEB_Index	6	-0.07	-0.07	-0.73	0.37	-0.39	x						
Pflanzenlänge [cm]	7	0.03	-0.01	0.56	-0.31	0.24	-0.66	x					
Erbsenertrag [dt/ha]	8	0.39	0.35	0.59	-0.62	0.70	-0.61	0.60	x				
Triticaleertrag [dt/ha]	9	-0.18	-0.23	-0.24	0.35	-0.51	0.36	-0.36	-0.63	x			
Gemengegesamtertrag [dt/ha]	10	0.09	0.04	0.22	-0.13	-0.02	-0.09	0.04	0.06	0.69	x		
TKM [g]	11	-0.31	-0.32	0.06	0.00	-0.06	0.10	0.01	-0.15	0.19	0.08	x	
Rohproteingehalt [%]	12	-0.07	-0.06	0.02	0.05	-0.07	-0.17	0.20	0.12	0.12	0.26	0.16	x
Rohproteinertrag [dt/ha]	13	0.36	0.33	0.59	-0.59	0.66	-0.64	0.64	0.98	-0.58	0.11	-0.09	0.28

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

BBCH-STADIEN

Die Genotypen zeigten Unterschiede im Blühbeginn und der Abreife (Tabelle 40). Genotypen die später als EFB33 waren, wurden für die weiteren Untersuchungen nicht mehr verwendet. Die Entwicklungsstadien der Triticale stimmten mit den Erbsen überein, aber nicht die der Rübsen und des Raps (Tabelle 40).

Tabelle 40: BBCH-Stadien der Genotypen (Mittelwerte aller Anbauformen) – DFH11_L

BT	BF	Blatttyp- und Blütenfarbe	Genotyp	12.05.11	16.05.11	18.05.11	20.05.11	24.05.11	27.05.11	01.06.11	06.06.11	20.06.11
h	b	hb	44-D2		52	54	57	60	61	63	69	76
h	b	hb	44-F1				52	59	61	65	71	76
h	w	hw	13-D4	59	60	60	62	62	65	66	71	76
h	w	hw	28-A1		53	55	59	61	64	67	71	77
h	w	hw	28-A4		54	55	60	62	64	67	71	77
h	w	hw	28-C1		54	58	61	62	65	68	71	77
h	w	hw	28-C3	54	59	60	63	63	65	67	71	77
h	w	hw	28-D5	53	57	59	61	62	65	67	71	77
h	w	hw	28-D6		55	58	61	62	65	67	71	77
h	w	hw	28-D7	52	56	59	61	62	65	67	71	77
h	w	hw	28-I3	57	60	61	63	63	65	67	71	77
v	b	vb	14-A2	56	60	60	62	61	63	64	67	77
v	b	vb	28-F5				55	61	62	63	66	77
v	b	vb	28-L1			53	59	61	62	67	71	77
v	b	vb	28-P1					60	61	63	65	77
v	b	vb	B-21		52	54	58	61	62	66	71	77
v	b	vb	B-41					60	61	66	71	76
v	b	vb	B-42				53	60	61	66	71	76
v	b	vb	EFB33		54	56	60	62	63	66	71	76
v	b	vb	Griech	57	60	61	64	63	65	68	71	77
v	b	vb	Nischk		54	55	60	62	63	66	71	77
v	b	vb	Würt.	53	59	60	63	63	65	68	71	77
v	w	vw	28-E1	61	61	62	63	62	65	67	71	77
v	w	vw	28-F3	60	61	61	63	62	65	67	71	77
v	w	vw	28-H2	52	57	60	62	62	64	65	70	76
v	w	vw	28-I1	57	61	62	63	63	65	68	71	77
v	w	vw	28-N2	62	63	63	64	64	65	67	71	77
v	w	vw	28-Q2	60	60	61	62	62	65	67	71	74
			Rübsen	67	69	71	73	75	75	77	78	80
			Raps	67	69	69	71	73	75	75	78	80
			Triticale	51	55	59	59	65	65	69	71	75

5.1.3 Klimakammerversuch zur Ermittlung der Frosthärte – 2011

Um weitere Informationen zur Frosthärte zu erhalten, wurde unter kontrollierten Bedingungen ein Frosthärteversuche in der Klimakammer der Universität Göttingen Abteilung Pflanzenzüchtung bei Prof. Dr. W. Link angelegt. Dazu wurde das gleiche Saatgut verwendet, wie es im Herbst 2010 im Feldversuch ausgesät wurde.

Der Zeitpunkt mit der größten Differenzierung im Merkmal Turgor und dem Merkmal Verfärbung auf den Blättern wurde nach dem 5. Frostereignis beobachtet (Abbildung 22 und Abbildung 23). Für die Darstellung und Korrelation der Merkmale der Frostkammer und der Überwinterungsleistungen im Feld wurden die Frosttermine 6 (18.10.2011) und 7 (19.10.2011) verwendet, weil zu diesen Terminen an den meisten Pflanzen die höchste Merkmalsausprägung zu beobachten war.

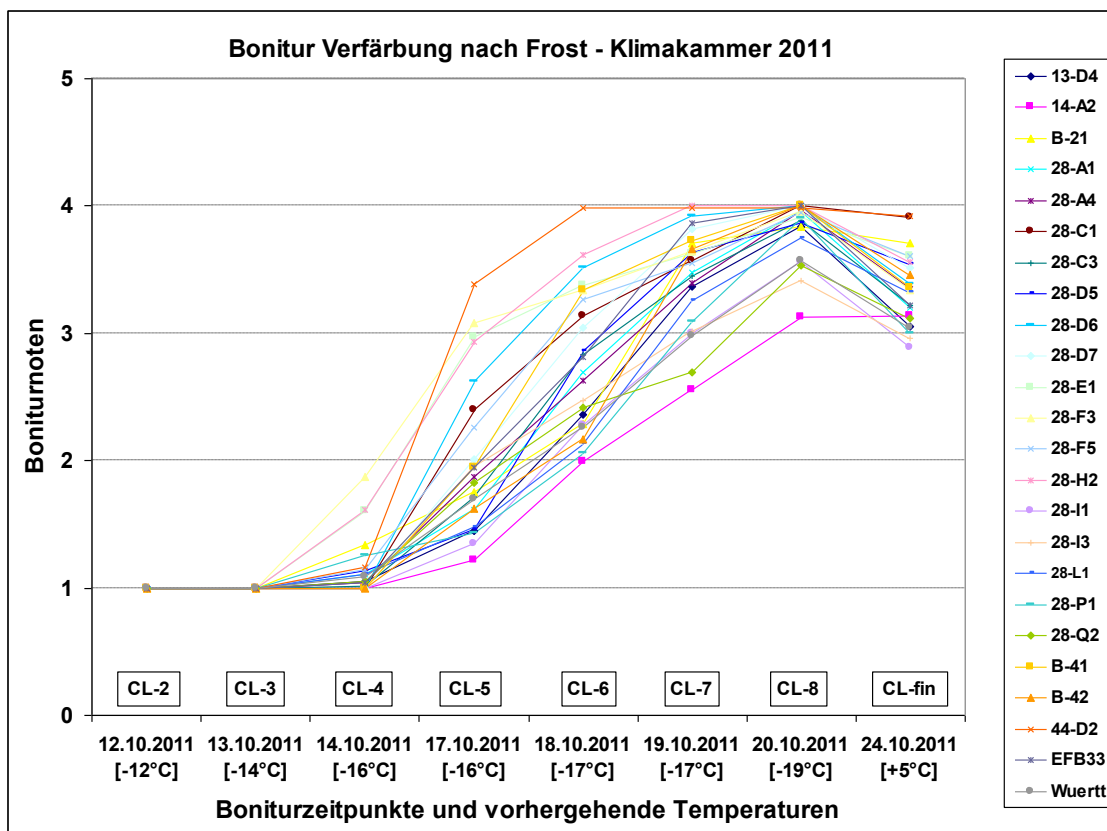


Abbildung 22: Bonitur Verfärbung nach Frost - Klimakammer 2011

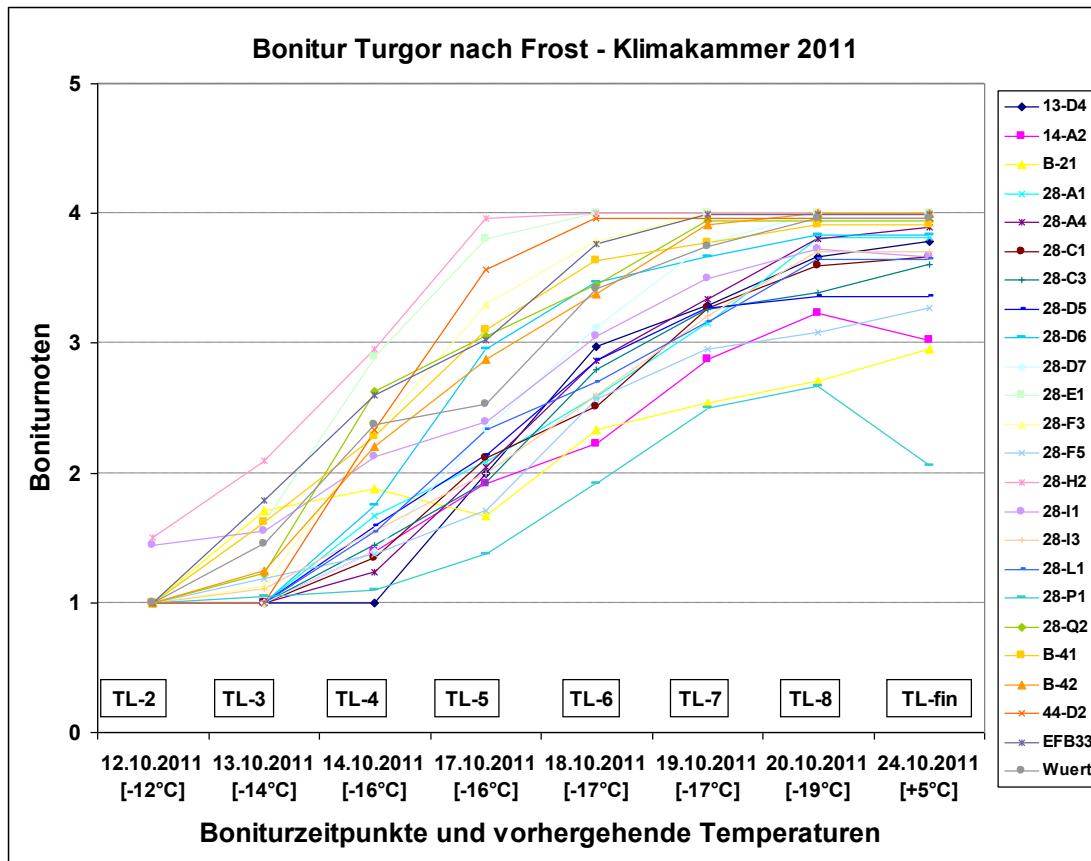


Abbildung 23: Bonitur Turgor nach Frost - Klimakammer 2011

Für das Merkmal 1. Aufwuchs, 2. Wiederaufwuchs, DTS-2011, Turgor und Blattverfärbung war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). Für das Merkmal 2. Wiederaufwuchs, DTS-2011 und Turgor waren die Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe sowie deren Interaktion signifikant ($p = 0.002$). Für das Merkmal Blattverfärbung war der Faktor Blatttyp signifikant ($p = 0.02$), jedoch nicht der Faktor Blütenfarbe ($p = 0.191$), aber deren Interaktion ($p < 0.001$).

In Tabelle 41 sind die Ergebnisse für die Merkmale 1. Aufwuchs, 2. Wiederaufwuchs, Überlebensneigung (DTS – Disposition to survive), Turgor (TL) und Blattverfärbung (CL) der Genotypen des 6. und 7. Frosttermins aus dem Klimakammerversuch 2011 aufgelistet. Beim Vergleich der Mittelwerte der Blatttyp und Blütenfarben Kombinationen für das Merkmal Überlebensneigung zeigte sich, dass die hb-Gruppe mit dem Genotyp 44D2 den geringsten Wert mit 47° aufweist. Danach folgt mit 51° die hw-Gruppe, wobei der Genotyp 28D6 (44°) am schlechtesten und der Genotyp 28A4 (61°) am besten abschnitt. Die vw-Gruppe erreichte im Mittel 56° mit den frostanfälligeren Genotypen 28H2 (37°) und 28E1 (41°) und den frost-resistenteren Genotypen 28Q2 (65°), 28I3 (69°) und 28I1 (71°). Im Mittel erreichte die vb-Gruppe (74°) den höchsten Durchschnittswert. Wobei der Genotyp 14A2 mit 49° am schlechtesten abschnitt und die Genotypen Württembergische (83°), 28P1 (85°) und B21 (90°) am besten. Bei einem Wert von 90° hat der Genotyp vollständig überlebt und bei einem Wert von 45° waren in einem bestimmten Zeitraum allen Genotypen abgefroren (Tabelle 41).

Tabelle 41: Ergebnisse der Frostkammerversuche 2011

Blatttyp und Blüten- farbe	Genotyp	BBCH	WH	1. Auf- wuchs [g]	2.Wieder Aufwuchs [g]	DTS*- 2011 [°]	TL-6 11	TL-7 11	CL-6 11	CL-7 11
GD (p<.05)										
hb	44-D2	12	7.6	0.24	0.01	47	4.0	4.0	4.0	4.0
hw	28-D6	13	5.9	0.27	0.00	44	3.5	3.7	3.5	3.9
hw	13-D4	13	6.0	0.48	0.00	45	3.0	3.3	2.4	3.4
hw	28-C3	12	5.4	0.24	0.00	49	2.8	3.3	2.8	3.5
hw	28-A1	13	6.0	0.28	0.01	51	2.6	3.2	2.7	3.5
hw	28-D7	13	6.8	0.29	0.00	52	3.1	3.8	3.0	3.8
hw	28-D5	13	5.0	0.27	0.00	53	2.9	3.3	2.9	3.6
hw	28-C1	13	5.6	0.27	0.01	54	2.5	3.3	3.1	3.6
hw	28-A4	12	6.2	0.22	0.01	61	2.9	3.3	2.6	3.4
vb	14-A2	13	5.4	0.57	0.00	49	2.2	2.9	2.0	2.6
vb	B-41	12	7.6	0.43	0.16	68	3.6	3.8	3.3	3.7
vb	EFB33	12	7.8	0.40	0.08	68	3.8	4.0	2.8	3.9
vb	28-L1	13	7.2	0.55	0.25	70	2.7	3.2	2.1	3.3
vb	B-42	13	7.7	0.43	0.14	75	3.4	3.9	2.2	3.7
vb	Würt.	12	7.5	0.52	0.36	83	3.4	3.7	2.3	3.0
vb	28-P1	13	5.8	0.55	0.35	85	1.9	2.5	2.1	3.1
vb	B-21	12	7.8	0.49	0.36	90	2.3	2.5	2.3	3.7
vw	28-H2	12	7.8	0.40	0.00	37	4.0	4.0	3.6	4.0
vw	28-E1	12	8.3	0.41	0.00	41	4.0	4.0	3.4	3.6
vw	28-F3	12	8.6	0.45	0.01	53	3.8	4.0	3.3	3.6
vw	28-F5	12	4.5	0.38	0.08	56	2.6	3.0	3.3	3.6
vw	28-Q2	12	6.6	0.49	0.11	65	3.4	3.9	2.4	2.7
vw	28-I3	13	6.7	0.51	0.20	69	2.6	3.2	2.5	3.0
vw	28-I1	13	6.1	0.49	0.14	71	3.1	3.5	2.3	3.0

*DTS = Disposition to Survive (Überlebensneigung) nach Roth und Link (2009)

Inwieweit die Ergebnisse des Frostkammerversuches mit den Überwinterungsraten auf dem Standort Darzau und Frankenhausen übereinstimmen wurde mit Korrelationsberechnungen überprüft (Tabelle 42). Um mehr Prüfglieder für die Korrelationen der Überwinterungsraten in Darzau und Frankenhausen zur Verfügung zu haben, wurden die Varianten Raps und Rüben der Domäne Frankenhausen im Jahr 2011 nicht in die Korrelationen mit einbezogen.

Die Überwinterungsraten der verschiedenen Anbauformen in Darzau korrelierten ($r_s=0.75$ bis $r_s=0.92$). Dagegen korrelierte die Überwinterungsrate auf dem Standort Frankenhausen zum Standort Darzau lediglich mit $r_s=0.34$ bis höchstens $r_s=0.67$ für das Gemenge mit Triticale auf beiden Standorten. Auch die Korrelation zwischen der Reinsaat und dem Gemenge mit Triticale in Frankenhausen war mit $r_s=0.57$ relativ gering. Noch geringer war die Korrelation zwischen DTS und der Reinsaat ($r_s=0.3$) und dem Gemenge mit Triticale ($r_s=0.19$) in Frankenhausen (Tabelle 42).

Tabelle 42: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix (n=24) - Überwinterung im Feld in Darzau und DFH zu ausgewählten Merkmalen der Klimakammerversuche – 2011

Merkmale		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011_DAR_RS_nW [%]	1	x											
2011_DAR_RW_nW [%]	2	0.83	x										
2011_DAR_TIW_nW [%]	3	0.75	0.90	x									
2011_DAR_WW_nW [%]	4	0.87	0.92	0.84	x								
2011_DFH_RS_nW [%]	5	0.52	0.41	0.50	0.41	x							
2011_DFH_TIW_nW [%]	6	0.34	0.48	0.67	0.43	0.57	x						
CL_6_11	7	-0.40	-0.44	-0.52	-0.46	-0.31	-0.30	x					
CL_7_11	8	-0.03	0.02	-0.06	0.04	-0.19	-0.14	0.73	x				
DTS_2011	9	0.70	0.73	0.65	0.72	0.37	0.30	-0.56	-0.27	x			
2. W-aufwuchs-11 [g]	10	0.73	0.68	0.60	0.70	0.30	0.19	-0.45	-0.18	0.95	x		
TL_6_11	11	-0.15	-0.19	-0.38	-0.17	-0.40	-0.43	0.60	0.52	-0.37	-0.28	x	
TL_7_11	12	-0.21	-0.22	-0.40	-0.22	-0.39	-0.43	0.54	0.49	-0.34	-0.26	0.96	x
1. Aufwuchs-11 [g]	13	0.29	0.29	0.34	0.35	0.08	0.09	-0.66	-0.53	0.42	0.49	-0.25	-0.25

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

5.2 Versuchsjahr 2012

Nachdem die Linien im Anbaujahr 2011 auf beiden Standorten getestet wurden, konnte eine erste Einschränkung des Materials vorgenommen werden. Aus jeder Blatttyp-Blütenfarbe-Kombination wurden die besten Genotypen beider Standorte im Merkmal Überwinterung, Erbsendeckungsgrad und Ertrag herausgesucht. Jedoch war die Ranghöhe nicht allein entscheidend ob ein Genotyp weitergeführt wurde. Aus der vb-Gruppe wurden die Genotypen 28L1 und 28P1 weitergeführt, obwohl diese Genotypen in der Rangfolge meist niedriger standen, als die Genotypen 41-B, 21-B, 42-B. Diese Entscheidung wurde mit dem Hintergrund getroffen, neue Linien bzw. Genotypen für die ökologische Landwirtschaft zur Verfügung zu stellen. Die Genotypen der Kreuzungsgruppe B sind der Sorte EFB33 und den genetischen Ressourcen sehr ähnlich im Blatttyp, in der Blütenfarbe, in der Pflanzenlänge und stehen in der Rangfolge zwischen der Sorte EFB33 und den genetischen Ressourcen. Das entscheidende Kriterium die Genotypen der Kreuzungsgruppe B nicht weiterzuführen, waren die starke Reifeverzögerung, der späte Blühbeginn und die späte Abreife (Tabelle 20 und Tabelle 40) sowie die hohe Pflanzenlänge (Tabelle 16). Der Genotyp 28L1 dagegen war der Sorte EFB33 und den genetischen Ressourcen im Blatttyp und Blütenfarbe ähnlich, jedoch war dieser Typ kürzer, wies eine gleichmäßigere Abreife sowie eine geringere Lagerneigung und einen früheren Blühbeginn auf. Der Genotyp 28P1 wurde aufgrund seiner sehr kurzen Wuchshöhe weitergeführt und weil er die besten Ergebnisse aus der Gruppe der kurzwüchsigen Genotypen erreichte.

Aus der hb-Gruppe wurde der Genotyp 44F1 weitergeführt, weil dieser Genotyp von allen halbblattlosen, buntblühenden und langwüchsigen Genotypen in allen Anbauformen die besten Werte erreichte.

Aus der vw-Gruppe wurden die Genotypen 28I1, 28I3 und 28Q2 weitergeführt. 28I1 und 28I3 zeigten auf dem Standort Darzau die höchste Überwinterungsrate und 28Q2 erreichte auf dem Standort Frankenhausen hohe Erträge. Daher wurde dieser Genotyp trotz schlechter Überwinterungsleistung in Darzau weitergeführt.

Aus der hw-Gruppe wurden die Genotypen 28D6, 28D7, 28A1, 28A4, 28C1 und 28C3 aufgrund ihrer Neuheit - winterhart, halbblattlos, weißblühend - in die nächsten Versuchsjahre übernommen.

Nachfolgend wird zur Vereinfachung in der Bezeichnung der Linien die Kreuzungsgruppe weggelassen. Die verwendeten Linien mit deren phänotypischen Merkmalen (Blatttyp und Blütenfarbe) sind in Tabelle 43 zu finden.

Tabelle 43: Linien bzw. Sorten und deren morphologische Eigenschaften die im Anbaujahr 2012 und 2013 auf allen Standorten verwendet wurden

Linien/Sorten	Blatttyp	Blütenfarbe
44F1	h	b
A1	h	w
A4	h	w
C1	h	w
C3	h	w
D6	h	w
D7	h	w
I1	v	w
I3	v	w
L1	v	b
P1	v	b
Q2	v	w
EFB33	v	b
Griechische	v	b
Nischkes Riesen.	v	b
Württembergische	v	b

*h=halbblattlos, v=vollblättrig, b=buntblühend, w=weißblühend

Die Häufigkeiten der phänotypischen Merkmalskombinationen finden sich in Tabelle 44.

Tabelle 44: Häufigkeiten der Blatttyp-Blütenfarben-Kombination

Blütenfarbe	buntblühend	weißblühend
Blatttyp		
halbblattlos	1	6
vollblättrig	6	3

5.2.1 Ergebnisse Standort Darzau (DAR12_L)

Auf dem Standort in Darzau konnte im Jahr 2012 lediglich der Feldaufgang bestimmt werden und die basale Verzweigung.

Feldaufgang

Am 1.12.2011 befanden sich die Genotypen im BBCH Stadium 19 bis 20. Tendenziell wiesen die weißblühenden, insbesondere die vw-Gruppe, einen schlechteren Feldaufgang auf als die buntblühenden, aber auch innerhalb der Gruppe der buntblühenden fanden sich Genotypen mit einem schlechteren Feldaufgang (Griechische) (Abbildung 24). Aufgrund der warmen Witterungsbedingungen nach der Aussaat unterschieden sich die Genotypen nicht signifikant voneinander.

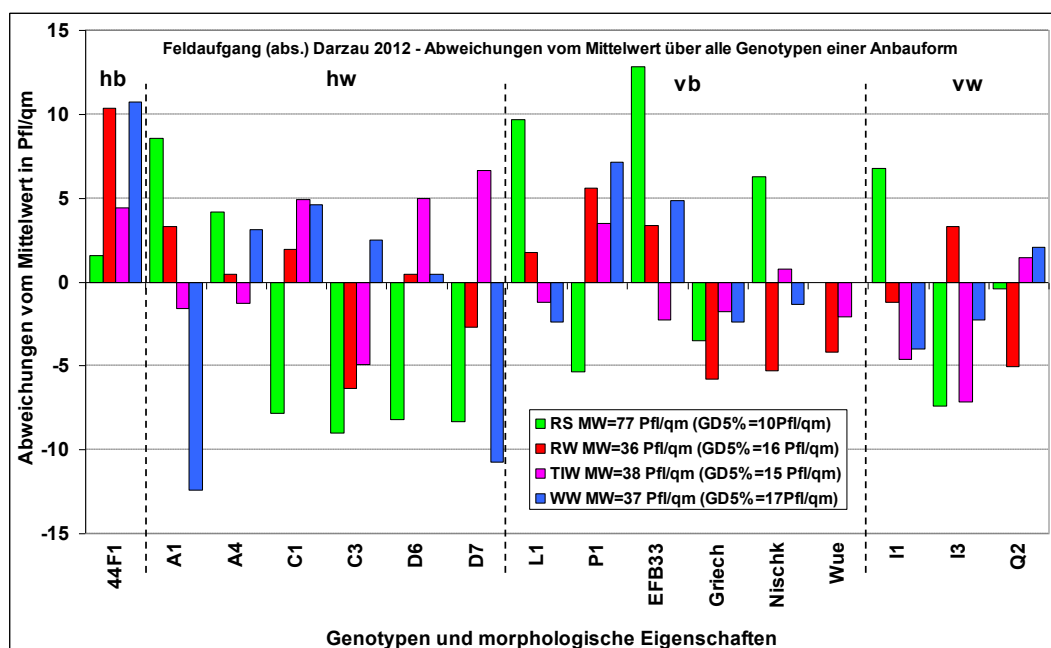


Abbildung 24: Feldaufgang - Abweichungen vom Mittelwert (abs.) über alle Genotypen einer Anbauform - DAR12_L

Basale Verzweigung

Für das Merkmal basale Verzweigung war der Faktor Genotyp in der Reinsaat nicht signifikant aber im Gemenge mit Roggen und Triticale ($p < 0.01$). Im Mittel zeigte sich in der Reinsaat, die höchste basale Verzweigung (4.6 Triebe) und im Gemenge mit Roggen (2.6) die geringste. Die Anzahl der Triebe war im Gemenge mit Triticale (2.8) geringer als in der Reinsaat aber höher als mit Roggen. Der Genotyp Q2 zeigte mit 3.9 die höchste Anzahl an Trieben. Die geringste Anzahl mit 2.7 zeigte der Genotyp C1 (Tabelle 45).

Tabelle 45: Basale Verzweigung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen und Triticale - DAR12_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen Reinsaat	Gemenge mit Roggen	Gemenge mit Triticale	Mittelwert Genotypen
	GD ($p < .05$)	1.5	0.8	1.3	
hb	44F1	4.2	2.1	3.0	3.1
hw	A1	5.2	2.0	2.4	3.2
hw	A4	3.9	3.0	2.7	3.2
hw	C1	4.5	2.0	1.5	2.7
hw	C3	5.1	3.0	2.7	3.6
hw	D6	4.6	2.0	3.1	3.2
hw	D7	4.9	2.7	2.8	3.5
vb	L1	5.1	2.4	2.7	3.4
vb	P1	3.0	3.0	3.3	3.1
vb	EFB33	4.4	3.0	3.0	3.5
vb	Griech	4.5	2.9	3.6	3.7
vb	Nischkes	4.0	2.5	3.5	3.4
vb	Würt	4.6	2.5	2.2	3.1
vw	I1	5.6	2.6	2.7	3.7
vw	I3	4.0	2.4	2.7	3.0
vw	Q2	5.6	2.7	3.5	3.9
Mittelwert Anbauformen		4.6	2.6	2.8	3.3

5.2.2 Ergebnisse Standort Frankenhausen (DFH12_L, DFH12_H, DFH12_S)

Aufgrund der Übersichtlichkeit für die pflanzenbaulichen Fragestellungen, die in Frankenhausen bearbeitet wurden und der vorhandenen Saatgutmenge, wurde das Liniensortiment für den Standort Frankenhausen auf verschiedene Versuche aufgeteilt. Im zweifaktoriellen Versuch **Linienversuch (DFH12_L)** wurden 8 Genotypen - 44F1, 28A4, 28D6, 28L1, 28P1, 28C3, 28I1, 28I3 plus die Referenz EFB33 geprüft und im **Herkünfteversuch (DFH12_H)** die Genotypen 28C1, 28D7, 28Q2 sowie die genetischen Ressourcen Württembergische, Nischkes Riesengebirgs plus die Referenz EFB33 einfaktoriell im Gemenge mit Triticale. Aufgrund der starken Konkurrenz der Triticale in Frankenhausen wurde als dritter Versuch ein **Saatstärkenversuch (DFH12_S)** angelegt, um die günstigste Saatstärkekombination für zwei exemplarische morphologische Kombinationen zu finden.

5.2.2.1 Linienversuch (DFH12_L)

Feldaufgang

In 2012 gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Blatttypen, den Blütentypen, den Genotypen oder der Anbauform. Daher wird auf eine Darstellung verzichtet.

Überwinterung

Für das Merkmal Überwinterung waren der Faktor Genotyp und die Anbauform signifikant ($p < 0.001$). Die Interaktion der beiden Faktoren war nicht signifikant ($p = 0.162$). Die Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe waren signifikant sowie die Interaktion aus Anbauform.Blatttyp.Blütenfarbe ($p = 0.03$).

In allen Anbauformen zeigte die hb-Gruppe die geringsten Überwinterungsraten. Tendenziell zeigte die hw-Gruppe im Gemenge mit Triticale die höchsten Überwinterungsraten (75%) gegenüber der vb- (65%) bzw. vw-Gruppe (60%), aber nicht in den anderen Anbauformen (Tabelle 46). Nach dem Gemenge mit Triticale wiesen die Genotypen im Gemenge mit Rübsen eine bessere Überwinterung auf als in der Reinsaat und im Gemenge mit Raps, wobei das Gemenge mit Raps die geringsten Überwinterungsraten aufwies.

Tabelle 46: Überwinterung (%) der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen - DFH12_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Erbsen Reinsaat		Gemenge mit Raps		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Rübsen	
hb	2	a	2	a	13	abc	7	ab
hw	25	bcde	21	abcd	75	i	33	defgh
vb	29	cdefg	19	abcd	65	i	44	fh
vw	29	bcdef	15	abc	60	i	39	efgh

*unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test; $p < 0,05$ (R.A.Fischer)

Im Gemenge mit Triticale zeigte die halbblattlose, weißblühende Linie D6 mit einer Überwinterungsrate von 78% die beste Überwinterungsrate, gefolgt von A4 (76%) und EFB33 (73%). Im Gemenge mit Rübsen zeigte EFB33 (65%) die höchste Überwinterungsrate, gefolgt von I1 (46%) und A4 (41%). Im Gemenge mit Raps lag kein Unterschied zwischen D6 (30%) und EFB33 (30%) vor. In der Reinsaat zeigte ebenfalls EFB33 die höchste Überwinterungsrate mit 47%, gefolgt von D6 (36%) und I1 (32%) (Abbildung 25).

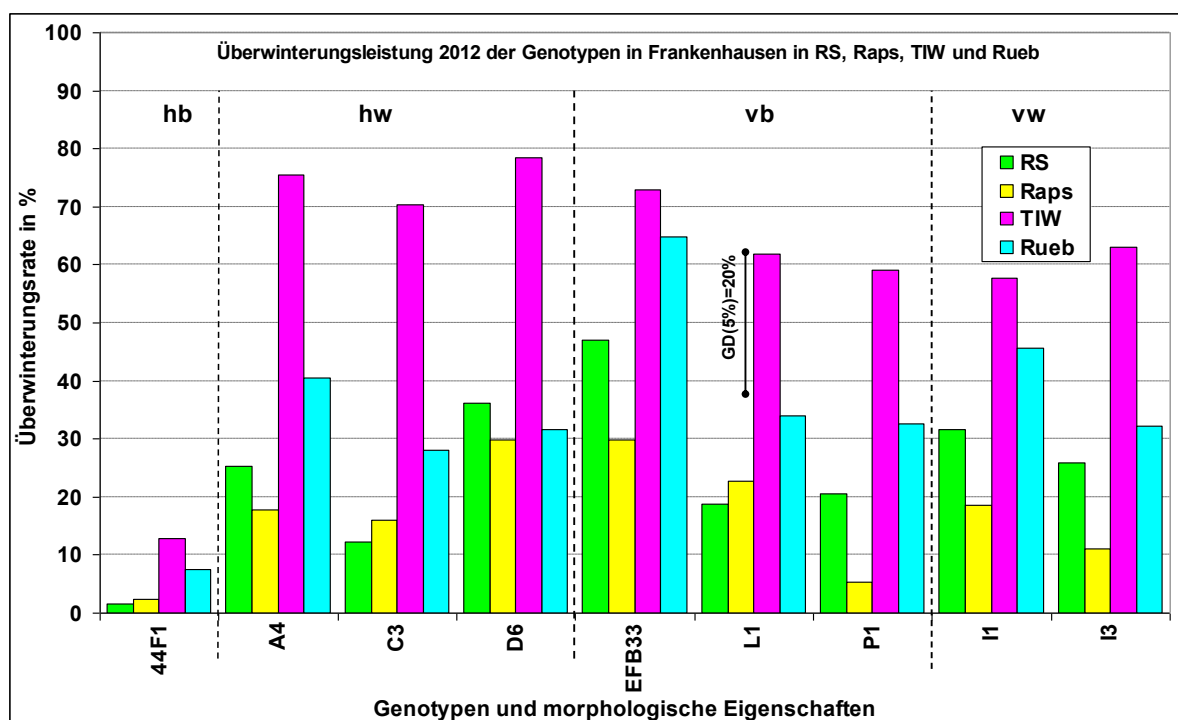


Abbildung 25: Überwinterungsrate der Genotypen in Reinsaat und den Gemengen mit Raps, Triticale und Rüben - DFH12_L

Bodenbedeckung

Aufgrund der hohen Auswinterung wurden die Erhebungen und Messungen nur bei den Linien im Gemenge mit Triticale durchgeführt. Zum ersten Boniturtermin am 29.05. und zum zweiten Boniturtermin am 24.07.2012 war für das Merkmal Erbsendeckungsgrad der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0,001$). Den höchsten Deckungsgrad über beide Termine erreichten die Linien D6 (59 und 79%), A4 (45 und 71%) und EFB33 (36 und 83%) (Tabelle 47).

Tabelle 47: Erbsendeckungsgrade am 26.5.2012 (zur Blüte) und am 24.7.2012 (vor Ernte) DFH12_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsendeckungsgrad [%] „zur Blüte“		Erbsendeckungsgrad [%] „vor Ernte“	
hb	44F1	4	a	31	a
hw	A4	45	c	71	c
hw	C3	39	bc	53	b
hw	D6	59	d	79	c
vb	EFB33	36	bc	83	c
vb	L1	33	b	56	b
vb	P1	33	b	44	ab
vw	I1	30	b	44	ab
vw	I3	35	bc	47	b

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD ($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Für die Analyse des Einflusses des Blatttyps auf den Deckungsgrad wurde die Linie 44F1 aus der Berechnung ausgeklammert, weil diese unabhängig vom Blatttyp auswinterungsbedingt den geringsten Deckungsgrad aufwies (Tabelle 47). Ohne die Linie 44F1 zeigte sich zu beiden Terminen ein signifikant höherer Deckungsgrad der halbblattlosen Genotypen gegenüber den vollblättrigen Genotypen – halbblattlos 48 % zu vollblättrig 33% am 29.5.2012 und halbblattlos 74% zu vollblättrig 53% am 24.7.2012.

Für das Merkmal Beikrautdeckungsgrad war der Faktor Genotyp nicht signifikant.

Nekrotisierungsgrad und Welke

Im Linierversuch in 2012 zeigte sich, dass es Linien gibt, die eine hohe Anfälligkeit gegenüber welkeverursachenden Pathogenen (unspezifisch) im Wurzelbereich aufwiesen, wie die Linie 44F1 und welchen die fast gar keine Symptome zeigten, wie die Sorte EFB33 (Abbildung 26, links). Die Betrachtung nach dem Faktor Blütenfarbe zeigte, von Ausreißern abgesehen, dass die weißblühenden Genotypen eine höhere Anfälligkeit aufwiesen als die buntblühenden Genotypen (Abbildung 26, rechts).

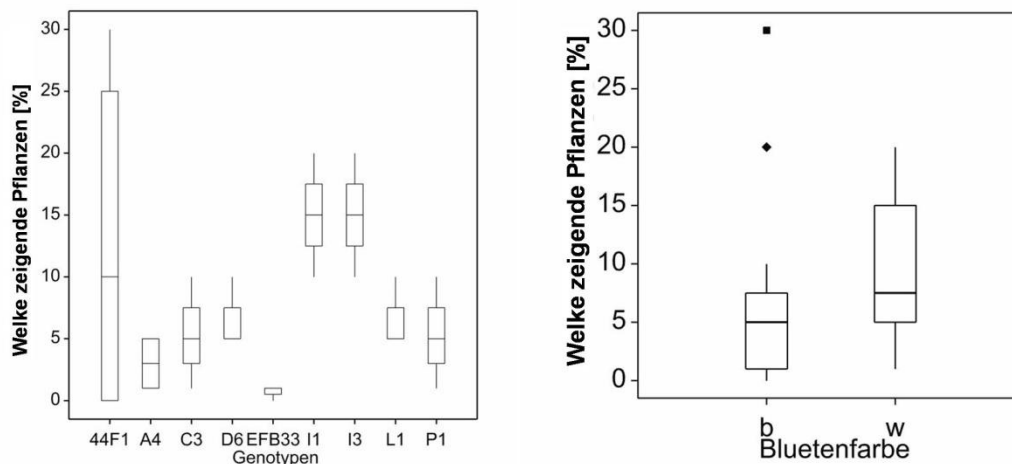


Abbildung 26: Welkesymptome zeigende Pflanzen eines Bestandes - Genotypen (links) und nur für die Blütenfarben (rechts)(n=36) -DFH12_L

Die Differenzierung der Anfälligkeit hinsichtlich des unspezifischen Blattbefalls war mit 0 bis 10% vergleichsweise gering. Jedoch konnten Unterschiede bei den Genotypen und der Blütenfarbe festgestellt werden. Die Genotypen 44F1 und EFB33 zeigten die geringsten unspezifischen Befallsraten und die Genotypen C3 und I3 die höchsten (Abbildung 27, links). Für den Faktor Blütenfarbe zeigte sich kein deutlicher Unterschied in der Anfälligkeit gegenüber Blattpathogenen. Für die buntblühenden Genotypen lag der Median bei 3% wobei die mittleren 50% der Werte zwischen 2 und 5% lagen und für die weißblühenden Genotypen lagen die mittleren 50% der Werte zwischen 3 und 5% bei einem Median von 4% (Abbildung 27, rechts)

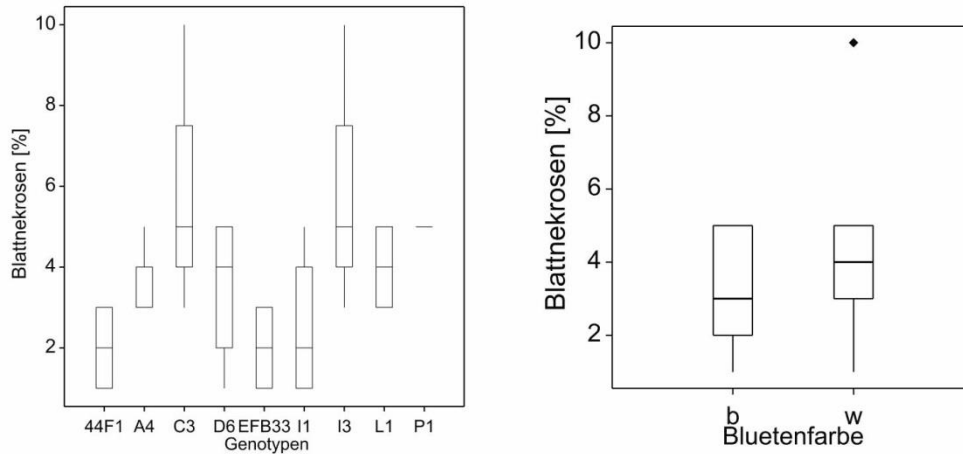


Abbildung 27: Unspezifische Nekrosen am Blattgewebe–Genotypen (links) und Blütenfarbe (rechts) (n=36) - DFH12_L

Für Nekrosen bzw. physiologische Veränderungen an den Hülsen zeigten die Genotypen 44F1, I1, I3 und P1 mit 1% die geringste Anfälligkeit und A4, C3 und D6 die höchste Anfälligkeit (von 3 bis 25%) (Abbildung 28, links). Bei der Betrachtung nach Blütenfarbe zeigten die buntblühenden eine deutlich geringere Anfälligkeit als weißblühende Genotypen (Abbildung 28, rechts).

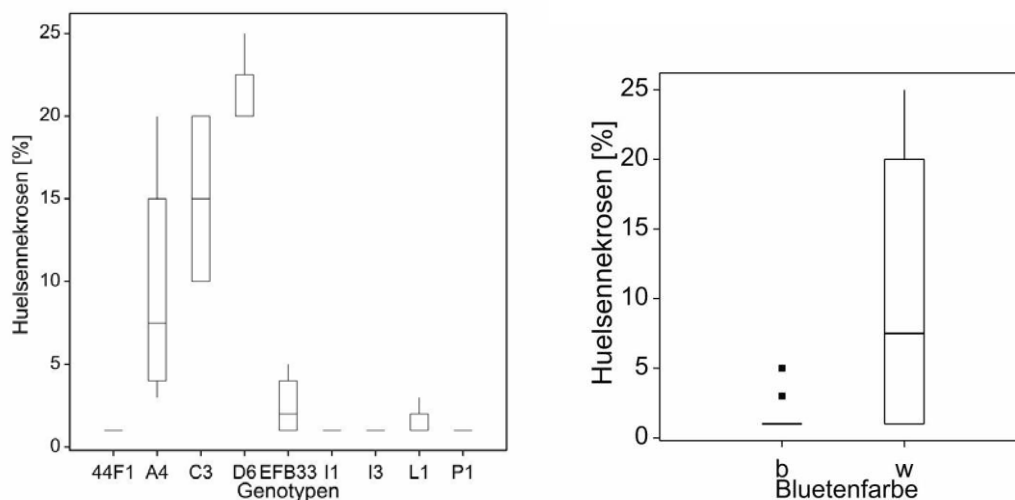


Abbildung 28: Unspezifische Nekrosen an den Hülsen führen - Genotypen (links) und Blütenfarben (rechts) (n=36) - DFH12_L

Standfestigkeit

Im Merkmal HEB-Index war der Faktor Genotyp schwach signifikant ($p=0,048$) und der Faktor Blatttyp nicht signifikant. Im Gemenge mit Triticale zeigten alle Genotypen eine relativ hohe Standfestigkeit mit einem HEB-Index zwischen 0.63 bis 0.88. Die Genotypen mit der höchsten Bestandsdichte (EFB33 und D6) erreichten unabhängig vom Blatttyp den gleichen HEB-Index von 0.69 (Tabelle 48).

Tabelle 48: HEB-Index der Genotypen in der Triticale - DFH12_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	HEB-Index	
hb	44F1	0.70	ab*
hw	D6	0.69	ab
hw	A4	0.75	abc
hw	C3	0.78	bc
vb	EFB33	0.69	ab
vb	L1	0.71	ab
vb	P1	0.88	c
vw	I3	0.63	a
vw	I1	0.69	ab

* unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test; $p < 0,05$ (R.A.Fischer).

Ertrag

Im Merkmal Erbsenreinertrag, Triticale-reinertrag und Gesamtertrag war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0,02$). Die Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe waren nicht signifikant. Die höchsten Erträge erreichte EFB33 mit 20 dt/ha und D6 mit 18 dt/ha. Gefolgt von L1 mit 14.5 dt/ha und A4 mit 13.4 dt/ha. Aufgrund der hohen Auswinterung erreichte der Genotyp 44F1 mit 2.1 dt/ha den geringsten Ertrag (Abbildung 29). Die Gemengegesamterträge lagen zwischen 44 und 52 dt/ha, wobei der Verlust an Erbsen (44F1) durch einen höheren Anteil von Triticale am Gesamt-Gemenge-Ertrag nahezu ausgeglichen wurde (Abbildung 29).

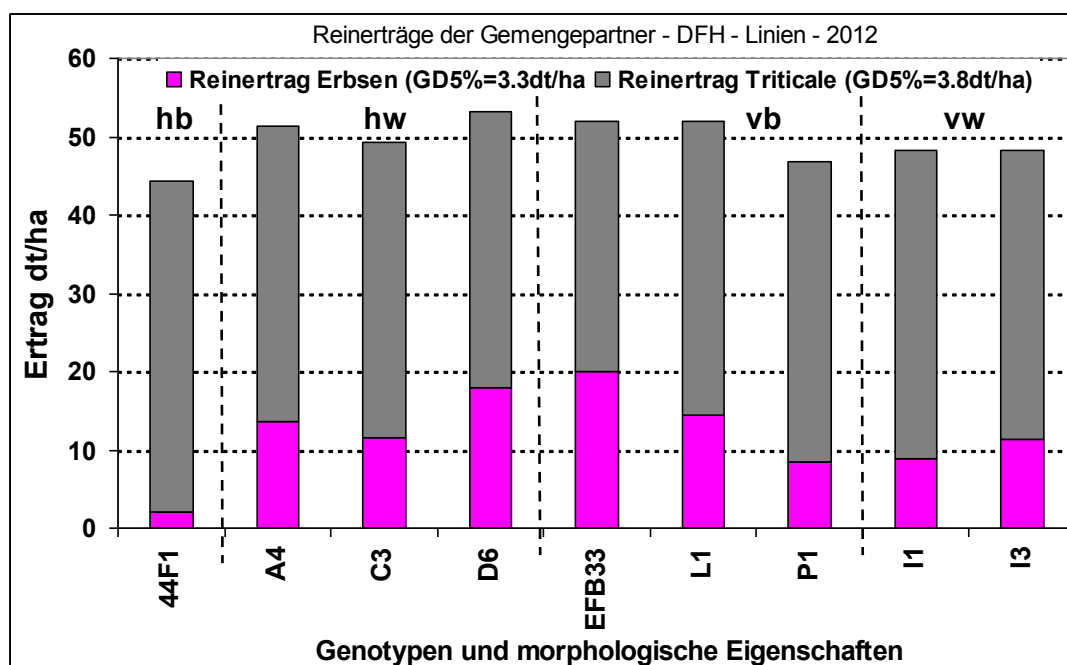


Abbildung 29: Gemengegesamtertrag zusammengesetzt aus den Reinerträgen der Erbsen und der Triticale - DFH12_L

Rohprotein

Die Genotypen und die Blatttypen unterschieden sich im Rohproteingehalt und Rohproteinertrag signifikant voneinander ($p < 0,001$). Die Interaktion zwischen Blatttyp und Blütenfarbe war ebenfalls signifikant ($p < 0,001$). Die Erbsen enthielten einen Rohproteingehalt (%TS) zwischen 23 und 26%, wobei die halbblattlos, weißblühenden Genotypen mit 23% im Mittel 3% weniger Rohprotein aufwiesen als die vollblättrigen, buntblühenden und weißblühenden Genotypen. Nur der halbblattlos, buntblühende Genotyp 44F1 wies deutlich mehr Rohprotein auf als die anderen halbblattlosen Genotypen (Tabelle 49).

Auch die Rohproteingehalte der Triticale unterschieden sich für die Genotypen signifikant voneinander ($p < 0,001$). Der Faktor Blatttyp oder Blütenfarbe waren nicht signifikant. Die Rohproteingehalte der Triticale differenzierten zwischen 9 und 10% (nicht dargestellt).

Tabelle 49: Rohproteingehalt und -ertrag der Genotypen im Gemenge mit Triticale - Linierversuch 2012

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	RP-Gehalt [%TS]		RP-Ertrag [dt/ha]	
hb	44F1	25	b	0.5	a
hw	A4	23	a	3.1	cd
hw	C3	23	a	2.6	bc
hw	D6	23	a	4.1	e
vb	EFB33	25	bc	5.0	f
vb	L1	25	b	3.6	de
vb	P1	26	bcd	2.2	b
vw	I1	26	d	2.4	bc
vw	I3	26	cd	3.0	bcd

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD ($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

TKM

Die Genotypen und die mit den Genotypen angebaute Triticale unterscheiden sich im Merkmal TKM signifikant voneinander ($p < 0,001$) (Tabelle 50). Der Blatttyp unterscheidet sich bei den Genotypen ebenfalls signifikant voneinander ($p = 0,001$), halbblattlose Genotypen wiesen ein höheres TKM (158g) gegenüber vollblättrigen Genotypen (136g) auf (Tabelle 50).

Tabelle 50: TKM der Erbsen und des Triticalegemengepartners - Linierversuch 2012

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen TKM [g]		Triticale TKM [g]	
hb	44F1	164	e	47	e
hw	A4	156	de	44	bc
hw	C3	146	c	45	bcd
hw	D6	156	cde	42	a
vb	EFB33	108	a	41	a
vb	L1	163	e	44	b
vb	P1	147	cd	47	de
vw	I1	131	b	46	cde
vw	I3	133	b	45	bcd

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD ($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Korrelationen

Als Nachtrag zu den vorhergehenden Ergebnissen konnten weitere Schlussfolgerungen aus der Korrelation verschiedener Merkmale des Erbsen-Triticale-Gemenges gezogen werden (Tabelle 51).

Im Gemenge mit Triticale korrelierte die Überwinterungsleistung und die Bestandsdichte der Erbsen im Frühjahr mit dem Erbsenertrag ($r_s=0.65$ bzw. $r_s=0.58$) und der Erbsendeckung „zur Blüte“ ($r_s=0.51$ bzw. $r_s=0.62$). Der Erbsenertrag korrelierte mit der Erbsendeckung ($r_s=0.66$). Im Gemenge mit Triticale korrelierte die Bestandshöhe „zur Blüte“ mit der Erbsendeckung ($r_s=0.43$) und geringfügig mit der Beikrautdeckung ($r_s=-0.11$). Der Rohproteingehalt der Erbsen korrelierte mit dem TKM der Erbsen und dem Erbsenertrag, umso höher der Rohproteingehalt desto geringer war das TKM der Erbsen ($r_s=-0.52$) und der Erbsenertrag ($r_s=-0.41$) (Tabelle 51).

Tabelle 51: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix - ausgewählte Merkmale für das Erbsen-Triticale-Gemenge- LinienversuchDFH12_L

Merkmale Erbsen-Triticale-Gemenge	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Überwinterungsleistung [%]	1	x												
Bestandsdichte Erbsen "Frühjahr" [Pfl/m²]	2	0.84	x											
Bestandshöhe "zur Blüte" [%]	3	0.23	0.27	x										
Erbsendeckung "zur Blüte" [%]	4	0.51	0.62	0.43	x									
Beikrautdeckung "zur Blüte" [%]	5	-0.29	-0.17	-0.11	-0.22	x								
HEB-Index	6	0.09	0.04	-0.53	0.10	-0.19	x							
Erbsenertrag [dt/ha]	7	0.65	0.58	0.51	0.66	-0.38	0.01	x						
Triticaleertrag [dt/ha]	8	-0.66	-0.60	-0.18	-0.40	0.25	0.09	-0.71	x					
Gemengegesamtertrag [dt/ha]	9	0.32	0.34	0.61	0.58	-0.29	0.09	0.74	-0.09	x				
TKM Erbsen [g]	10	-0.17	-0.12	-0.12	0.09	-0.03	0.31	-0.06	0.28	0.11	x			
TKM Triticale [g]	11	-0.74	-0.62	-0.37	-0.57	0.29	-0.06	-0.85	0.75	-0.52	0.04	x		
RP-Gehalt Erbsen [%TS]	12	-0.37	-0.33	-0.15	-0.59	0.12	-0.37	-0.41	0.19	-0.38	-0.52	0.43	x	
RP-Gehalt Triticale [%TS]	13	0.35	0.32	0.44	0.38	-0.39	-0.10	0.59	-0.45	0.42	0.04	-0.55	-0.27	x
RP-Ertrag Erbsen [dt/ha]	14	0.62	0.58	0.49	0.60	-0.35	-0.05	0.98	-0.74	0.69	-0.12	-0.83	-0.29	0.59

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

BBCH-STADIEN

Den spätesten Blühbeginn zeigten die Genotypen 44F1, EFB33, P1 und L1. Den frühesten Blühbeginn zeigten die Genotypen C3, I1 und I3. Die BBCH-Stadien der Erbsen stimmten mit dem BBCH-Stadium der Triticale überein, aber nicht mit den Ölfrüchten, welche viel früher in die Abreife übergingen (Tabelle 52).

Tabelle 52: BBCH-Stadien der Genotypen - Mittelwerte über alle Anbauformen - DFH12_L

Blatttyp- und Blütenfarbe	Genotyp	22.05.12	24.05.12	29.05.12	31.05.12	05.06.12	08.06.12	12.06.12	14.06.12	19.06.12	26.06.12	03.07.12	19.07.12
hb	44F1	52	55	59	60	61	62	62	63	64	67	76	79
hw	A4	56	59	62	63	64	66	66	67	67	69	76	79
hw	C3	57	60	63	64	65	68	66	66	67	69	77	79
hw	D6	56	59	62	63	65	67	67	67	67	69	76	79
vb	EFB33	54	57	61	62	63	64	66	66	67	67	76	79
vb	L1	55	57	61	62	64	65	66	66	67	69	77	79
vb	P1	53	55	59	61	62	64	65	66	66	69	76	79
vw	I1	58	60	63	64	66	71	67	67	67	69	77	79
vw	I3	58	60	64	65	66	70	67	67	67	69	77	79
	Raps	77	77	78	78	78	80	80	80	80			
	Rübsen	77	77	78	78	80	80	80	80	80			
	TIW	55	59	65	69	71	71	71	71	73	75	83	83

5.2.2.2 Herkunftversuch (DFH12_H)

Feldaufgang

In 2012 gab es keine signifikanten Unterschiede im Feldaufgang bei den Genotypen, Blatttypen und Blütenfarben.

Überwinterung

In der Überwinterung gab es signifikante Unterschiede zwischen den Linien und dem Faktor Blütenfarbe ($p < 0,001$). Die buntblühenden Genotypen waren mit einer Überwinterungsrate von 62% gegenüber den weißblühenden Genotypen mit 43% deutlich besser einzustufen. Von den buntblühenden Genotypen zeigten die Genotypen EFB33 und Nischkes Riesengebirgs mit 61% die höchste Überwinterungsleistung und von den weißblühenden zeigte der Genotyp D7 mit 51% die höchsten Überwinterungsrate (Abbildung 30).

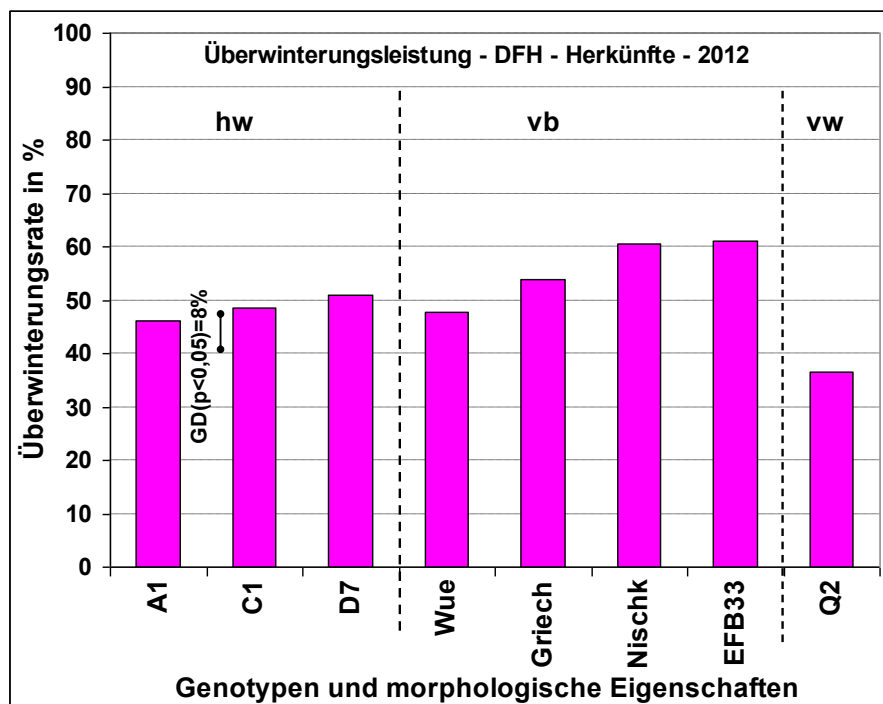


Abbildung 30: Überwinterungsraten - Genotypen - DFH12_H

Bodenbedeckung

Im Kulturdeckungsgrad „vor Ernte“ unterschieden sich die Genotypen signifikant ($p = 0,004$) voneinander. Der Faktor Blatttyp war nicht signifikant. Das Beikraut mit einem Deckungsgrad von 1 bis 4% konnte in diesem Versuch vernachlässigt werden.

Den höchsten Deckungsgrad der buntblühenden zeigte EFB33 (80%) und Nischkes (69%). Von den weißblühenden zeigten die Genotypen A1, C1 und D7 einen Deckungsgrad von rund 60% ().

Tabelle 53: Kulturdeckungsgrad "vor Ernte" der Genotypen - DFH12_H

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“	
hw	A1	61	b*
hw	C1	59	b
hw	D7	60	b
vb	EFB33	80	b
vb	Griech	59	c
vb	Nischkes	69	bc
vw	Q2	43	a
vb	Würt	60	b

*unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test; $p < 0,05$ (R.A.Fischer).

Welkesymptome

Wie im Jahr 2012 wurde eine Bonitur des unspezifischen Blattbefalls auch im Jahr 2013 vorgenommen und insbesondere auch Symptome wie vorzeitige Welke zum Zeitpunkt des höchsten bewertbaren Befalls bonitiert. Eine Varianzanalytische Auswertung war aufgrund der hohen Streuung im Befall nicht möglich. Mittels deskriptiver Statistik konnten aber Tendenzen aufgezeigt werden. Die Notreife aufgrund von Welkeerscheinungen, die u.a. auf Fusariumbefall schließen lassen, war bei Q2 und D7 am höchsten, gefolgt von Württembergische und C1 A1 und Nischkes Riesengebirgs zeigten kein Befall (Abbildung 31).

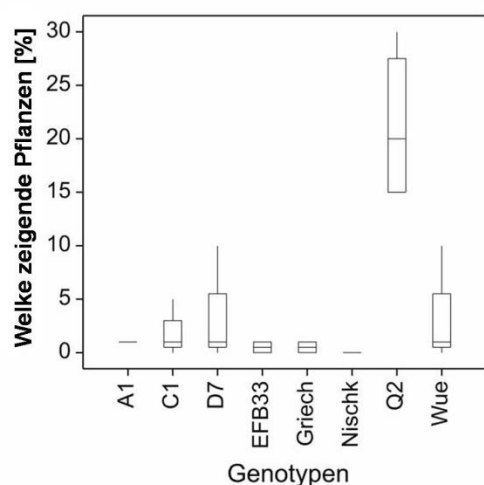


Abbildung 31: Welkesymptome zeigende Genotypen – DFH12_H

Bei den Hülsennekrosen waren überwiegend weißblühende anfällig. Eine Ausnahme bildete die Linie Q2 die eine ähnlich geringe Anfälligkeit wie die genetischen Ressourcen EFB33, Nischkes und Württembergische zeigten. Die Griechische zeigte keinen Befall (Abbildung 32).

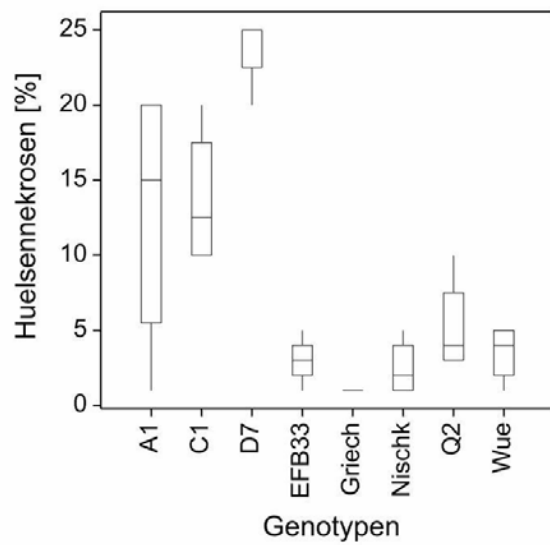


Abbildung 32: Nekrosen an den Hülsen – DFH12_H

Bei den Blattnekrosen war der Median über alle Genotypen gleich. Jedoch zeigte die Linie Q2 den höchsten Befall mit Blattnekrosen gefolgt von C1 und D7. Wohingegen A1 und Nischkes geringere Befallswerte aufwiesen (Abbildung 33).

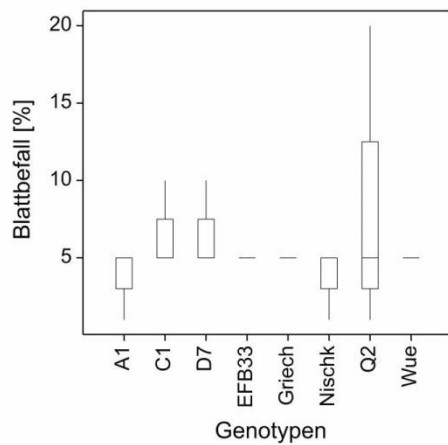


Abbildung 33: Blattbefall (Nekrosen und Chlorosen) – DFH12_H

Standfestigkeit

Die Standfestigkeit der Linien unterschied sich signifikant voneinander ($p=0.008$). Außerdem unterschieden sich die Blatttypen signifikant voneinander ($p<0.001$). Die halbblattlosen Genotypen wiesen im Mittel mit 0.74 eine höhere Standfestigkeit auf als die vollblättrigen Genotypen mit 0.64 (Tabelle 54).

Tabelle 54: HEB-Index - DFH12_H

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	HEB-Index	
hw	D7	0.73	bc*
hw	A1	0.74	c
hw	C1	0.74	c
vb	EFB33	0.63	a
vb	Wue	0.64	a
vb	Griech	0.65	a
vb	Nischk	0.66	ab
vw	Q2	0.64	a

*unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test; $p<0,05$ (R.A.Fischer).

Ertrag

Die Erträge der Genotypen unterschieden sich signifikant voneinander ($p<0,001$). Den höchsten Erbsenreinertrag erreichte die Sorte EFB33 mit 22,5 dt/ha und den geringsten Ertrag die Linie Q2 mit 5,8 dt/ha. Die buntblühenden, vollblättrigen Genotypen erreichten einen höheren Erträge als die weißblühenden Genotypen (Abbildung 34).

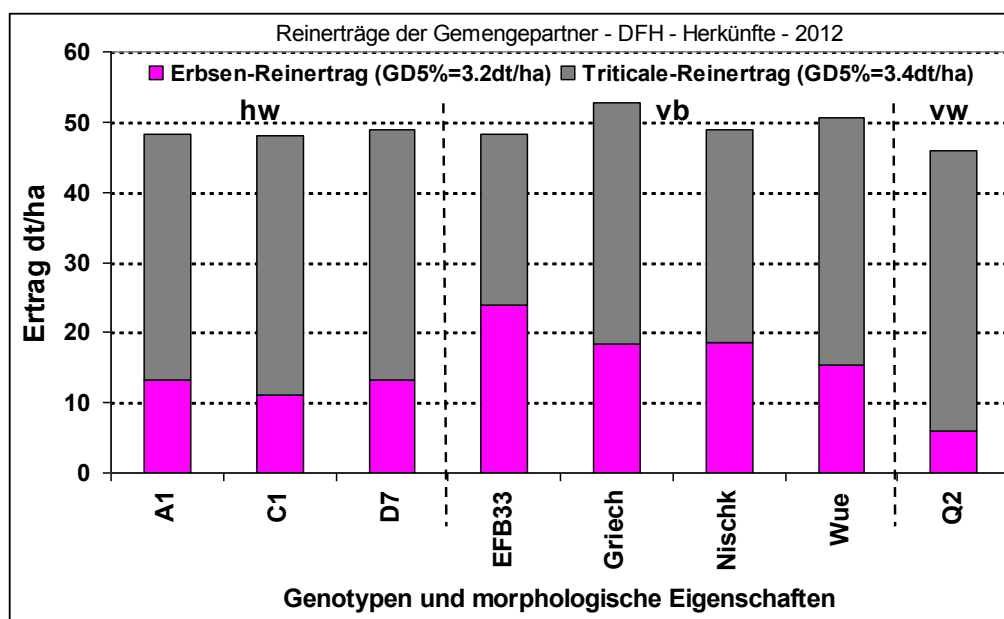


Abbildung 34: Gemengegesamtertrag aus den Reinerträge der Gemengepartner – DFH12_H

Rohproteingehalt und -ertrag

Die Genotypen unterschieden sich signifikant im Rohproteingehalt und im Rohproteinertrag ($p < 0,001$). Für das Merkmal Rohproteingehalt war der Faktor Blatttyp signifikant ($p < 0,001$). Der Rohproteingehalt der vollblättrigen Genotypen (25%) war im Mittel 2% höher als der Rohproteingehalt der halbblatlosen Genotypen (23%) (Tabelle 55).

Tabelle 55: Rohproteingehalt und -ertrag – DFH12_H

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	RP-Gehalt (%TS)		RP-Ertrag (dt/ha)	
hw	A1	24	b	3.1	bc
hw	C1	23	ab	2.6	b
hw	D7	22	a	3.0	bc
vb	EFB33	25	c	6.0	e
vb	Griech	26	c	4.7	d
vb	Nischk	25	c	4.7	d
vb	Wue	23	ab	3.6	c
vw	Q2	25	c	1.5	a

* unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test (R.A.Fischer) mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5%

Korrelationen

Als Nachtrag zu den vorhergehenden Ergebnissen konnten weitere Schlussfolgerungen aus der Korrelation verschiedener Merkmale des Erbsen-Triticale-Gemenges gezogen werden (Tabelle 56).

Im Gemenge mit Triticale im Herkunftversuch (Tabelle 56) korrelierte die Überwinterungsleistung mit dem Erbsenertrag ($r_s = 0.73$) und der Kulturdeckungsgrad ($r_s = 0.49$). Der Rohproteingehalt der Erbsen korrelierte mit dem TKM der Erbsen, umso höher der Rohproteingehalt desto geringer war das TKM der Erbsen ($r_s = -0.59$). Im Gegensatz zum Linierversuch (Tabelle 51), lag im Herkunftversuch eine schwach positive Korrelation zwischen dem Rohproteingehalt und dem Erbsenertrag vor ($r_s = 0.31$) (Tabelle 56).

Tabelle 56: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix für die erhobenen Merkmale - Herkunftversuch DFH12_H

Merkmale	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Überwinterungsleistung [%]	1	x											
Bestandsdichte Erbsen "Frühjahr" [Pfl/m ²]	2	0.59	x										
Bestandshöhe "zur Blüte" [%]	3	0.07	0.09	x									
Kulturdeckung "zur Ernte" [%]	4	0.49	0.27	0.46	x								
Beikrautdeckung "zur Ernte" [%]	5	-0.13	-0.06	-0.48	-0.42	x							
HEB-Index	6	-0.11	-0.08	-0.36	-0.04	0.16	x						
Erbsenertrag [dt/ha]	7	0.72	0.37	0.44	0.73	-0.33	-0.25	x					
Triticaleertrag [dt/ha]	8	-0.75	-0.49	-0.17	-0.59	0.18	0.03	-0.73	x				
Gemengegesamtertrag [dt/ha]	9	0.19	-0.04	0.28	0.31	-0.15	-0.09	0.56	0.06	x			
TKM Erbsen [g]	10	-0.48	-0.31	-0.36	-0.31	0.08	0.51	-0.59	0.53	-0.07	x		
TKM Triticale [g]	11	-0.61	-0.38	-0.27	-0.73	0.27	0.09	-0.75	0.89	-0.09	0.53	x	
RP-Gehalt Erbsen [%TS]	12	0.23	-0.01	0.22	-0.03	0.02	-0.52	0.31	-0.18	0.04	-0.59	-0.22	x
RP-Ertrag Erbsen [dt/ha]	13	0.73	0.36	0.42	0.71	-0.29	-0.24	0.99	-0.72	0.56	-0.58	-0.75	0.38

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

BBCH-STADIEN

Die Genotypen A1, C1 waren ähnlich spät im Blühbeginn wie die Sorte EFB33. Früher als die Sorte EFB33 waren die Genotypen D7, Griechische, Nischkes und Württembergische. Den frühesten Blühbeginn zeigte Q2 (Tabelle 57).

Tabelle 57: BBCH-Stadien der Genotypen - Herkünfteversuch DFH12_H

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	22.05.12	24.05.12	29.05.12	31.05.12	05.06.12	08.06.12	12.06.12	14.06.12	19.06.12	26.06.12	03.07.12	10.07.12
hw	A1	57	59	63	64	65	67	67	67	67	69	76	79
hw	C1	57	59	63	64	65	66	67	67	67	68	76	79
hw	D7	59	60	64	64	66	69	67	67	67	69	77	79
vb	EFB33	57	59	63	64	64	66	67	67	67	67	76	79
vb	Griech	59	60	64	64	65	69	67	67	67	69	77	79
vb	Nischk	58	59	63	64	65	67	67	67	67	68	76	79
vb	Wue	59	60	63	64	65	69	67	67	67	69	77	79
vw	Q2	60	61	65	66	67	71	67	67	67	69	77	79

5.2.2.3 Saatstärkenversuch (DFH12_S)**Feldaufgang**

Beim Merkmal Feldaufgang gab es weder für die beiden Genotypen, die Blütenfarben, die Blatttypen noch für die Anbauformen signifikante Unterschiede.

Überwinterung

Die beiden geprüften Genotypen unterschieden sich signifikant in der Überwinterungsrate ($p < 0,001$). Die Überwinterungsrate für D6 lag im Mittel über alle Anbauformen bei 70% und für P1 bei 50%. Die Überwinterungsrate in den Anbauformen unterschieden sich ebenfalls signifikant voneinander ($p = 0,003$). Es lag aber keine Wechselwirkung zwischen Anbauform und Genotyp vor ($p = 0,197$). Jedoch wird aus Tabelle 58 ersichtlich, dass der Genotyp D6 bei einer Grenzdifferenz ($p < 0,05$) von 16% keine signifikant unterscheidbaren Überwinterungsrate in den Gemengen aufweist, sondern dass lediglich die Überwinterungsrate des Genotyps P1 in der Saatstärkenvariante 40/150 und der Reinsaat im Vergleich zu den Varianten 40/75, 60/150 und 60/75 signifikant verschieden waren. Für den Genotyp P1 wirkt sich eine erhöhte Saatstärke der Triticale bei verringerter Erbsensaatstärke positiv auf die Überwinterungsrate aus.

Tabelle 58: Überwinterungsrate [%] der Linien D6 und P1 in verschiedenen Saatstärkenvarianten und in Reinsaat

Saatstärkenvarianten Erbsen und Triticale Kö/qm	40/150	40/75	60/150	60/75	80/0
Linie	Überwinterungsrate [%]				
D6	75	71	74	69	62
P1	67	50	49	56	28
Grenzdifferenz ($p < 0,05$) = 16%					

Bestandsdichte Triticale

Die Kompensationsfähigkeit der Triticale war so hoch, dass es keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl Ähren pro Quadratmeter zwischen den Triticale Saatstärken 75 und 150 Kö/m² gab (Tabelle 59).

Tabelle 59: Ährentragende Halme der Triticale in den Saatstärkevarianten

Saatstärkevarianten Erbse und Triticale in Körner pro m ²	40/150	40/75	60/150	60/75
Ähren pro m ²	430	410	421	396
Grenzdifferenz (p<0,05) = 29 Ähren/m ²				

Standfestigkeit

Die Genotypen unterschieden sich in der Standfestigkeit signifikant voneinander (p<0,001). Die Standfestigkeit wurde durch den Anbau im Gemenge gegenüber der Reinsaat erhöht. Jedoch unterschied sich die Standfestigkeit der Genotypen für die Saatstärkevarianten 75 und 150 Kö/m² nicht voneinander. Lediglich der Genotyp P1 konnte die Standfestigkeit bei der Erbsensaatstärke 40 Kö/m² in der Variante mit 150 Kö/m² Triticale gegenüber den anderen Varianten noch signifikant verbessern (Tabelle 60).

Tabelle 60: HEB-Index der Linien D6 und P1 in den Saatstärkevarianten

Saatstärkevarianten Erbse und Triticale in Körner pro m ²	40/150		40/75		60/150		60/75		80/0	
Linie	HEB-Index									
D6	0.64	b*	0.65	b	0.65	b	0.65	b	0.15	a
P1	0.87	c	0.78	bc	0.81	bc	0.79	bc	0.31	a

*unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test (R.A.Fischer) p<0,05.

Ertrag

Für das Merkmal Erbsen- und Triticaleertrag war der Faktor Genotyp signifikant (p<0.01), für das Merkmal Gemengegesamtertrag ergab sich p=0.052. Für das Merkmal Erbsenreinsaat war der Faktor Erbsensaatstärke nicht signifikant aber der Faktor Triticalesaatstärke (p=0.03). Es lag keine Interaktion vor.

Der Gesamtertrag zusammengesetzt aus Genotyp und Gemengepartner Triticale war für den Genotyp D6 mit 54.4 dt/ha tendenziell höher als für den Genotyp P1 mit 51,5 dt/ha. Im Mittel über alle Anbauformen war der Erbsenreinertrag der Linie D6 mit 15,1 dt/ha höher als der Reinertrag der Linie P1 mit 7,4 dt/ha. Dagegen war der Triticaleertrag mit dem Genotyp D6 (39 dt/ha) geringer als der Ertrag mit dem Genotyp P1(44 dt/ha) (Abbildung 35). Gegenständig zu der Annahme, dass der Ertrag der Erbsen mit zunehmender Triticalesaatstärke abnimmt, war der Ertrag der Genotypen in der Variante mit 150 Kö/m² Triticale signifikant höher als in der Variante mit 75 Kö/m².

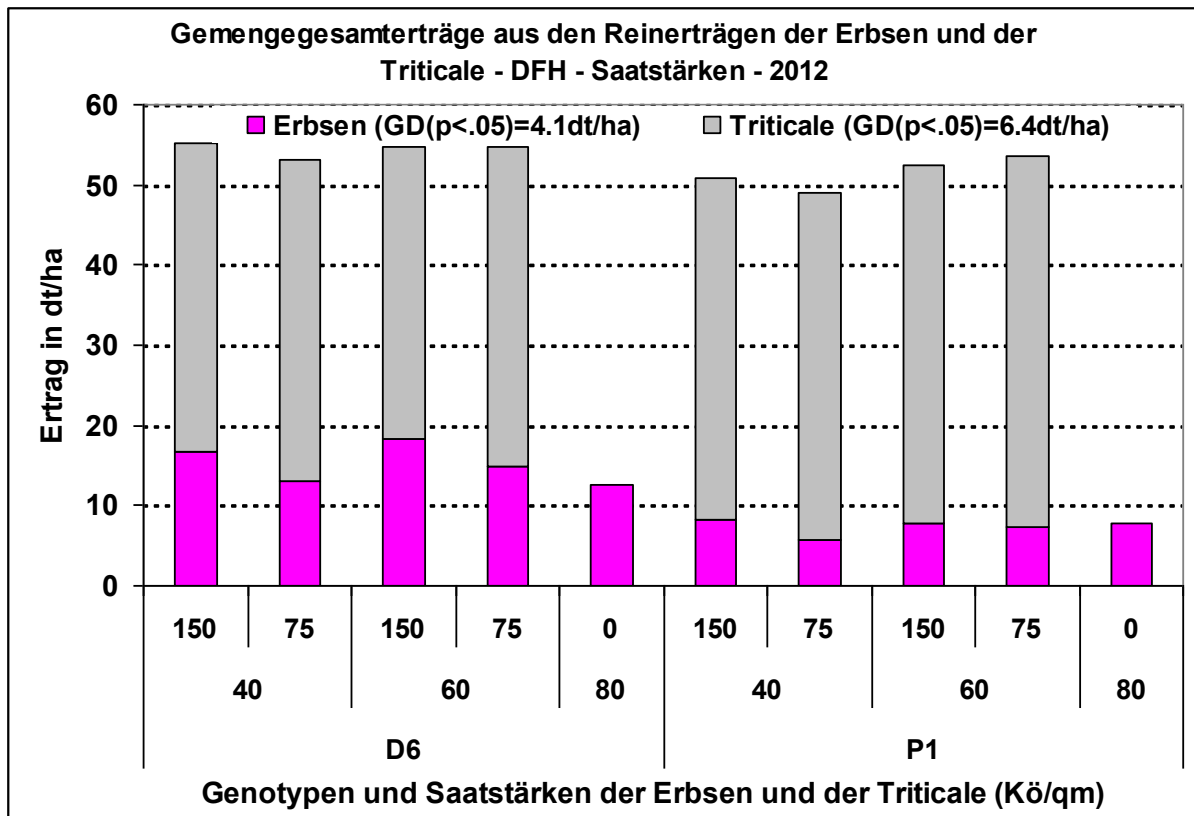


Abbildung 35: Gemengegesamterträge aus den Reinerträgen der Gemengepartner Erbse und Triticale in verschiedenen Saatstärken - Saatstärkenversuch 2012

Rohproteingehalt

Für den Rohproteingehalt war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). Der Faktor Saatstärke zeigte keinen Einfluss auf den Rohproteingehalt, aber es lag eine schwach signifikante Wechselwirkung zwischen Genotyp und Saatstärke vor ($p = 0.046$).

Die Linie D6 enthielt im Mittel 23% Rohprotein (%TS) und die Linie P1 enthielt 26%. Der Proteingehalt der Linie P1 war in der Reinsaatvariante mit 27% am höchsten (Tabelle 61).

Der Rohproteingehalt der Triticale unterschied sich für die beiden Linien signifikant ($p < 0,001$). Jedoch waren die Unterschiede mit 9,9% im Gemenge mit der Linie D6 zu 9,4% im Gemenge mit der Linie P1 sehr gering. Die Saatstärkevarianten hatten keinen Einfluss auf den Rohproteingehalt der Triticale.

Tabelle 61: Rohproteingehalt der Linien in den Saatstärkevarianten

Saatstärkevarianten Erbse und Triticale in Körner pro m ²	40/150		40-75		60-150		60-75		80-0	
Linie	Proteingehalt [%TS]									
D6	23	a*	23	a	23	a	23	a	23	a
P1	26	b	26	b	26	b	26	bc	27	c

* unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test (R.A.Fischer) $p < 0,05$.

Rohproteinertrag

Der Proteinерtrag wurde signifikant ($p < 0.05$) vom Genotyp beeinflusst. In Abhängigkeit vom Erbsenertrag war der Rohproteinерtrag für die Linie D6 mit 3,5 dt/ha deutlich höher als der Rohproteinерtrag der Linie P1 mit 1,9 dt/ha. Die Saatstärkevarianten hatten keinen Einfluss auf den Rohproteinерtrag.

TKM

Für das TKM war der Faktor Genotyp signifikant ($p = 0,013$). Der Genotyp D6 hatte im Mittel 153g und der Genotyp P1 im Mittel 148 (Tabelle 62). Außerdem hatten die Anbauvarianten einen signifikanten Einfluss ($p < 0,001$). Die Wechselwirkung aus Saatstärke und Linie war ebenfalls signifikant ($p = 0,043$).

Tabelle 62: TKM der Linien in den Saatstärkevarianten

Saatstärkevarianten Erbsen und Triticale in Körner pro m ²	40/150		40/75		60/150		60/75		80/0	
Linie	Tausend-Korn-Masse [g]									
D6	158	e*	161	e	156	cde	159	e	133	a
P1	147	bc	157	de	147	bcd	148	bcd	141	ab

* unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test (R.A.Fischer) $p < 0,05$.

Korrelationen

Im Saatstärkeversuch (Tabelle 56) korrelierte die Überwinterungsleistung mit dem Erbsenertrag ($r_s = 0.76$). Der Rohproteinergehalt der Erbsen korrelierte mit dem TKM der Erbsen. Je höher der Rohproteinergehalt desto geringer war das TKM der Erbsen ($r_s = -0.6$). Im Saatstärkeversuch lag eine starke negative Korrelation zwischen dem Rohproteinergehalt und dem Erbsenertrag vor ($r_s = -0.8$) (Tabelle 63).

Tabelle 63: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix erhobener Merkmale - Saatstärkeversuch 2012

Merkmale Saatstärkeversuch		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Überwinterungsleistung [%]	1	x										
Bestandshöhe "zur Blüte"	2	0.67	x									
HEB-Index	3	-0.10	-0.22	x								
Erbsenertrag [dt/ha]	4	0.76	0.87	-0.24	x							
Triticaleertrag [dt/ha]	5	-0.71	-0.48	0.34	-0.67	x						
Gemengegesamtertrag [dt/ha]	6	-0.06	0.33	0.17	0.26	0.47	x					
TKM Erbsen [g]	7	0.31	0.59	-0.01	0.50	-0.21	0.22	x				
TKM Triticale [g]	8	-0.72	-0.60	0.22	-0.75	0.83	0.22	-0.32	x			
RP-Gehalt Erbsen [%TS]	9	-0.51	-0.87	0.30	-0.80	0.56	-0.17	-0.60	0.64	x		
RP-Ertrag Erbsen [dt/ha]	10	0.78	0.83	-0.23	0.99	-0.69	0.24	0.47	-0.76	-0.76	x	
Triticale Ähren/m ²	11	-0.30	-0.31	0.32	-0.28	0.30	0.14	-0.08	0.06	0.29	-0.28	x
Erbsen Pfl/m ² nach Winter	12	0.66	0.66	-0.04	0.77	-0.49	0.24	0.19	-0.49	-0.50	0.77	-0.30

5.2.3 Klimakammer – 2012

Auch im Jahr 2012 wurden die Genotypen, die im Feld getestet wurden in der Klimakammer unter künstlichen Frostbedingungen getestet. Es wurden insgesamt weniger Frostereignisse als 2011 durchgeführt, jedoch wurde mit einer tieferen Anfangstemperatur begonnen. Die beste Differenzierung für das Merkmal Verfärbung der Pflanzenteile wurde nach dem 3. Frostermin (1.11.2012) festgestellt (Abbildung 36).

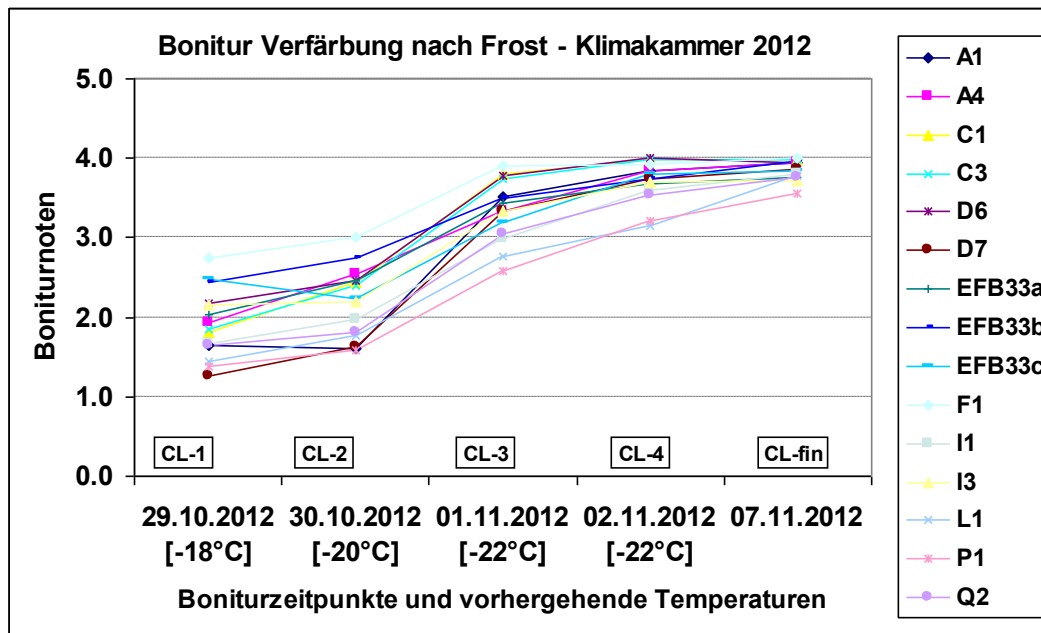


Abbildung 36: Bonitur Verfärbung nach Frost - Klimakammer 2012

Für den Turgor war die Differenzierung nach dem 3. Frostereignis zwar auch schon gegeben, aber noch besser erschien die Differenzierung der Bonitur nach dem 4. Frostereignis (2.11.2012) welche noch eindeutiger zeigte, welche Genotypen zu diesem Zeitpunkt noch Zellspannung zeigten.

Da sich die getesteten Genotypen nach 5 Tagen wieder erholten, wurden die Pflanzen nochmals bonitiert. Im Merkmal Verfärbung verschlechterten sich die Boniturnoten im Vergleich zur letzten Frostbonitur (Abbildung 36), aber im Merkmal Turgor verbesserten sich die bonitierten Pflanzen (Abbildung 37).

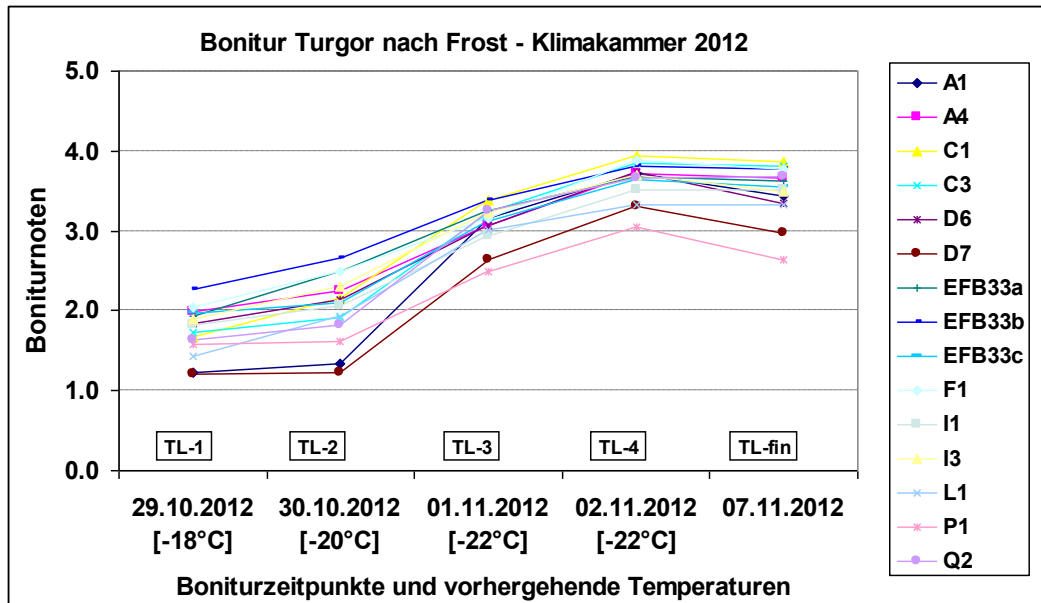


Abbildung 37: Bonitur Turgor nach Frost - Klimakammer 2012

Für alle in Tabelle 64 aufgelisteten Merkmale war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). Für die Merkmale DTS-1 und DTS-2 waren auch die Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.01$) aber nicht die Interaktion. Für die Verfärbungs- und Turgorbonituren sowie den 1. Aufwuchs und den 2. Wiederaufwuchs war lediglich der Faktor Blatttyp signifikant ($p < 0.01$).

Im Merkmal DTS- 1 und DTS-2 waren die vollblättrigen Genotypen den halbblattlosen und die buntblühenden Genotypen den weißblühenden überlegen. Jedoch war der Unterschied nur geringfügig. Die Unterschiede im Ranking der Genotypen für die Merkmale DTS-1 und DTS-2 waren geringfügig. Die Genotypen mit einer geringen Überlebensneigung waren A4 (74° bzw. 26°), C3 (80° bzw. 38°). Hohe Frostresistenz zeigten die Genotypen EFB33 (90° bzw. 47°), D6 (90° bzw. 47°) P1 (90° bzw. 48°) und L1 (90° bzw. 54°) (Tabelle 64).

Auch bei den Verfärbungs- und Turgorbonituren erhielten die vollblättrigen Genotypen niedrigere Noten als die halbblattlosen. Für die Merkmale CL-3, CL-fin, TL-4 und TL-fin, lagen im Bereich der jeweils besten 50% die Genotypen P1, L1, I1, Q2, EFB33 und D7 (Tabelle 64).

Tabelle 64: Mittelwerte der erhobenen Merkmale und Ranking der Genotypen nach DTS-2 – Klimakammerversuch 2012

Genotyp	Blatttyp und Blütenfarbe	WH [cm]	BBCH	1. Aufw. [g]	2. W- Aufw. [g]	DTS-1 [°]	DTS-2 [°]	CL-3	CL-fin	TL-4	TL-fin
A4	hw	4.1	12	0.12	0.09	74	26	3.3	3.9	3.7	3.7
C3	hw	3.7	13	0.12	0.15	80	38	3.7	4.0	3.8	3.8
I1	vw	4.1	12	0.27	0.24	84	41	3.0	3.8	3.5	3.5
Q2	vw	5.6	13	0.26	0.25	86	41	3.1	3.8	3.7	3.7
A1	hw	3.5	13	0.13	0.17	86	42	3.5	3.9	3.7	3.4
EFB33a	vb	5.2	12	0.21	0.21	87	43	3.4	3.8	3.7	3.6
F1	hb	4.9	13	0.16	0.13	88	45	3.9	4.0	3.9	3.8
I3	vw	4.3	13	0.32	0.36	89	46	3.3	3.7	3.7	3.5
C1	hw	3.4	13	0.09	0.22	87	46	3.8	4.0	3.9	3.9
D6	hw	4.3	13	0.16	0.28	90	47	3.8	3.9	3.7	3.3
EFB33c	vb	5.4	12	0.24	0.31	89	47	3.2	3.8	3.6	3.6
EFB33b	vb	5.4	13	0.19	0.25	90	47	3.5	4.0	3.8	3.8
P1	vb	4.6	13	0.35	0.25	90	48	2.6	3.6	3.0	2.6
D7	hw	3.5	13	0.14	0.25	88	48	3.3	3.9	3.3	3.0
L1	vb	5.1	13	0.34	0.72	90	53	2.8	3.8	3.3	3.3

Korrelationen

Bis auf das Gemenge mit Rübsen und Triticale korrelierten die Anbauformen für das Merkmal Überwinterungsrate der Erbsen in Frankenhausen im Anbaujahr 2012 signifikant miteinander (Tabelle 65). Auch die Merkmale der Klimakammerversuche zeigten überwiegend signifikante Korrelationen. Aber die Korrelation der Merkmale DTS-1 und DTS-2 aus der Klimakammer mit den Überwinterungsraten aus dem Feld waren nicht signifikant, lediglich schwache Zusammenhänge mit gegensätzlichen Vorzeichen konnten ermittelt werden. Die Boniturmerkmale CL-fin, CL-3 und TL-4 korrelierten signifikant mit der Überwinterungsrate der Erbsen im Gemenge mit Rübsen. Ansonsten wurden keine signifikanten Korrelationen zwischen den Merkmalen der Klimakammer und der Überwinterungsrate im Feld in Frankenhausen gefunden (Tabelle 65).

Tabelle 65: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix (n=9) - Überwinterung im Feld in Frankenhausen zu ausgewählten Merkmalen der Klimakammeruntersuchungen - 2012

Merkmale DFH und Klimakammer 2012		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Überwinterungsrate Reinsaat [%]	1	x										
Überwinterungsrate Raps nW [%]	2	0.72	x									
Überwinterungsrate Rübsen [%]	3	0.63	0.60	x								
Überwinterungsrate Triticale [%]	4	0.52	0.60	0.15	x							
CL-fin	5	-0.29	-0.03	-0.45	0.18	x						
CL-3	6	-0.05	-0.02	-0.58	0.23	0.82	x					
DTS-1 [°]	7	0.03	0.02	-0.22	-0.14	-0.50	-0.19	x				
DTS-2 [°]	8	0.13	0.23	0.05	-0.08	-0.57	-0.32	0.93	x			
2. Wiederaufwuchs [g]	9	0.27	0.30	0.07	0.05	-0.69	-0.33	0.81	0.83	x		
TL-fin	10	-0.28	-0.17	-0.23	0.05	0.82	0.63	-0.83	-0.83	-0.80	x	
TL-4	11	-0.17	-0.05	-0.55	0.23	0.92	0.97	-0.37	-0.47	-0.52	0.78	x
1. Aufwuchs [g]	12	0.13	-0.02	0.25	-0.42	-0.90	-0.67	0.73	0.78	0.78	-0.85	-0.80

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

5.3 Versuchsjahr 2013

Für das Versuchsjahr 2013 konnte genügend Saatgut gewonnen werden, so dass die Versuche auf den Standorten Darzau und Frankenhausen in den jeweiligen Anbauformen bzw. Saatstärken fortgesetzt werden konnten. Außerdem konnten die Versuche wie geplant auf zwei weitere Standorte ausgeweitet werden.

5.3.1 Ergebnisse Standort Darzau (DAR13_L)

Im Jahr 2013 wurden in Darzau die Linien F1, A1, A4, C1, C3, D6, D7, P1, L1, I1, I3, Q2 und die genetischen Ressourcen EFB33, Württembergische, Griechische, Nischkes Riesengebirgs im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen sowie in der Reinsaat angebaut.

Feldaufgang

Im Merkmal Feldaufgang war der Faktor Genotyp im Gemenge mit Triticale und mit Weizen signifikant ($p < 0.05$), aber nicht in der Reinsaat und im Gemenge mit Roggen. Der Faktor Blütenfarbe war in den Reinsaat und im Gemenge mit Triticale und Weizen signifikant ($p < 0.01$) aber im Gemenge mit Roggen nicht signifikant ($p = 0.073$). In allen Anbauformen zeigten die buntblühenden Genotypen einen höheren Feldaufgang als die weißblühenden.

Den besten Feldaufgang über alle Anbauformen zeigte aus der hb-Gruppe der Genotyp 44F1 und aus der vb-Gruppe der Genotyp Griechische, L1 und Württembergische. Die Genotypen I1, I3 und Q2 aus der vw-Gruppe wiesen den schlechtesten Feldaufgang auf. Dazwischen lag die hw-Gruppe mit den Genotypen D6 und A1, die in einigen Anbauformen nah am Mittelwert oder darüber lagen (Abbildung 38).

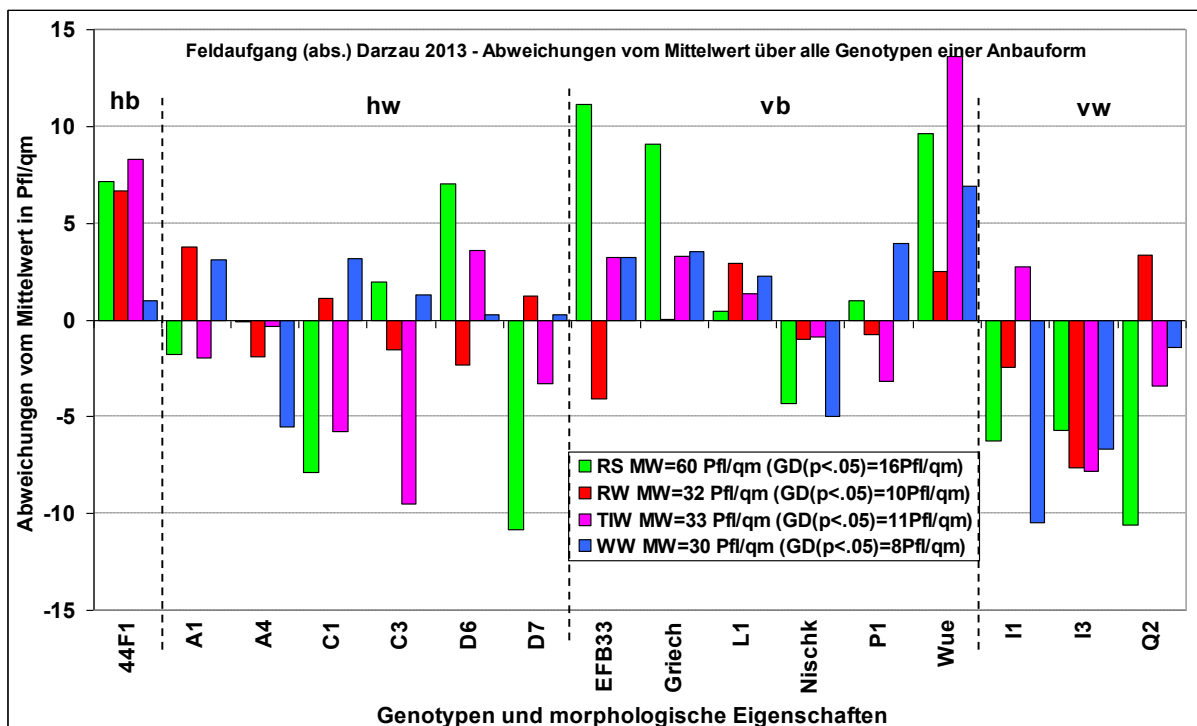


Abbildung 38: Feldaufgang (abs.) – Abweichungen vom Mittelwert über alle Genotypen einer Anbauform – DAR13_L

Basale Verzweigung

Für das Merkmal basale Verzweigung war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.05$). Im Mittel zeigten die Genotypen in der Reinsaat die höchsten Verzweigungsraten (5 Triebe), jedoch unterschieden sich die mittleren Verzweigungsraten in den Gemengen nicht voneinander (4.4 Triebe) (Tabelle 66). Im Mittel über alle Anbauformen zeigten die Genotypen I1 (3.9), I3 (4.2), Q2 (4.3) und P1 (4.3) die geringste Anzahl an Trieben. Die Genotypen C3 (4.8), Griechische (4.8), A1 (4.9), Nischkes (4.9) und 44F1 (4.9) die höchste Anzahl an Trieben (Tabelle 66).

Tabelle 66: Basale Verzweigung der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen – DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotypen	Reinsaat	Gemenge mit Roggen	Gemenge mit Triticale	Gemenge mit Weizen	Mittelwert Genotypen
	GD($p < .05$)	0.6	0.7	0.5	0.6	
hb	44F1	5.3	4.6	4.9	4.8	4.9
hw	A1	5.1	4.8	4.8	4.7	4.9
hw	A4	5.3	4.7	4.2	4.6	4.7
hw	C1	5.3	4.3	4.3	4.4	4.6
hw	C3	5.8	4.7	4.6	4.0	4.8
hw	D6	4.6	4.5	4.6	4.8	4.6
hw	D7	5.2	4.7	4.2	4.7	4.7
vb	EFB33	5.2	4.4	4.5	4.5	4.7
vb	Griechische	5.3	5.1	4.2	4.6	4.8
vb	L1	5.0	4.6	4.5	4.4	4.6
vb	Nischkes	5.2	4.7	4.7	5.0	4.9
vb	P1	4.5	4.0	4.5	4.3	4.3
vb	Würt.	4.8	4.1	4.7	4.4	4.5
vw	I1	5.1	3.9	3.8	4.0	4.2
vw	I3	4.0	3.7	4.0	4.0	3.9
vw	Q2	5.1	4.0	4.4	3.8	4.3
Mittelwert Anbauformen		5.0	4.4	4.4	4.4	4.6

Überwinterung

Auf dem Standort Darzau wurde die Nachwinterzählung am 15.4.2013 durchgeführt. Die Überwinterungsrate lag für alle Linien bzw. genetische Ressourcen bei 100%. Es waren keine Pflanzen komplett abgefroren. Eine Differenzierung der Genotypen zeigte sich jedoch durch abgefrorene Haupttriebe und Blattnekrosen bzw. -chlorosen. Diese Merkmale wurden als Stand nach Winter in Anlehnung an die Empfehlungen des Bundessortenamtes (BSA 2000) mit einer Boniturskala von 1 bis 9 als Durchschnittsnote für alle Pflanzen einer Parzelle bonitiert. Die Note 1 steht dabei für Freiheit von jeglichen Schäden und die Note 9 für starke Schäden am Haupttrieb, den Nebentrieben und Blattveränderungen.

Der Faktor Genotyp war für das Merkmal Nach-Winterbonitur in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.001$). Der Faktor Blütenfarbe war in keiner Anbauform signifikant. Der Faktor Blatttyp war in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.05$), ebenfalls war die Interaktion aus Blütenfarbe und Blatttyp in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.01$).

Die Kombination aus halbblattlos, weißblühend zeigte mit einer mittleren Boniturnote von 4 die geringsten Nach-Winter Schäden, gefolgt von der Kombination vollblättrig, buntblühend mit einer mittleren Boniturnote von 5. Die Kombinationen halbblattlos, buntblühend und voll-

blättrig, weißblühend erreichten im Mittel Boniturnoten von 6 bis 7 (*Tabelle 67*). Tendenziell waren die Nach-Winterschäden im Gemenge mit Roggen am geringsten, für die anderen Anbauformen war keine Differenzierung erkennbar. Im Mittel über alle Anbauformen waren die besten Genotypen Nischkes (3.0), A4 (3.1), Württembergische (3.4) und 44F1 (6.4), P1 (6.7) und Q2 (7.1) zeigten die meisten Veränderungen an der Pflanze (*Tabelle 67*).

Tabelle 67: Nach-Winterbonitur für die Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen – DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen Reinsaat		Gemenge mit Roggen		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Weizen		Mittelwert Genotypen
hb	44F1	7.0	e	6.0	fgh	6.7	ef	5.7	efg	6.4
hw	A1	4.5	bc	4.7	cd	5.0	cd	5.3	ef	4.9
hw	A4	3.5	ab	3.0	a	3.3	a	2.7	a	3.1
hw	C1	4.5	bc	4.0	bc	4.3	bc	4.0	bc	4.2
hw	C3	4.5	bc	3.0	a	3.7	ab	4.3	cd	3.9
hw	D6	3.5	ab	4.0	bc	4.3	bc	5.0	de	4.2
hw	D7	4.0	b	4.0	bc	4.0	ab	4.0	bc	4.0
vb	EFB33	4.0	b	5.0	de	5.7	de	5.0	de	4.9
vb	Griechische	5.5	cd	5.3	def	5.7	de	5.7	efg	5.6
vb	L1	7.0	e	5.7	efg	6.0	ef	6.3	fgh	6.3
vb	Nischkes	2.5	a	3.0	a	3.3	a	3.3	ab	3.0
vb	P1	7.0	e	6.3	gh	6.7	ef	6.7	gh	6.7
vb	Würt.	3.5	ab	3.3	ab	3.3	a	3.3	ab	3.4
vw	I1	6.0	de	5.7	efg	6.3	ef	5.3	ef	5.8
vw	I3	6.5	de	5.3	def	6.0	ef	5.7	efg	5.9
vw	Q2	7.5	e	7.0	h	7.0	f	7.0	h	7.1
Mittelwert Anbauformen		5.1		4.7		5.1		5.0		

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede $GD(p<0,05)$ (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb einer Anbauform.

In der Erhaltung und im Zuchtgarten „jüngeres Material“ fanden sich aufgrund der Einzelhül-sennachkommenshaften Differenzierungen bei der Nach-Winterbonitur innerhalb der Linien und der Nachkommenshaften des jüngeren Materials, so dass teilweise noch eine Verbesserung durch Selektion stattfinden konnte.

Bodendeckung

Der Erbsen-, Getreide- und Beikrautdeckungsgrad wurde zu zwei Zeitpunkte aufgenommen, am 1.6.2013 „zur Blüte“ und am 25.7.2013 „vor Ernte“.

Im Vergleich über die Anbauformen war der mittlere Erbsendeckungsgrad über beide Erhebungszeitpunkte in der Reinsaat mit 94% am höchsten, gefolgt vom Gemenge mit Triticale 68%, dem Gemenge mit Weizen 58% und dem Gemenge mit Roggen 54%.

Dagegen war der mittlere Getreidedeckungsgrad im Gemenge mit Weizen mit 20% am höchsten, gefolgt vom Gemenge mit Roggen mit 18%. Am niedrigsten war der Getreidedeckungsgrad im Gemenge mit Triticale mit 12%.

Geringe Auswinterungen und die gute Wüchsigkeit ließen kaum Beikraut aufkommen. Das Beikraut war in dieser Saison nur vereinzelt nesterweise aufgetreten, eine sinnvolle Erhebung war daher nicht möglich.

Reinsaat - Erbsen

Für das Merkmal Erbsendeckung „zur Blüte“ und „vor Ernte“ war der Faktor Genotyp und Blatttyp signifikant ($p < 0.01$). Im Mittel nahm der Erbsendeckungsgrad von „zur Blüte“ bis „vor Ernte“ von 92% auf 96% zu. Dabei zeigten die halbblattlosen eine geringere Deckung als die vollblättrigen Genotypen eine Ausnahme war der zur hb-Gruppe gehörende Genotyp 44F1 der schon „zur Blüte“ eine Deckung von 98% aufwies. Im Mittel erreichten die halbblattlosen ohne den Genotyp 44F1 „zur Blüte“ einen Erbsendeckungsgrad von 83% und die vollblättrigen eine Deckung von 97%. Zum Termin „vor Ernte“ erreichten die halbblattlosen eine Deckung von 91% und die vollblättrigen von 99% (Tabelle 68).

Tabelle 68: Bodendeckung (%) der Genotypen „zur Blüte“ und „vor Ernte“ in Reinsaat – DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsendeckung „zur Blüte“		Erbsendeckung „vor Ernte“	
hb	44F1	98	c	100	ab
hw	A1	85	ab	95	b
hw	A4	83	a	90	ab
hw	C1	85	ab	93	ab
hw	C3	83	a	88	a
hw	D6	83	a	88	a
hw	D7	78	a	88	a
vb	EFB33	100	abc	100	ab
vb	Griechische	100	abc	100	ab
vb	L1	100	abc	100	ab
vb	Nischkes	98	c	100	ab
vb	P1	83	a	93	ab
vb	Würt.	100	abc	100	ab
vw	I1	100	abc	100	ab
vw	I3	90	b	95	b
vw	Q2	100	abc	100	ab
Mittelwert Zeitpunkte		92		96	

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD ($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. Anbaufarm

Roggen-Erbsen-Gemenge

Für das Merkmal Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ und „vor Ernte“ war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.05$). Der Faktor Blatttyp und Blütenfarbe war „zur Blüte“ und „vor Ernte“ signifikant ($p < 0.05$) und zusätzlich „zur Ernte“ die Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe. Für das Merkmal Getreidedeckung im Gemenge „zur Blüte“ war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). Zum Termin „vor Ernte“ waren die Faktoren Genotyp und Blatttyp, Blütenfarbe und die Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p = 0.001$).

Im Mittel nahm die Erbsendeckung vom ersten Zeitpunkt „zur Blüte“ zum Zeitpunkt „vor Ernte“ von 66% auf 43% ab. Demgegenüber nahm, die Roggendeckung von 17% auf 20% zu.

Zu beiden Terminen zeigten die vollblättrigen Genotypen eine höhere Erbsendeckung als die halbblattlosen (69 zu 63% bzw. 44 zu 40%). Demgegenüber war die Getreidedeckung zu beiden Terminen bei den vollblättrigen geringer als bei den halbblattlosen (16 zu 18% und 18 zu 23%) (Tabelle 69).

Im Pool der Blatttypen waren sehr unterschiedliche Genotypen vertreten, so dass der Genotyp 44F1 aus der hb-Gruppe „zur Blüte“ einen Deckungsgrad von 77% erreichte, wohingegen die Genotypen aus der hw-Gruppe einen Deckungsgrad von 60% erreichten. Der Deckungsgrad der vb-Gruppe lag bei 71% und der vw-Gruppe bei 66%. Der deutlich höhere De-

ckungsgrad der hb-Gruppe mit 65% war auch noch zum Termin „vor Ernte“ zu beobachten, wohingegen die vb-Gruppe 50%, die hw-Gruppe 36% und die vw-Gruppe 33% erreichte (Tabelle 69).

Der höhere Erbsendeckungsgrad führte zu einem geringeren Getreidedeckungsgrad. Wobei der Getreidedeckungsgrad „vor Ernte“ für die hb-Gruppe bei 8%, für die hw-Gruppe bei 25%, für die vb-Gruppe bei 15% und für die vw-Gruppe bei 22% lag (Tabelle 69).

Tabelle 69: Bodendeckung (%) der Genotypen und des Getreides „zur Blüte“ und „vor Ernte“ Roggen-Erbesen-Gemenge -DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsendeckung „zur Blüte“		Erbsendeckung „vor Ernte“		Roggendeckung „zur Blüte“		Roggendeckung „vor Ernte“	
hb	44F1	77	de	65	i	13	abc	8	a
hw	A1	58	b	35	abcd	22	d	25	de
hw	A4	58	b	38	bcde	18	cd	25	de
hw	C1	62	b	42	cde	18	cd	25	de
hw	C3	60	b	27	a	17	bcd	30	e
hw	D6	60	b	38	bcde	18	cd	23	de
hw	D7	63	b	35	abcd	17	bcd	23	de
vb	EFB33	67	bc	47	efgh	15	abc	17	bc
vb	Griechische	83	b	55	ghi	10	a	15	bc
vb	L1	73	de	43	def	13	abc	17	bc
vb	Nischkes	80	a	57	hi	10	a	13	abc
vb	P1	42	cd	45	defg	42	e	18	cd
vb	Würt.	82	e	53	fgh	10	a	12	ab
vw	I1	63	b	32	abc	17	bcd	23	de
vw	I3	62	cd	30	ab	15	abc	25	de
vw	Q2	73	de	38	bcde	12	ab	18	cd
Mittelwert Zeitpunkt		66		43		17		20	

*Unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. Anbauform

Triticale-Erbesen-Gemenge

Für das Merkmal Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ und „vor Ernte“ war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0,05$). Der Faktor Blatttyp war „zur Blüte“ und „vor Ernte“ signifikant ($p < 0,05$) und zusätzlich „zur Ernte“ war der Faktor Blütenfarbe signifikant ($p < 0,001$). Für das Merkmal Getreidedeckung im Gemenge „zur Blüte“ war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0,001$). Zum Termin „vor Ernte“ waren die Faktoren Genotyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0,001$).

Im Mittel nahm die Erbsendeckung vom Zeitpunkt „zur Blüte“ zum Zeitpunkt „vor Ernte“ von 75% auf 61% ab. Aber auch die Triticaledeckung ging von 14% auf 10% zurück.

Zu beiden Terminen zeigten die vollblättrigen Genotypen eine höhere Erbsendeckung als die halbblattlosen (79 zu 70% bzw. 63 zu 58%). Die Getreidedeckung war „zur Blüte“ bei den vollblättrigen geringer als bei den halbblattlosen (13 zu 15%), „vor Ernte“ gab es keine Unterschied (10 zu 10%) (Tabelle 70).

Im Pool der Blatttypen waren sehr unterschiedliche Genotypen vertreten, so dass der Genotyp 44F1 aus der hb-Gruppe „zur Blüte“ einen Deckungsgrad von 80% erreichte und der vb-Gruppe (81%) gleich kam, wohingegen die Genotypen aus der hw-Gruppe einen Deckungsgrad von 68% und aus der vw-Gruppe 74% erreichten. Der höhere Deckungsgrad der hb-Gruppe mit 77% war auch noch zum Termin „vor Ernte“ zu beobachten, wohingegen die vb-Gruppe 69%, die hw-Gruppe 55% und die vw-Gruppe 52% erreichte (Tabelle 70).

Der höhere Erbsendeckungsgrad führte zu einem geringeren Getreidedeckungsgrad. Wobei der Getreidedeckungsgrad „vor Ernte“ für die hb-Gruppe bei 5%, für die hw-Gruppe bei 11%, für die vb-Gruppe bei 8% und für die vw-Gruppe bei 15% lag (Tabelle 70).

Tabelle 70: Bodendeckung (%) der Genotypen und des Getreides „zur Blüte“ und „vor Ernte“ im Triticale-Erbesen-Gemenge - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsendeckung „zur Blüte“		Erbsendeckung „vor Ernte“		Triticaledeckung „zur Ernte“		Triticaledeckung „vor Ernte“	
hb	44F1	80	de	77	e	12	cd	5	a
hw	A1	65	b	52	ab	17	e	13	cde
hw	A4	73	cd	60	bc	15	e	8	abc
hw	C1	63	b	55	abc	17	e	10	bcd
hw	C3	67	bc	53	ab	15	e	12	bcde
hw	D6	73	cd	60	bc	13	de	8	abc
hw	D7	67	bc	52	ab	17	e	12	bcde
vb	EFB33	83	ef	77	e	10	bc	5	a
vb	GR	92	gh	70	de	8	b	7	ab
vb	L1	83	ef	65	cd	10	bc	10	bcd
vb	Nischkes	87	fg	70	de	10	bc	7	ab
vb	P1	43	a	57	abc	35	f	15	de
vb	Würt.	95	h	77	e	5	a	5	a
vw	I1	75	d	47	a	13	de	17	e
vw	I3	65	b	47	a	15	e	17	e
vw	Q2	83	ef	62	bcd	10	bc	10	bcd
Mittelwert Zeitpunkt		75		61		14		10	

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. Anbauform

Weizen-Erbesen-Gemenge

Für das Merkmal Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ und „vor Ernte“ war der Faktor Genotyp, Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0,01$). Für das Merkmal Getreidedeckung im Gemenge „zur Blüte“ war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0,05$). Zum Termin „vor Ernte“ waren die Faktoren Genotyp, Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0,001$).

Im Mittel nahm die Erbsendeckung vom Zeitpunkt „zur Blüte“ zum Zeitpunkt „vor Ernte“ von 61% auf 55% ab. Auch die Weizendeckung ging von 26% auf 13% zurück.

Zum Termin „zur Blüte“ zeigten die vollblättrigen Genotypen eine höhere Erbsendeckung als die halbblattlosen (68 zu 54%). Jedoch zeigten zum Termin „vor Ernte“ die vollblättrigen mit 51% eine geringere Erbsendeckung als die halbblattlosen mit 60%. Dies spiegelte sich auch in der Getreidedeckung, die „zur Blüte“ bei den halbblattlosen mit 29% höher war als bei den vollblättrigen mit 24% und „vor Ernte“ bei den halbblattlosen mit 11% geringer war als bei den vollblättrigen mit 15% (Tabelle 71).

Im Pool der Blatttypen waren sehr unterschiedliche Genotypen vertreten, so dass der halbblattlose Genotyp 44F1 aus der hb-Gruppe „zur Blüte“ einen Deckungsgrad von 65% erreichte, wohingegen die Genotypen aus der hw-Gruppe einen Deckungsgrad von 52% erreichten. Der Deckungsgrad der vb-Gruppe lag bei 70% und der vw-Gruppe bei 62%. Die hb-Gruppe und die hw-Gruppe steigerten den Deckungsgrad zum Termin „vor Ernte“ auf 72% bzw. 58%. Dagegen sank der Erbsendeckungsgrad der vb-Gruppe auf 56% und der vw-Gruppe auf 42% (Tabelle 71).

Der Getreidedeckungsgrad ging vom Termin „zur Blüte“ zum Termin „vor Ernte“ bei der hb-Gruppe von 25 auf 11% zurück, bei der hw-Gruppe von 29 auf 12%, bei der vb-Gruppe von 22 auf 14% und bei der vw-Gruppe von 27% auf 18% (Tabelle 71).

Tabelle 71: Bodendeckung (%) der Genotypen und des Getreides „zur Blüte“ und „vor Ernte“ im Weizen-Erbse-Gemenge - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsendeckung „zur Blüte“		Erbsendeckung „vor Ernte“		Weizendeckung „zur Blüte“		Weizendeckung „vor Ernte“	
		Wert	Buchstabe	Wert	Buchstabe	Wert	Buchstabe	Wert	Buchstabe
hb	44F1	65	d	72	ef	25	cde	7	a
hw	A1	47	a	53	bcd	32	e	12	abc
hw	A4	55	abc	73	f	28	de	10	ab
hw	C1	48	a	52	bcd	32	e	12	abc
hw	C3	53	ab	50	bc	27	cde	15	bcd
hw	D6	53	ab	60	cdef	25	cde	12	abc
hw	D7	53	ab	58	cde	32	e	12	abc
vb	EFB33	63	cd	55	bcd	25	cde	13	bcd
vb	Griechische	87	f	65	def	12	a	10	ab
vb	L1	68	d	50	bc	20	bc	15	bcd
vb	Nischkes	65	d	48	abc	23	bcd	15	bcd
vb	P1	50	ab	60	cdef	42	f	15	bcd
vb	Würt.	88	f	55	bcd	12	a	15	bcd
vw	I1	60	bcd	35	a	32	e	20	d
vw	I3	48	a	40	ab	32	e	18	cd
vw	Q2	78	e	52	bcd	17	ab	15	bcd
Mittelwert Zeitpunkt		61		55		26		14	

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. Anbauform

Nekrotisierungsgrad und Welkesymptome

Blattwelke

Mittels der Bonitur auf Pflanzen- bzw. Blattwelkesymptomen sowie die damit einhergehende geringere Wüchsigkeit wurde der unspezifische Befall der Erbsen mit Blattwelke auslösenden Pathogenen, wie Fusarium oder Phoma medicaginis, erfasst. Die Darstellungen der Befallshöhe (Tabelle 72 und Tabelle 73) zeigen den Zeitpunkt des höchsten Befalls.

Für das Merkmal Blattwelkesymptome war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p < 0,001$). Die varianzanalytische Untersuchung nach den Faktoren Blütenfarbe und Blatttyp zeigte für den Faktor Blütenfarbe in den Gemengen signifikante Unterschiede ($p < 0,001$). Die weißblühenden Genotypen waren in den Gemengen signifikant und in der Reinsaat tendenziell anfälliger als die buntblühenden Genotypen (Tabelle 72).

Außerdem zeigten sich für einzelne Genotypen Unterschiede im Befall in den Anbauformen, die jedoch aufgrund der Versuchsanlage statistisch nicht absicherbar waren. Der Genotyp 44F1 zeigte in allen Anbauformen den geringsten Befall, aber in der Reinsaat war der Befall mit 8% deutlich geringer als in den Gemengen mit 21 bis 31%. Ebenso wies der Genotyp Q2, in der Reinsaat mit 25% einen geringeren Befall auf als in den Gemengen mit 58 bis 72%. Andererseits zeigten die Genotypen P1 und Nischkes mit 58 und 37 % einen höheren Befall in der Reinsaat als in den Gemengen (P1: 24 bis 38% und Nischkes: 19 bis 24%).

Die Genotypen 44F1 und Nischkes zeigten mit einem mittleren Befall von 22 und 27% über alle Anbauformen die geringste Anfälligkeit. Den höchsten Befall wiesen die Genotypen I1, I3 und Q2 mit 53 bis 55% Befall auf (Tabelle 72).

Tabelle 72: Blattwelkesymptome in % befallene Pflanzen einer Parzelle - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen		Gemenge		Gemenge		Gemenge		Mittelwert
		Reinsaat		mit Roggen		mit Triticale		mit Weizen	Genotypen	
hb	44F1	8	a	26	a	21	a	31	ab	22
hw	A1	49	egh	48	bcd	43	def	46	bcd	46
hw	A4	35	bcdef	38	abc	35	bcd	32	ab	35
hw	C1	29	bc	27	a	45	defg	39	bc	35
hw	C3	48	cefg	60	de	52	efg	46	bcd	52
hw	D6	32	bcd	35	ab	39	cde	43	bcd	37
hw	D7	32	bc	32	ab	43	def	43	bcd	37
vb	EFB33	40	cdefg	31	ab	28	abc	33	ab	33
vb	Griechische	29	bc	25	a	34	abcd	37	bc	31
vb	L1	35	bcde	59	de	38	cde	53	cde	46
vb	Nischkes	37	bcdefg	24	a	26	abc	19	a	27
vb	P1	58	h	38	abc	24	ab	34	ab	38
vb	Würt.	42	cdefg	35	ab	33	abcd	43	bcd	38
vw	I1	42	cdefg	54	cd	49	efg	67	e	53
vw	I3	54	gh	54	cd	54	fg	57	de	55
vw	Q2	25	ab	72	e	57	g	58	de	53
Mittelwert Anbauformen		37		41		39		43		40

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Hülsenbefall (Nekrotisierung)

Das Merkmal unspezifischer Befall der Hülsen wurde nur in den Gemengen erhoben. Für das Merkmal Hülsenbefall war der Faktor Genotyp, Blatttyp, Blütenfarbe und die Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0,01$).

Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform zeigten die Genotypen im Gemenge mit Weizen (2.7) den geringsten Befall, im Gemenge mit Roggen (3.8) mittlere Anfälligkeiten und im Gemenge mit Triticale (4.0) den höchsten Befall (Tabelle 73).

Die buntblühende Gruppe hb und vb unterschieden im Merkmal Hülsenbefall signifikant von den Gruppen weißblühenden Gruppen hw und vw. Tendenziell war die hb-Gruppe mit Noten von 1 bis 2 geringer anfällig wie die vb-Gruppe mit Noten von 2.3 bis 2.4. Innerhalb der weißblühenden Genotypen war die vw-Gruppe mit Noten von 3.9 bis 4.3 geringer anfällig als die hw-Gruppe mit Noten von 4.7 bis 5.7 (Tabelle 73).

Im Mittel über alle Anbauformen zeigten die Genotypen 44F1 (1.6); P1 und Griechische (2.0) L1 (2.1); Nischkes (2.2); EFB33 (2.4); Württembergische (3.2) den geringsten Befall an den Hülsen (Tabelle 73).

Tabelle 73: Hülsenbefall der Genotypen im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Gemenge		Gemenge		Gemenge		Mittelwert
		mit Roggen		mit Triticale		mit Weizen	Genotypen	
hb	44F1	1.7	a	2.0	a	1.0	a	1.6
hw	A1	5.0	d	5.7	de	4.3	fg	5.0
hw	A4	3.7	c	5.0	d	4.0	efg	4.2
hw	C1	5.7	d	6.0	e	5.7	h	5.8
hw	C3	5.7	d	6.0	e	4.7	gh	5.5
hw	D6	5.7	d	5.7	de	5.0	gh	5.5
hw	D7	5.7	d	6.0	e	4.7	gh	5.5
vb	EFB33	2.3	b	2.3	a	2.7	cd	2.4

vb	Griechische	2.0	ab	2.0	a	2.0	bc	2.0
vb	L1	2.3	b	2.3	a	1.7	b	2.1
vb	Nischkes	2.3	b	2.3	a	2.0	bc	2.2
vb	P1	2.0	ab	2.0	a	2.0	bc	2.0
vb	Würt.	3.3	c	3.0	b	3.3	de	3.2
vw	I1	4.0	c	4.0	c	3.3	de	3.8
vw	I3	4.0	c	4.0	c	3.7	ef	3.9
vw	Q2	5.0	d	5.0	d	4.7	gh	4.9
Mittelwert Anbauformen		3.8		4.0		3.4		

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Reifeverzögerung

Für das Merkmal Reifeverzögerung war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p < 0,001$).

Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform zeigten die Genotypen in der Reinsaat (1.4). Danach folgt das Gemenge mit Weizen (2.5), das Gemenge mit Roggen (2.7) und das Gemenge mit Triticale (2.9) (Tabelle 74).

In allen Anbauformen zeigte die hb-Gruppe vertreten durch den Genotyp 44F1 die höchste Reifeverzögerung (Note 5 bis 7). In den Gemengen erreichte die hw-, vb- und vw-Gruppe Noten von 2 bis 3. In der Reinsaat erreichte die hw- und vw-Gruppe die Note 1 und die vb-Gruppe aufgrund des Genotyps EFB33 die Note 2 (Tabelle 74).

Im Mittel über alle Anbauformen zeigten die Genotypen C3 (1.2); L1 (1.3), P1 (1.4); A1 und I3 (1.5); C1, I1 und Württembergische (2) die geringste Reifeverzögerung und die Genotypen EFB33 (4.9) und 44F1 (5.8) die ausgeprägteste (Tabelle 74).

Das Merkmal Reifeverzögerung sollte in Kombination sowie als zusätzliche Information für die erhobenen BBCH-Stadien betrachtet werden (Tabelle 83), um eine Einschätzung über die Kombinationseignung mit dem Gemengepartner zu bekommen.

Tabelle 74: Reifeverzögerung der Genotypen in der Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen Reinsaat		Gemenge mit Roggen		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Weizen		Mittelwert Genotypen
hb	44F1	5	b	7	e	5	c	6	d	5.8
hw	A1	1	a	2	ab	2	ab	1	a	1.5
hw	A4	1	a	1	a	3	abc	4	cd	2.3
hw	C1	1	a	1	a	3	abc	3	bc	2.0
hw	C3	1	a	1	a	1	a	1	a	1.2
hw	D6	1	a	2	abc	4	bc	3	bc	2.5
hw	D7	1	a	4	cd	3	ab	5	d	3.2
vb	EFB33	4	b	5	de	5	c	5	d	4.9
vb	Griechische	1	a	3	bcd	3	bc	1	a	2.2
vw	I1	1	a	3	bcd	3	ab	1	a	2.0
vw	I3	1	a	2	ab	2	ab	1	a	1.5
vb	L1	1	a	1	a	2	ab	1	a	1.3
vb	Nischkes	1	a	3	bcd	3	abc	3	bc	2.5
vb	P1	1	a	1	a	3	ab	1	a	1.4
vw	Q2	1	a	3	bc	2	ab	3	bc	2.3
vb	Würt.	1	a	2	ab	3	abc	2	b	2.0
Mittelwert Anbauformen		1.4		2.7		2.9		2.5		

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Bestandshöhe „zur Blüte“

Für das Merkmal Bestandshöhe „zur Blüte“ war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p < 0,001$). Lediglich in der Reinsaat war der Faktor Blatttyp signifikant ($p < 0,001$), die halbblattlosen erreichten höhere Bestandeshöhen als die vollblättrigen.

Nur in der Reinsaat zeigte sich, dass der Genotyp aus der hb-Gruppe (118 cm) und die Genotypen aus der hw-Gruppe (105 cm) höhere Bestandeshöhen „zur Blüte“ aufwiesen als die Genotypen aus der vb- und vw-Gruppe (80 und 80 cm) (Tabelle 75).

Tabelle 75: Bestandshöhe (cm) der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen „zur Blüte“ - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen Reinsaat	Gemenge mit Roggen	Gemenge mit Triticale	Gemenge mit Weizen
	GD($p < .05$)	8	10	6	7
hb	44F1	118	145	153	128
hw	A1	102	112	120	103
hw	A4	107	132	129	112
hw	C1	112	127	124	109
hw	C3	107	119	122	110
hw	D6	107	132	132	113
hw	D7	95	122	127	108
vb	EFB33	91	139	138	112
vb	GR	82	132	129	116
vb	L1	82	119	127	105
vb	Nischk	84	131	128	104
vb	P1	52	64	66	59
vb	Würt	82	127	133	112
vw	I1	79	115	120	94
vw	I3	83	108	111	96
vw	Q2	78	125	124	108

Pflanzenlänge

Für das Merkmal Pflanzenlänge war der Faktor Genotyp in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.001$).

Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform zeigten die Genotypen in der Reinsaat die höchste Pflanzenlänge mit 136 cm. Im Gemenge mit Gemenge mit Roggen und Triticale erreichten die Pflanzen eine Länge von 132 bzw. 130 cm. Im Gemenge mit Weizen waren die Pflanzen am kürzesten mit 120 cm (Tabelle 76).

Im Mittel über alle Anbauformen waren die längsten Genotypen 44F1 (163 cm), EFB33 (159 cm) Nischkes (141 cm), Griechische (140 cm) und Württembergische (138 cm). Pflanzenlängen von 117 bis 136 cm zeigten die Genotypen der hw- und vw-Gruppe. Der kürzeste Genotyp war P1 mit 60 cm (Tabelle 76).

Tabelle 76: Pflanzenlänge [cm] der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotypen	Erbsen Reinsaat	Gemenge mit Roggen	Gemenge mit Triticale	Gemenge mit Weizen	Mittelwert Genotypen
	GD(p<.05)	15	15	9	10.8	
hb	44F1	172	166	158	155	163
vb	EFB33	177	159	151	148	159
vb	Nischk	153	139	148	123	141
vb	GR	153	144	139	125	140
vb	Würt	139	142	134	139	138
hw	C1	154	139	131	120	136
hw	D6	131	140	137	126	133
hw	A4	139	139	130	122	133
vw	Q2	134	136	131	129	133
vb	L1	136	136	134	120	132
hw	D7	124	135	124	116	125
vw	I3	128	121	124	114	122
vw	I1	127	121	128	108	121
hw	A1	128	115	121	111	119
hw	C3	121	121	123	106	117
vb	P1	58	60	64	57	60
Mittelwert Anbauformen		136	132	130	120	129

HEB-Index

In den Gemengen waren für das Merkmal HEB-Index die Faktoren Genotyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.01$). In der Reinsaat war der Blatttyp signifikant, wobei aber die halbblattlosen eine höhere Lagerneigung zeigten als die vollblättrigen. Dies ist auf einen methodischen Fehler zurückzuführen. In der Reinsaat sinken die vollblättrigen Genotypen schon eher in sich zusammen und haben dadurch eine niedrigere Anfangsbestandshöhe. Der Vergleich zwischen Pflanzenlänge und Bestandshöhe kann bis zu 70cm in der Reinsaat ausmachen – siehe Tabelle 75 und Tabelle 76.

Im Gemenge zeigten, unabhängig vom Blatttyp, die weißblühenden Genotypen (0.86) im Mittel eine geringere Lagerneigung als die buntblühenden (0.64) (Abbildung 39).

Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform zeigten die Genotypen in der Reinsaat die höchste Lagerneigung (0.5). Im Mittel zeigten die Genotypen in den Gemengen keine Unterschiede in der Lagerneigung (0.8) (Abbildung 39).

Die Genotypen aus der vb-Gruppe und der hb-Gruppe zeigten die höchste Lagerneigung (0.4 bis 0.6). Nur die Genotypen L1 (0.7) und P1 (1.0) aus der vb-Gruppe zeigten eine geringe Lagerneigung (Abbildung 39). Die Genotypen aus der hw- und vw-Gruppe erreichten im Mittel über alle Anbauformen HEB-Indizes zwischen 0.7 und 0.8 (Abbildung 39).

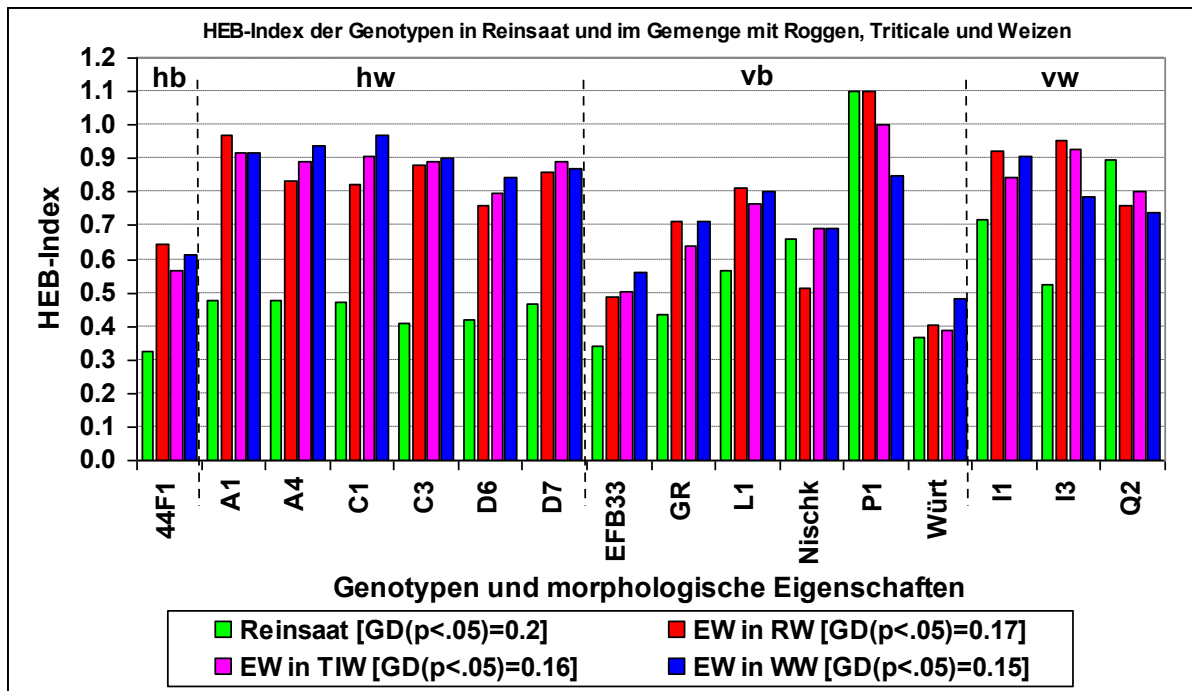


Abbildung 39: HEB-Index der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen – DAR13_L

Lagerneigung in Abhängigkeit der Pflanzenlänge

In allen 4 Anbauformen zeigt die Lagerneigung einen signifikanten Zusammenhang mit der Pflanzenlänge (Abbildung 17). Je länger die Pflanzen desto höher war die Lagerneigung bzw. desto geringer der HEB-Index. Insbesondere im Gemenge mit Roggen und Triticale zeigte sich für die Genotypen der vw- und hw-Gruppe, dass auch vollblättrige Genotypen vergleichbar hohe Standfestigkeiten aufweisen können wie halblattlose. Nur im Vergleich der hb- zur vb-Gruppe zeigte sich, dass halblattlose bei ähnlicher Pflanzenlänge eine deutlich bessere Standfestigkeit aufweisen als vollblättrige Genotypen (Abbildung 40).

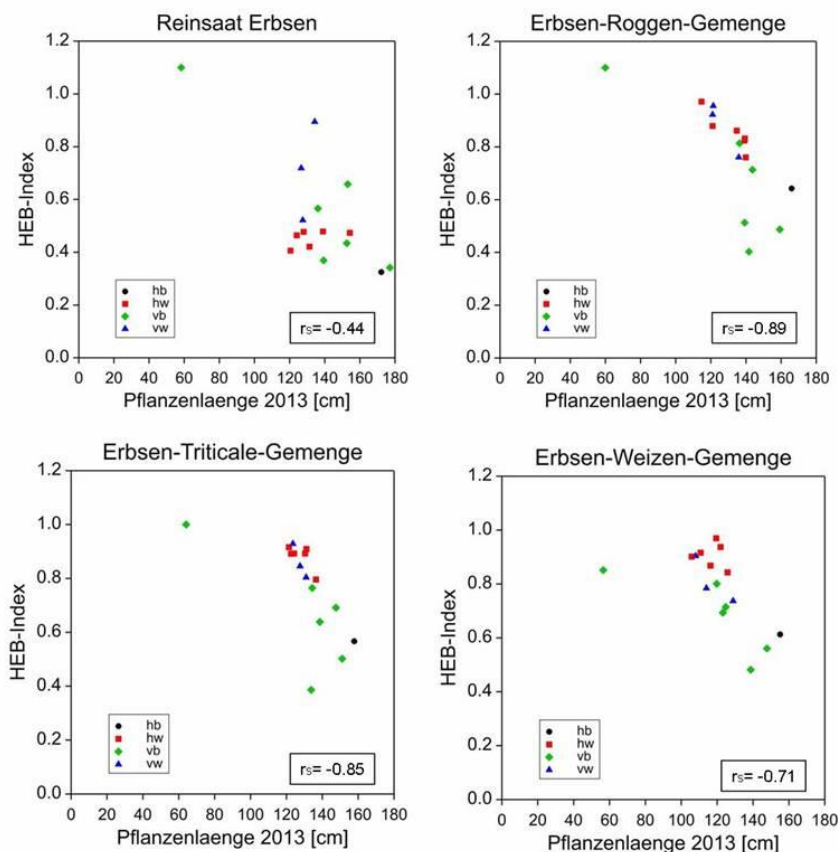


Abbildung 40: Lagerneigung in Abhängigkeit der Pflanzenlänge – morphologische Kombinationen in Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale, Weizen – DAR13_L

Ertrag

Für das Merkmal Erbsenreinertrag war der Faktor Genotyp im Gemenge mit Triticale und Weizen signifikant ($p < 0.001$). In der Reinsaat war der Faktor Blatttyp signifikant ($p < 0.05$) und im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen die Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe ($p < 0.05$). Eine Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe lag nicht vor. Es zeigte sich das die vollblättrigen und buntblühenden Genotypen mehr Ertrag aufwiesen als die halbblattlosen und weißblühenden. Für das Merkmal Erbsenreinertrag war die Faktor-Kombination aus Blatttyp und Blütenfarbe (hb, hw, vb, vw) in der Reinsaat und den Gemengen signifikant ($p < 0.01$).

Für das Merkmal Gesamtertrag war der Faktor Genotyp im Gemenge mit Roggen und Triticale signifikant ($p < 0.01$). Aber die Faktoren Kombination aus Blatttyp und Blütenfarbe war in allen Anbauformen signifikant ($p < 0.01$).

Die Genotypen der vb-Gruppe erreichten in allen Anbauformen die höchsten Erträge. Im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen erreichte die hb-Gruppe die zweithöchsten Erträge. In der Reinsaat erreichte die vw-Gruppe die zweithöchsten Erträge. Den dritten Platz belegte in der Reinsaat, im Gemenge mit Roggen und Weizen die hw-Gruppe. Im Gemenge mit Triticale belegte den dritten Platz die vw-Gruppe. Im Gemenge mit Triticale erreichte die hw-Gruppe den geringsten Ertrag. In der Reinsaat erreichte die hb-Gruppe den geringsten Ertrag und im Gemenge mit Roggen und Weizen die vw-Gruppe (Tabelle 77).

Tabelle 77: Erbsen-Reinerträge (dt/ha) der Blatttyp und Blütenfarbe Kombinationen in der Reinsaat und im Gemenge mit Roggen, Triticale, Weizen – DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Erbsen Reinsaat		Gemenge mit Roggen		Gemenge mit Triticale		Gemenge mit Weizen	
	Ertrag	Signif.	Ertrag	Signif.	Ertrag	Signif.	Ertrag	Signif.
hb	23.2	a	16.7	ab	24.0	bc	18.8	ab
hw	24.2	a	13.2	a	19.5	a	16.2	a
vb	28.4	b	18.1	b	26.9	c	21.2	b
vw	27.2	ab	12.9	a	22.3	ab	14.2	a

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Die Erbsenreinerträge waren im Gemenge in der Reinsaat (22 bis 29.4 dt/ha) am höchsten, gefolgt vom Gemenge mit Triticale (18 bis 31 dt/ha), vom Gemenge mit Weizen (12 bis 25.5 dt/ha) und dem Gemenge mit Roggen (11 bis 23 dt/ha) (Abbildung 41).

Zu den ertragreichsten Genotypen über alle Anbauformen zählten I1 (27.3 dt/ha), L1 (26.4 dt/ha), EFB33 (25 dt/ha), Nischkes und P1 (23 dt/ha), 44F1 (21.1 dt/ha), Q2 und A4 (20.1 dt/ha) und D6 (19.1 dt/ha) (Abbildung 41).

Die Gemengegesamterträge waren im Gemenge mit Triticale (40 bis 47 dt/ha) am höchsten, gefolgt vom Gemenge mit Roggen (29 bis 43 dt/ha) und dem Gemenge mit Weizen (28 bis 39 dt/ha) (Abbildung 41).

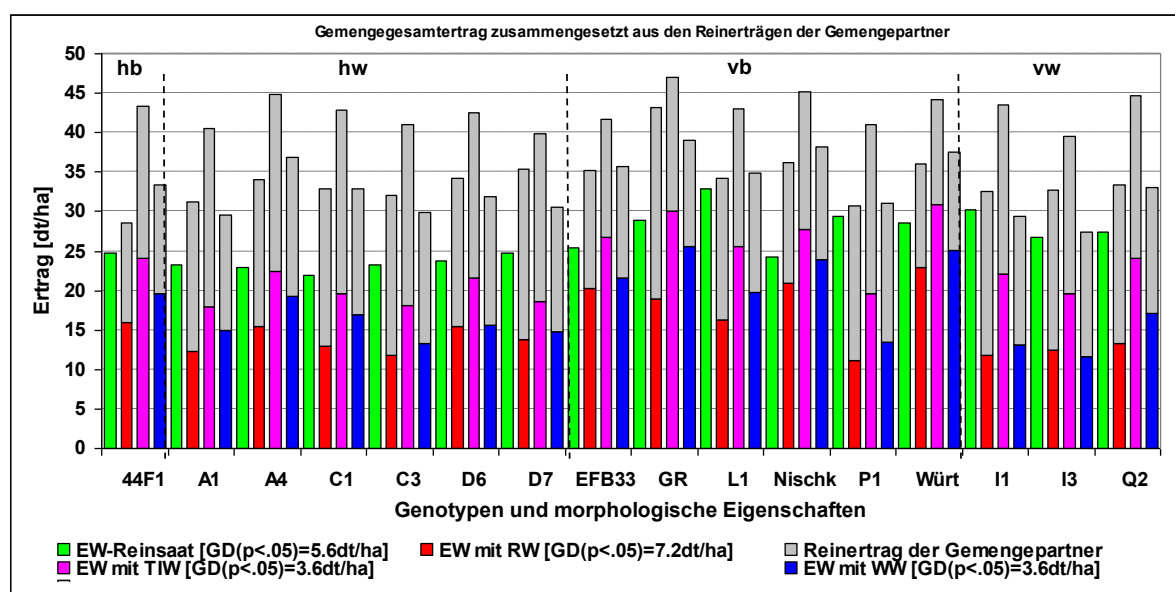


Abbildung 41: Gemengegesamtertrag zusammengesetzt aus den Reinerträgen der Gemengepartner – Grenzdifferenzen ($p < 0,05$) für Gemengegesamtertrag war für das EW-RW-Gemenge (4.4 dt/ha), für das EW-TIW-Gemenge (5.2 dt/ha) und für das EW-WW-Gemenge (4.8 dt/ha) – DAR13_L

Insbesondere im Gemenge mit Roggen lagen die relativen Einzelerträge unter 0.5, mit der Hälfte der Saatstärke im Gemenge wurde nicht die Hälfte des Ertrages der normalen Saatstärke in der Reinsaat erreicht, dies bedeutete einen theoretischen Verlust, und dass der Gemengeanbau mit diesem Partner nicht von Vorteil war. Im Gemenge mit Triticale erreichten alle Genotypen rel. Erträge über 0.5, für alle Genotypen war der Anbau mit Triticale von Vorteil (Tabelle 78).

Tabelle 78: relative Einzelerträge der Genotypen– Verhältnis der Erträge in der Reinsaat zu den Erträgen im Gemenge - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	rel. Ertrag	rel. Ertrag	rel. Ertrag
		Gemenge mit Roggen	Gemenge mit Triticale	Gemenge mit Weizen
vw	I1	0.8	1.0	0.8
vb	L1	0.7	0.9	0.8
vb	EFB33	0.6	1.0	0.8
vb	Nischkes	0.7	0.9	0.7
vb	P1	0.5	0.8	0.7
hb	44F1	0.5	0.8	0.7
vw	Q2	0.4	0.8	0.6
hw	A4	0.5	0.7	0.6
hw	D6	0.5	0.7	0.5
vb	Würt.	0.4	0.7	0.4
hw	C3	0.4	0.6	0.6
vb	Griechische	0.4	0.7	0.4
hw	D7	0.5	0.6	0.5
vw	I3	0.4	0.6	0.4
hw	C1	0.4	0.6	0.5
hw	A1	0.4	0.6	0.4

Rohproteingehalt

Gemessen wurde der Rohproteingehalt der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale. Für die Messung des Rohproteingehaltes wurden Mischproben aus den Wiederholungen der Genotypen erstellt und gemessen. Zuvor wurden ausgewählte Genotypen in Wiederholung gemessen, der Varianzkoeffizient lag dafür im Bereich von 0.05%.

Im Mittel über alle Genotypen unterschied sich die Anbauform Reinsaat (22.2 %) nur um 0.6% von der Anbauform Triticale (21.6%). Nur die Genotypen D6, EFB33 und Griechische erreichten in der Reinsaat rund 2 % mehr als im Gemenge mit Triticale.

Deutliche Unterschiede zeigten die Kombinationen aus Blatttyp und Blütenfarbe, wobei die Genotypen der vw-Gruppe im Mittel über beide Anbauformen 23% erreichte, die vb- und hb-Gruppe 22.5% und die hw-Gruppe 20.5%.

Die Genotypen mit den höchsten Rohproteingehalten waren im Mittel über beide Anbauformen Q2 und Griechische (25%), I1 und EFB33 (24%), P1, Nischkes, I3 und Württembergische (23%).

Tabelle 79: Rohproteingehalt (%TS) der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale–DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen Reinsaat	Gemenge mit Triticale	Mittelwert Genotypen
hb	44F1	22*	23	22
hw	A1	21	20	21
hw	A4	21	20	21
hw	C1	20	20	20
hw	C3	19	20	19
hw	D6	21	19	21
hw	D7	20	19	20
vb	EFB33	24	21	24
vb	Griechische	25	23	25
vb	L1	22	23	22
vb	Nischkes	23	23	23
vb	P1	23	23	23
vb	Würt.	23	22	23
vw	I1	24	23	24
vw	I3	23	23	23
vw	Q2	25	24	25
Mittelwert Anbauformen		22.2	21.6	

*Mischproben keine Varianzanalytische Verrechnung

TKM

In den Gemengen waren für das Merkmal TKM die Faktoren Genotyp und die Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.01$).

Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform erreichten die Genotypen in der Reinsaat das geringste TKM mit 127g. Im Gemenge mit Weizen und Roggen erreichten die Genotypen ein TKM von 151g und im Gemenge mit Triticale das höchste TKM mit 163g. (Tabelle 80).

Der Genotyp aus der hb-Gruppe erreichte bis auf die Reinsaat das höchste TKM (132 bis 178g). Lediglich in der Reinsaat erreichte die hw-Gruppe ein geringeres TKM (129g) als die vw-Gruppe (142g). In den anderen Anbauformen unterschieden sich die hw- und vw-Gruppe nicht (155 bis 173g). Die vb-Gruppe erreichte das geringste TKM in allen Anbauformen (114 bis 149g) (Tabelle 80).

Die Genotypen mit dem höchsten TKM im Mittel über alle Anbauformen waren L1 (166g), Q2 (163g), 44F1 und A4 (161g), P1 (157g) und I3 (156g). Die Genotypen mit dem geringsten TKM waren Griechische und EFB33 (112g), Nischkes (133g) und Württembergische (136g) (Tabelle 80).

Tabelle 80: Tausendkornmasse (TKM in g) der Genotypen in Reinsaat und in den Gemengen mit Roggen, Triticale und Weizen - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen Reinsaat	Gemenge mit Roggen	Gemenge mit Triticale	Gemenge mit Weizen	Mittelwert Genotypen
GD ($p < 0.05$)		16	15	12	11	
hb	44F1	129	166	178	172	161
hw	A1	125	155	158	162	150
hw	A4	139	164	180	160	161
hw	C1	123	150	175	154	150
hw	C3	134	146	172	166	154
hw	D6	130	151	173	152	151
hw	D7	134	155	174	154	154
vb	EFB33	87	119	122	121	112
vb	Griechische	88	118	124	118	112
vb	L1	146	177	182	161	166
vb	Nischkes	103	142	146	140	133
vb	P1	153	156	167	151	157
vb	Würt.	116	137	149	142	136
vw	I1	139	148	168	159	153
vw	I3	136	169	169	150	156
vw	Q2	146	163	177	165	163
Mittelwert Anbauformen		127	151	163	152	

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede $GD(p < 0,05)$ (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Korrelationen

Auch im Jahr 2013 korrelierten einige der erhobenen Merkmale in der Erbsen-Reinsaat (Tabelle 81) und im Gemenge mit Triticale (Tabelle 82).

In der Reinsaat (Tabelle 81) zeigte sich ein schwacher Zusammenhang zwischen der Nach-Winterbonitur und dem Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“, dem Erbsenertrag, dem TKM und dem Rohproteingehalt. In der Reinsaat korrelierte die Pflanzenlänge mit der Erbsendeckung ($r_s = 0.53$). Der Rohproteingehalt zeigte eine positive Korrelation mit dem Erbsenertrag ($r_s = 0.51$) und keine Korrelation mit dem TKM ($r_s = -0.06$).

Tabelle 81: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen in der Erbsenreinsaat - DAR13_L

Merkmale Erbsen Reinsaat DAR 2013		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bonitur Nach-Winter	1	x								
Bestandsdichte Erbsen Frühjahr [Pfl/m ²]	2	-0.23	x							
Bestandshöhe "zur Blüte" [cm]	3	-0.29	0.21	x						
Erbsendeckung "zur Blüte" [%]	4	0.29	0.16	-0.43	x					
HEB-Index	5	0.41	-0.24	-0.57	0.09	x				
Pflanzenlänge [cm]	6	-0.10	0.31	0.20	0.53	-0.47	x			
Erbsenertrag [dt/ha]	7	0.37	-0.13	-0.67	0.44	0.21	-0.07	x		
TKM [g]	8	0.49	-0.39	-0.17	-0.18	0.54	-0.58	0.16	x	
Rohproteingehalt [%]	9	0.39	-0.10	-0.70	0.72	0.34	0.17	0.51	-0.06	x
Rohproteinertrag [dt/ha]	10	0.48	-0.13	-0.72	0.60	0.21	0.06	0.92	0.08	0.76

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

Im Gemenge mit Triticale (Tabelle 82) korrelierte die Nach-Winterbonitur nicht mit der Erbsendeckung, der Bestandsdichte Erbsen und dem Erbsenertrag. Die Bestandsdichte Erbsen korrelierte aber mit ($r_s = 0.43$) mit der Erbsendeckung. Ebenso korrelierte der Erbsenertrag mit der Erbsendeckung ($r_s = 0.83$). Im Gemenge mit Triticale korrelierte die Pflanzenlänge mit der Bestandshöhe ($r_s = 0.77$) und mit der Erbsendeckung ($r_s = 0.72$). Der Rohproteingehalt zeigte keine Korrelation mit dem TKM und nur eine schwache Korrelation zum Erbsenertrag ($r_s = 0.27$), zum Gemengegesamtertrag ($r_s = 0.17$) und eine schwache negative Korrelation zum Triticaleertrag ($r_s = -0.29$) (Tabelle 82).

Tabelle 82: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen im Gemengeanbau mit Triticale - DAR13_L

Merkmale Erbsen-Triticale DAR 2013		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bonitur Nach-Winter	1	x										
Bestandsdichte Erbsen [Pfl/m ²]	2	0.05	x									
Bestandshöhe "zur Blüte" [cm]	3	-0.18	0.34	x								
Erbsendeckung "zur Blüte" [%]	4	0.06	0.43	0.64	x							
HEB-Index	5	-0.06	-0.38	-0.74	-0.81	x						
Pflanzenlänge [cm]	6	-0.04	0.27	0.77	0.72	-0.71	x					
Erbsenertrag [dt/ha]	7	-0.05	0.24	0.59	0.83	-0.70	0.71	x				
Triticaleertrag [dt/ha]	8	0.02	-0.25	-0.50	-0.71	0.73	-0.59	-0.66	x			
Gemengegesamtertrag [dt/ha]	9	-0.06	0.00	0.32	0.46	-0.27	0.44	0.77	-0.09	x		
TKM [g]	10	0.11	-0.11	-0.03	-0.31	0.20	-0.10	-0.31	0.22	-0.17	x	
Rohproteingehalt [%]	11	0.72	-0.02	-0.25	0.23	-0.16	0.02	0.27	-0.29	0.17	-0.09	x
Rohproteinertrag [dt/ha]	12	0.14	0.21	0.46	0.81	-0.70	0.64	0.96	-0.69	0.71	-0.32	0.51

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

BBCH-STADIEN

Die BBCH-Stadien im Mittel über alle Genotypen über eine Anbauform unterschieden sich nur geringfügig. Die Reinsaat war im Mittel eine Boniturnote früher als die Gemenge.

Den spätesten Blühbeginn zeigten die Genotypen EFB33, L1, Nischkes, P1 und 44F1. Den frühesten Blühbeginn zeigten die Genotypen Q2, C3, I1 und I3, gefolgt von C1, D6, D7. Den frühesten Blühbeginn und die früheste Abreife zeigte der Roggen, gefolgt von der Triticale und dem Weizen. Die Getreidepartner und die Erbsen unterschieden sich nur geringfügig im Blühzeitpunkt und der Abreife (Tabelle 83).

Tabelle 83: BBCH-Stadien - Mittelwerte der Genotypen über alle Anbauformen - DAR13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	25.05.13	31.05.13	08.06.13	12.06.13	18.06.13	22.06.13
hb	44F1	39	54	63	65	68	71
hw	A1	50	61	65	67	69	72
hw	A4	51	61	65	66	68	72
hw	C1	53	61	65	67	69	72
hw	C3	58	63	66	68	70	73
hw	D6	53	61	65	66	68	71
hw	D7	54	62	65	66	68	72
vb	EFB33	39	59	64	65	68	70
vb	Griech	48	62	65	67	69	72
vb	L1	39	60	65	67	70	72
vb	Nischkes	39	56	64	65	68	71
vb	P1	39	53	64	66	70	72
vb	Würt.	51	62	66	67	71	72
vw	I1	58	63	67	67	70	73
vw	I3	58	63	67	67	70	72
vw	Q2	60	64	66	67	69	72
	Roggen	59	65	69	69	71	73
	Triticale	55	58	65	69	69	72
	Weizen	39	43	58	65	69	71

5.3.2 Ergebnisse Standort Frankenhausen (DFH13_L, DFH13_H, DFH13_S)

Im Jahr 2013 wurden in Frankenhausen die Linien F1, A4, C3, D6, P1, L1, I1 und I3 sowie die Referenzsorte EFB33 im sogenannten „**Linienversuch**“ (DFH13_L) angebaut. Hierbei wurden die genannten Linien in 4 Anbauformen als Erbsen Reinsaat und im Gemenge mit Raps, Triticale und Rübsen angebaut. Zusätzlich wurden noch vier weitere Linien A1, C1, D7, Q2 und vier verschiedene Herkünfte - Württembergische, Griechische, Nischkes Riesengebirgs und die Sorte EFB33 als Referenz im **Herkünfteversuch** (DFH13_H) nur im Gemenge mit Triticale angebaut. Als weiterer Versuch wurde der **Saatstärkenversuch** (DFH13_S) mit P1 als sehr kurzer, vollblättrig-buntblühender Sorte und D6 als halbblattlose, weißblühende Sorte durchgeführt. Hierbei wurden die Saatstärken der Linien und des Gemengepartners Triticale variiert.

5.3.2.1 Linienversuch (DFH13_L)

Feldaufgang

Für den Feldaufgang waren der Faktor Genotyp und die Interaktion aus den Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.01$). Im Mittel unterschieden sich die halbblattlos, buntblühenden, die halbblattlos, weißblühenden und die vollblättrig buntblühenden nicht voneinander. Lediglich die Kombination vollblättrig, weißblühend mit den Genotypen I1 und I3 zeigte einen signifikant schlechteren Feldaufgang (Abbildung 42).

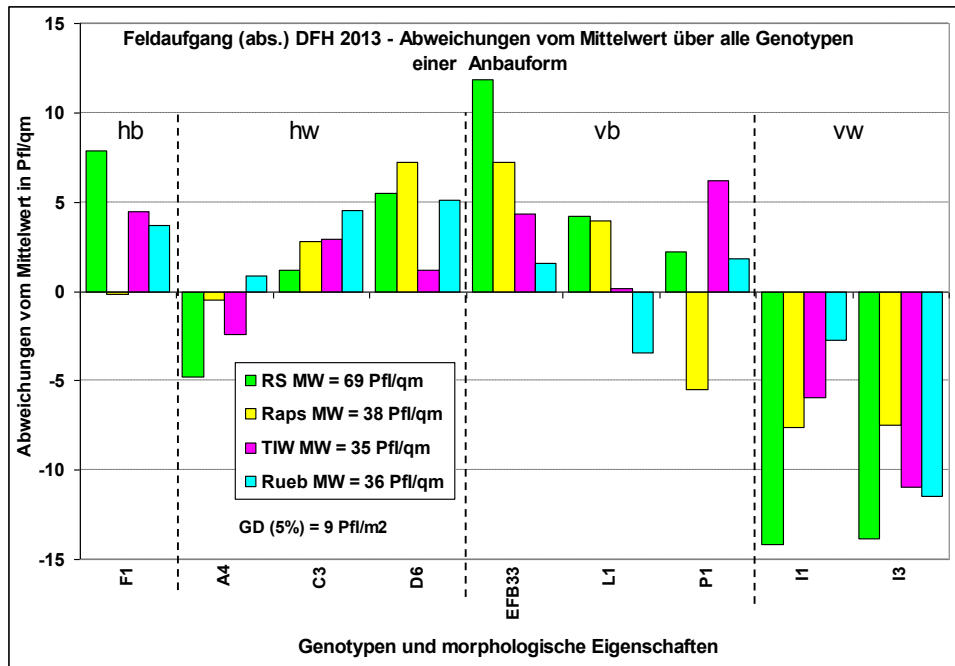


Abbildung 42: Feldaufgang als Abweichung von jeweiligem Mittelwert der Anbauform – DFH13_L13

Überwinterung

Für die Überwinterungsraten war der Faktor Genotyp, Blütenfarbe, der Blatttyp und die Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.001$).

Die Anbauform hatte lediglich tendenziell einen Einfluss auf die Überwinterung, aber der Faktor Anbauform war nicht signifikant. Im Mittel zeigten die Genotypen im Gemenge mit Triticale (67%) die höchste Überwinterungsrate, gefolgt von der Reinsaat (63%) und den Gemengen mit Raps (59%) und Rübsen (57%).

Auf dem Standort Frankenhausen zeigten die halbblattlosen, weißblühenden Genotypen (79%) höhere Überwinterungsraten als die vollblättrig, buntblühenden (64%), die vollblättrig, weißblühenden (51%) und die halbblattlos, buntblühenden (46%) Genotypen (Abbildung 43).

Im Mittel über alle Anbauformen zeigten die Genotypen A4, C3 und D6 mit 78 bis 80% die höchsten Überwinterungsraten. Die Genotypen L1, P1 und EFB33 erreichten Überwinterungsraten von 60 bis 64%. Die geringsten Überwinterungsraten zeigten I3, I1 und F1 mit 40 bis 46% (Abbildung 43).

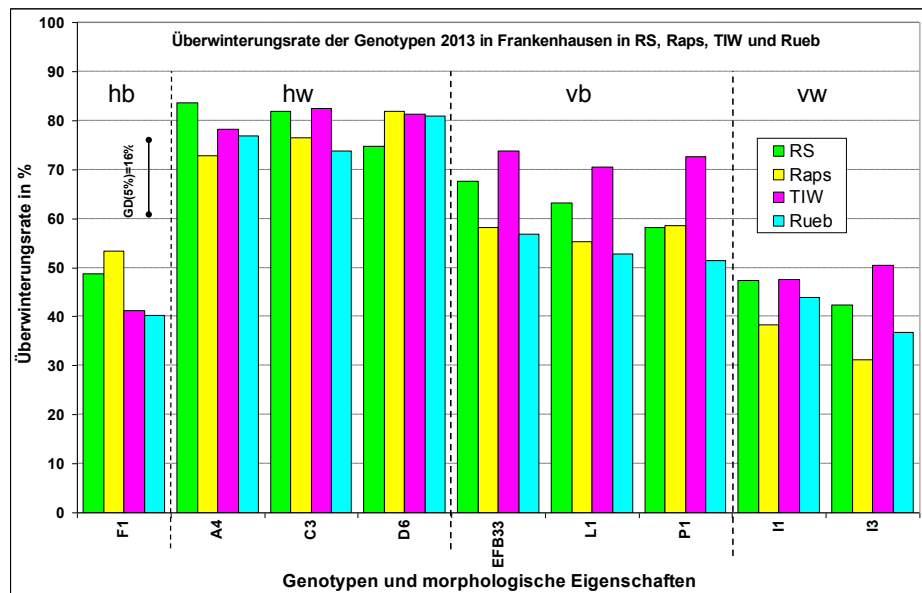


Abbildung 43: Überwinterung der Genotypen im Linierversuch – DFH13_L

Deckungsgrad

Erbsendeckung

Für den Erbsendeckungsgrad waren die Faktoren Genotyp, Anbauform, die Interaktion aus Anbauform und Genotyp sowie der Blatttyp signifikant ($p < 0.01$). Der Erbsendeckungsgrad differenzierte lediglich im Bereich von 65 bis 100%.

Von den Anbauformen erreichte die Reinsaat (97%) die höchsten Erbsendeckungsgrade, gefolgt vom Gemenge mit Raps (93%) und dem Gemenge mit Rüben (83%) und Triticale (82%) (Tabelle 84).

Anders als erwartet zeigten die halbblattlosen Genotypen mit 94% einen höheren Deckungsgrad als die vollblättrigen Genotypen mit 84%. Eine Erklärung könnten die höheren Pflanzenlängen der halbblattlosen Genotypen sein, die dann allein durch die Pflanzenlänge unabhängig von der Blattform einen höheren Deckungsgrad erreichten (vgl. Tabelle 84 und Tabelle 93). Die Korrelation zwischen dem Erbsendeckungsgrad und der Pflanzenlänge betrug im Gemenge mit Triticale ($r_s = 0,48$) (Tabelle 93).

Genotypen mit dem höchsten Deckungsgrad waren EFB33 (98%), D6 (96%), C3 und A4 (95%) und L1 (93%) (Tabelle 84).

Tabelle 84: Mittlere Pflanzenlänge [cm] und Erbsendeckungsgrad[%] in Reinsaat und den Gemengen mit Raps, Triticale und Rübsen (5.7.2013) – Linierversuch DFH 2013

Blatttyp und Blütenfarbe	Pflanzenlänge	Genotyp	Erbsen Reinsaat	Gemenge mit Raps	Gemenge mit Triticale	Gemenge mit Rübsen	Mittelwert Genotypen
GD($p < 0.05$) = 14%							
hb	197	44F1	100	99	79	92	93
hw	180	A4	98	100	86	98	95
hw	170	C3	100	100	93	89	95
hw	183	D6	100	100	94	91	96
vb	212	EFB33	98	99	95	100	98
vw	173	I1	98	100	73	61	82
vw	163	I3	91	85	74	75	81
vb	179	L1	98	100	88	89	93
vb	95	P1	90	59	61	55	66
Mittelwert Anbauform			97	93	82	83	

Beikrautdeckung

Für den Beikrautdeckungsgrad waren die Faktoren Genotyp, Anbauform, die Interaktion aus Anbauform und Genotyp sowie der Blatttyp signifikant ($p < 0.01$). Der Beikrautdeckungsgrad differenzierte im Bereich zwischen 7 und 24%. Genotypen mit einer hohen Erbsendeckung zeigten eine geringere Beikrautdeckung und andersherum. Die Genotypen wiesen in der Reinsaat eine Beikrautdeckung von 20% auf, im Gemenge mit Raps und Rübsen 16% und im Gemenge mit Triticale 7%.

Standfestigkeit

Für das Merkmal HEB-Index waren die Faktoren Anbauform, Genotyp, Blatttyp signifikant ($p < 0.001$). Bei den Anbauformen wiesen die Genotypen in der Reinsaat die geringste und in der Triticale die höchste Standfestigkeit auf (Tabelle 85).

Tabelle 85: HEB-Index der Anbauformen – Linierversuch DFH13_L

Anbauform	HEB-Index	
Reinsaat	0.34	a*
Raps	0.59	b
Rübsen	0.60	b
Triticale	0.70	c

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Die vollblättrigen Genotypen zeigten die höchste Standfestigkeit. Jedoch ist die Standfestigkeit ermittelt über den HEB-Index stark beeinflusst von der Pflanzenlänge ($r_s = -0,59$) (Tabelle 93). Unabhängig vom Blatttyp wiesen kürzere Genotypen eine bessere Standfestigkeit auf als längere Genotypen. Der besten Genotypen über alle Anbauformen war P1 (0.8), dann folgten mit großem Abstand I3 (0.69) und I1 (0.61) (Tabelle 86).

Tabelle 86: HEB-Index der Genotypen im Mittel über alle Anbauformen – Linienversuch DFH13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Pflanzenlänge [cm]	Genotyp	HEB-Index	
vb	212	EFB33	0.43	a*
hb	197	44F1	0.45	a
hw	183	D6	0.47	ab
hw	180	A4	0.49	abc
hw	170	C3	0.52	bc
vb	179	L1	0.54	c
vw	173	I1	0.61	d
vw	166	I3	0.69	e
vb	95	P1	0.80	f

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD ($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Ertrag

Für den Erbsenreinertrag und für den Gesamtertrag waren die Faktoren Anbauform, Genotyp, Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0,01$). Für den Gemengepartnerreinertrag waren die Faktoren Anbauform, Genotyp und die Interaktion aus Anbauform und Genotyp signifikant ($p < 0,001$), außerdem war der Faktor Blatttyp, die Interaktion aus Blatttyp und Anbauform sowie die dreifaktorielle Interaktion aus Anbau, Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0,05$).

Der Ertrag in Frankenhausen war im Anbaujahr 2013 überdurchschnittlich. Der Erbsenreinertrag war in der Reinsaat mit 42 dt/ha und im Gemenge mit Raps mit 43 dt/ha am höchsten. In den Gemengen mit Triticale wurden 31 dt/ha und im Gemenge mit Rübsen 28 dt/ha geerntet (Abbildung 44).

Für die Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe zeigte sich über alle Anbauformen, dass unabhängig von der Blütenfarbe halbblattlose Genotypen (44 dt/ha) einen höheren Ertrag aufwiesen als vollblättrige Genotypen (33 dt/ha). Innerhalb der vollblättrigen Genotypen wiesen die buntblühenden (36 dt/ha) gegenüber den weißblühenden (30 dt/ha) einen höheren Ertrag auf (Abbildung 44).

Es lag keine Interaktion zwischen dem Faktor Anbauform und Genotyp vor, daher gab es keine Genotypen die in einer oder der anderen Anbauform besser waren. Die Genotypen mit dem höchsten Ertrag waren D6, A4 und 44F1 (44 bis 45 dt/ha), dann folgten die Genotypen EFB33, C3 und L1 (41 bis 42 dt/ha) und P1, I3 und I1 (26 bis 31 dt/ha) (Abbildung 44).

Der Reinertrag für die Gemengepartner lag für Raps und Rübsen zwischen 2 und 7 dt/ha und für Triticale zwischen 23 und 38 dt/ha.

Im Gesamtertrag erreichte das Triticalegemenge die höchsten Erträge mit 68 dt/ha, die zweithöchsten Erträge erreichte die Erbsen-Reinsaat mit 51 dt/ha. Das Gemenge mit Raps erreichte 46 dt/ha und das Gemenge mit Rübsen 42 dt/ha. Der Erbsenanteil am Gemenge war im Gemenge mit Raps und Rübsen höher als im Gemenge mit Triticale (Abbildung 44).

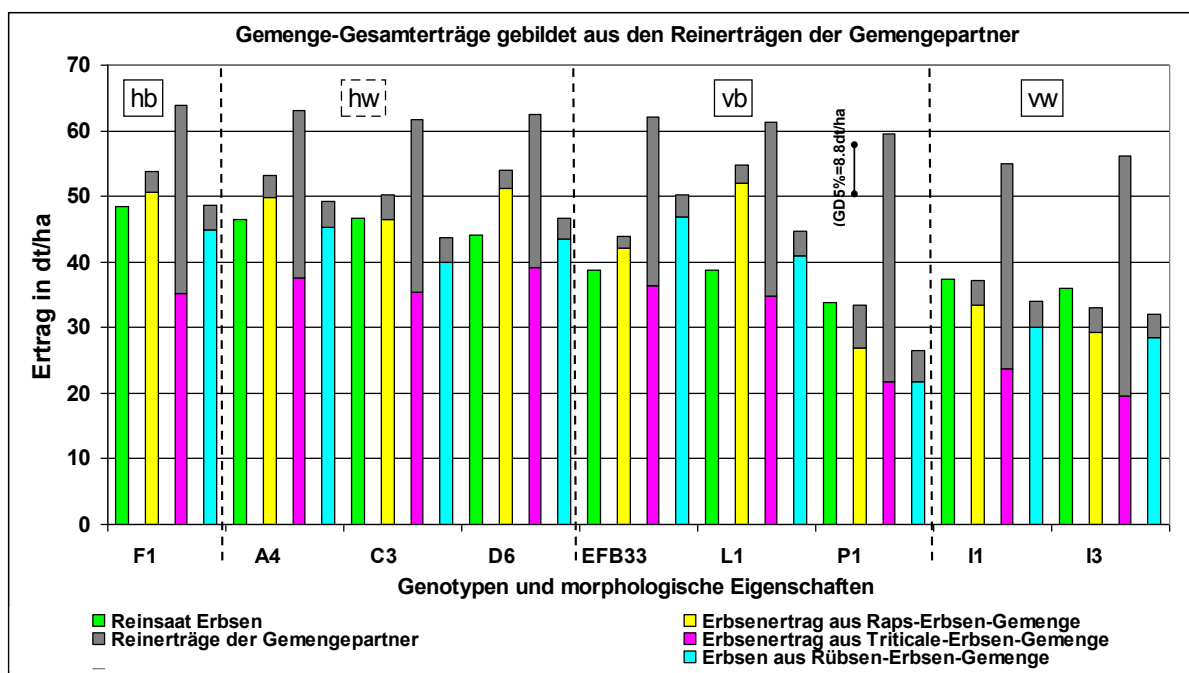


Abbildung 44: Darstellung der Gemengegesamterträge aus den Reinerträgen der Erbsen und der Gemengepartner – Linienversuch DFH13_L

Relativer Ertrag zur Reinsaat

Nach den relativen Erträgen zu urteilen, war der Anbau im Gemenge mit Raps für die Erbsen am besten. Im Mittel lagen im Gemenge mit Raps die relativen Erträge bei 0.9. Im Gemenge mit Rübsen lagen die relativen Erträge bei 0.8 und im Gemenge mit Triticale bei 0.7 (Tabelle 87). Hierbei zeigte sich eine grundsätzliche Vorteilhaftigkeit des Gemengeanbaus und im Speziellen der Gemengeanbau mit Raps gegenüber Rübsen bzw. Triticale.

Im Mittel über alle Anbauformen zeigten die Genotypen P1, I3 und I1 rel. Erträge zwischen 0.5 und 0.6. Dagegen erreichten die Genotypen D6 und A4 einen rel. Ertrag von 1 (Tabelle 87). Diese Genotypen erreichten mit der Hälfte der Aussaatstärke im Gemenge denselben Ertrag wie in der Reinsaat. Dagegen erreichten die Genotypen P1, I3 und I1 im Mittel über alle Anbauformen die Hälfte des Ertrages in der Reinsaat. Diese Genotypen waren eventuell besser an die Reinsaat angepasst.

Tabelle 87: Relative Erträge der Erbsen in den Gemengen als Verhältnis zur Reinsaat – Linienversuch DFH13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Gemenge mit Raps	Gemenge mit Triticale	Gemenge mit Rübsen	Mittelwert Genotypen
hw	A4	1.1	0.8	1.0	1.0
hw	C3	1.0	0.8	0.9	0.9
hw	D6	1.1	0.8	0.9	1.0
vb	EFB33	0.9	0.8	1.0	0.9
hb	F1	1.1	0.8	1.0	0.9
vw	I1	0.7	0.5	0.6	0.6
vw	I3	0.6	0.4	0.6	0.6
vb	L1	1.1	0.7	0.9	0.9
vb	P1	0.6	0.5	0.5	0.5
Mittelwert Anbauformen		0.9	0.7	0.8	

Rohproteingehalt und -ertrag

Für den Rohproteingehalt sind die Faktoren Genotyp, Blatttyp, Blütenfarbe, die Interaktion aus Anbauform und Genotyp sowie die Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.01$).

Die vollblättrigen Genotypen enthielten im Mittel 2 bis 4 % mehr Rohprotein als die halbblattlosen Genotypen. Die Ausnahme bildet der halbblattlose, buntblühende Genotypen F1, der in beiden Anbauformen ähnlich hohe Rohproteingehalte aufwies wie die vollblättrigen Genotypen. Die Genotypen mit den höchsten Rohproteingehalten waren P1 (26%), I1 und I3 (25%) und 44F1, EFB33 und L1 (24%). (Tabelle 88)..

Tabelle 88: Rohproteingehalt der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale – Linierversuch DFH13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen		Gemenge		Mittelwert Genotypen
		Reinsaat		mit Triticale		
hb	44F1	24	cd	24	cdef	24
hw	A4	22	b	22	ab	22
hw	C3	22	ab	21	a	21
hw	D6	21	ab	22	ab	21
vb	EFB33	24	cd	24	c	24
vb	L1	24	cde	24	cd	24
vb	P1	26	g	25	ef	26
vw	I1	25	f	25	ef	25
vw	I3	25	f	25	def	25
Mittelwert Anbauformen		24		24		

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer)

Für den Rohproteinertrag waren die Faktoren Genotyp und Anbauform signifikant ($p = 0.01$). Der Rohproteinertrag ist abhängig vom Rohproteingehalt und dem Ertrag der Genotypen, so konnte ein Genotyp mit einem geringen Rohproteingehalt bei hohem Ertrag noch sehr gute Rohproteinerträge erreichen. Im Mittel über alle Genotypen einer Anbauform erreichten die Genotypen in der Reinsaat (9.7 dt/ha) einen höheren Rohproteinertrag als im Gemenge mit Triticale (7.3 dt/ha). Im Mittel über beide Anbauformen erreichten die Genotyp 44F1 (10.1 dt/ha) und A4 (9.2 dt/ha) den höchsten Rohproteinertrag. Danach folgten die Genotypen C3, D6, EFB33 und L1 (8.9 dt/ha) (Tabelle 89).

Tabelle 89: Rohproteinerträge der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale – Linierversuch DFH13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Erbsen	Gemenge	Mittelwert Genotypen
		Reinsaat	mit Triticale	
GD ($p < .05$) = 1.8 dt/ha				
hb	44F1	11.6	8.6	10.1
hw	A4	10.3	8.2	9.2
hw	C3	10.1	7.5	8.8
hw	D6	9.4	8.4	8.9
vb	EFB33	9.2	8.6	8.9
vb	L1	9.4	8.4	8.9
vb	P1	9.0	5.5	7.2
vw	I1	9.5	6.0	7.7
vw	I3	9.1	4.9	7.0
Mittelwert Anbauformen		9.7	7.3	

BBCH-Stadien

Früh blühende und abreifende Genotypen waren C3, D6, I1 und I3. Spät blühend waren die Genotypen EFB33, L1, P1. Der Abreifezeitpunkt aller Genotypen war bis auf die EFB33, die etwas später abreifte, gleich. Als Gemengepartner zeigte nur Triticale mit den Genotypen eine Übereinstimmung in den Wachstumsstadien. Raps und Rübsen waren am Ende der Blühphase noch bevor die Blühphase der meisten Genotypen begonnen hatte. Auch der Beginn der Todreife war nahezu 20 Tage früher als für die Erbsen (Tabelle 90).

Tabelle 90: BBCH-Stadien der Genotypen - Mittelwerte über alle Anbauformen - DFH13_L

Blatttyp- und Blütenfarbe	Genotyp	24.05.13	28.05.13	03.06.13	07.06.13	11.06.13	19.06.13	01.07.13	04.07.13	18.07.13	30.07.13
hb	44F1	51	55	59	60	61	67	67	69	79	88
hw	A4	52	56	60	61	63	67	67	69	79	88
hw	C3	55	59	61	62	64	67	68	69	79	88
hw	D6	53	57	60	62	64	67	68	69	79	88
vb	EFB33	51	55	59	60	62	67	67	67	79	88
vb	L1	51	55	59	60	62	67	67	69	79	88
vb	P1	51	54	57	59	61	65	69		79	89
vw	I1	54	59	61	62	64	67	67	69	79	88
vw	I3	54	59	61	62	63	67	67	69	79	88
	Raps	67	67	69	69	71	78		81	85	89
	Rübsen	69	69	71	74	77	79		85	88	89
	Triticale	51	55	59	59	61	69		75	85	89

Antinutritive Inhaltsstoffe

Für den Gehalt an Polyphenolen, kond. Tanninen und die Trypsininhibitoraktivität (TIA) war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). Außerdem waren für den Gehalt an kondensierten Tanninen und Polyphenolen der Faktor Blütenfarbe signifikant ($p < 0.001$), wobei buntblühende Genotypen jeweils die höheren Gehalte aufwiesen und für den die Trypsininhibitoraktivität war der Faktor Blatttyp signifikant ($p < 0.001$), wobei die vollblättrigen Genotypen höhere Gehalte aufwiesen als die halbblattlosen (Tabelle 91).

Tabelle 91: ANI der Genotypen - Polyphenole, kond. Tannine und TIA – DFH13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Polyphenole (mg/g)	kond. Tannine (mg/g)	TIA (mg/g)
	GD($p < .05$)	0.1	0.4	0.3
hb	44F1	0.5	6.4	2.1
hw	A1	0.4	0.2	2.4
hw	A4	0.3	0.2	2.1
hw	C1	0.4	0.2	2.1
hw	C3	0.4	0.2	2.4
hw	D6	0.4	0.2	2.1
hw	D7	0.4	0.2	2.1
vb	EFB33	0.6	6.4	2.4
vb	Griech	1.2	8.4	2.1
vb	L1	0.5	5.9	2.9
vb	Nischk	0.5	5.7	2.6
vb	P1	0.4	6.1	3.4
vb	Würt	0.7	6.6	2.1
vw	I1	0.3	0.2	3.1
vw	I3	0.3	0.3	2.9
vw	Q2	0.3	0.2	3.3

Korrelationen

Nachfolgend werden Korrelationen ausgewählter Merkmale in der Erbsen-Reinsaat (Tabelle 92) und im Gemenge mit Triticale (Tabelle 93) dargestellt.

In der Reinsaat (Tabelle 92) zeigte sich kein Zusammenhang zwischen der Überwinterungsrate und dem Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ ($r_s = 0.19$), aber eine schwache Korrelation zwischen der Bestandsdichte der Erbsen im Frühjahr und dem Erbsendeckungsgrad ($r_s = 0.28$). Eine starke Korrelation zeigte die Überwinterungsrate mit dem Beikrautdeckungsgrad ($r_s = -0.52$) und dem Erbsenertrag ($r_s = 0.49$). In der Reinsaat gab es keine Korrelation zwischen der Pflanzenlänge und dem Erbsendeckungsgrad ($r_s = 0.18$). Der Rohproteingehalt zeigte eine negative Korrelation mit dem Erbsenertrag ($r_s = -0.52$) und keine Korrelation mit dem TKM ($r_s = -0.05$).

Tabelle 92: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen in der Erbsenreinsaat - Linierversuch DFH13_L

Merkmale Erbsen Reinsaat DFH 2013		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Überwinterungsrate [%]	1	x									
Bestandsdichte Erbsen "Frühjahr" [Pfl/m ²]	2	0.80	x								
Bestandshöhe "zur Blüte" [cm]	3	0.50	0.53	x							
Erbsendeckung "zur Blüte" [%]	4	0.19	0.28	0.34	x						
Beikrautdeckung ² zur Blüte" [%]	5	-0.52	-0.54	-0.57	-0.15	x					
HEB-Index	6	-0.17	-0.37	-0.63	-0.24	0.58	x				
Pflanzenlänge Erbsen [cm]	7	0.15	0.30	0.34	0.18	-0.28	-0.56	x			
Erbsenertrag [dt/ha]	8	0.49	0.46	0.17	0.34	-0.39	-0.30	0.27	x		
TKM Erbsen [g]	9	-0.07	-0.12	-0.29	0.00	0.06	0.11	-0.19	0.24	x	
Rohproteingehalt Erbsen [%]	10	-0.57	-0.52	-0.52	-0.23	0.42	0.45	-0.45	-0.52	-0.05	x
Rohproteinertrag [dt/ha]	11	0.27	0.26	-0.06	0.35	-0.23	-0.15	0.15	0.88	0.16	-0.11

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

Im Gemenge mit Triticale (Tabelle 93) zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Überwinterungsrate und dem Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ ($r_s = 0.30$), dem Erbsenertrag ($r_s = 0.46$). Eine schwache Korrelation zeigte sich auch zwischen der Bestandsdichte der Erbsen im Frühjahr und dem Erbsendeckungsgrad ($r_s = 0.26$). Im Gemenge mit Triticale korrelierte die Pflanzenlänge mit der Erbsendeckung ($r_s = 0.48$). Der Rohproteingehalt zeigte eine negative Korrelation mit dem Erbsenertrag ($r_s = -0.68$), eine positive Korrelation mit dem Triticaleertrag ($r_s = 0.56$) und mit dem TKM ($r_s = 0.40$).

Tabelle 93: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale der Genotypen im Gemengeanbau mit Triticale - Linierversuch DFH13_L

Merkmale Erbsen-Triticale DFH 2013		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Überwinterungsrate [%]	1	x											
Bestandsdichte Erbsen "Frühjahr" [Pf]	2	0.91	x										
Bestandshöhe "zur Blüte" [cm]	3	0.10	0.03	x									
Erbsendeckung "zur Blüte" [%]	4	0.30	0.26	0.39	x								
Beikrautdeckung "zur Blüte" [%]	5	-0.36	-0.28	-0.40	-0.17	x							
HEB-Index	6	-0.39	-0.39	-0.47	-0.56	0.16	x						
Pflanzenlänge Erbsen [cm]	7	0.02	0.10	0.54	0.48	-0.21	-0.59	x					
Erbsenertrag [dt/ha]	8	0.46	0.44	0.17	0.56	-0.20	-0.80	0.48	x				
Triticaleertrag [dt/ha]	9	-0.27	-0.27	-0.11	-0.50	-0.04	0.81	-0.38	-0.72	x			
Gemengegesamtertrag [dt/ha]	10	0.41	0.41	0.15	0.55	-0.17	-0.74	0.52	0.97	-0.62	x		
TKM Erbsen [g]	11	-0.22	-0.17	-0.25	-0.35	0.01	0.41	-0.26	-0.25	0.41	-0.13	x	
Rohproteingehalt Erbsen [%]	12	-0.54	-0.50	-0.49	-0.66	0.30	0.70	-0.40	-0.68	0.56	-0.60	0.40	x
Rohproteinertrag [dt/ha]	13	0.37	0.39	0.07	0.51	-0.14	-0.75	0.56	0.94	-0.68	0.97	-0.12	-0.52

*Korrelationskoeffizienten $r_s > 0.45$ sind mit $p < 0.01$ signifikant (t-Test)

5.3.2.1 Herkunftversuch (DFH13_H)

Feldaufgang

Für das Merkmal Feldaufgang war der Faktor Blütenfarbe signifikant ($p < 0.05$), wobei die buntblühenden einen höheren Feldaufgang zeigten als die weißblühenden Genotypen. Insbesondere der vollblättrige, weißblühende Genotyp Q2 zeigte den schlechtesten Feldaufgang.

Überwinterung

Für die Überwinterungsrate war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.05$). Die besten Genotypen waren Griechische und D7 (69%), Württembergische und C1 (71%) und EFB33 (75%). Der schlechteste Genotyp war Q2 (52%) (Abbildung 45).

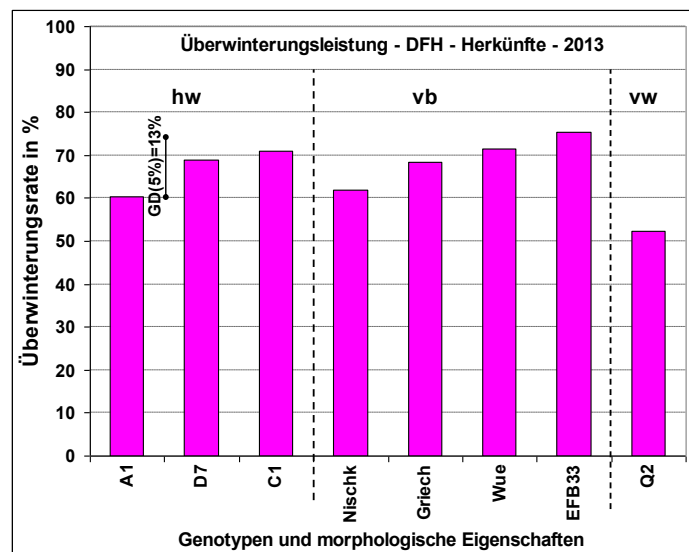


Abbildung 45: Überwinterungsrate – DFH13_H

Standfestigkeit

Für das Merkmal HEB-Index war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.01$). Zwischen den halbblättrigen und den vollblättrigen gab es keine signifikanten Unterschiede. Jedoch zeigten die vollblättrigen, buntblühenden Genotypen EFB33 mit 0.53 und Württembergische (0.55) die geringsten Standfestigkeiten, gleichzeitig zeigten die vollblättrigen Genotypen Nischkes und Q2 die höchsten Standfestigkeiten (Tabelle 94).

Tabelle 94: HEB-Index – DFH13_H

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	HEB-Index	
hw	A1	0.74	b*
hw	C1	0.77	b
hw	D7	0.78	b
vb	EFB33	0.53	a
vb	Würt.	0.55	a
vb	Griechische	0.75	b
vb	Nischkes	0.83	b
vw	Q2	0.81	b

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede $GD(p < 0,05)$ (R.A.Fischer)

Ertrag

Für den Erbsenreinertrag waren die Faktoren Genotyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0,05$). Dabei erreichten die buntblühenden einen höheren Ertrag als die weißblühenden Genotypen (Abbildung 46). Die Gemengegesamterträge (Erbsen und Triticale) erreichten 57 dt/ha für das Gemenge mit Q2 und bis 70 dt/ha für das Gemenge mit EFB33. Die Erbsenreinerträge lagen zwischen 23 dt/ha für Q2 und 48 dt/ha für EFB33 (Abbildung 46).

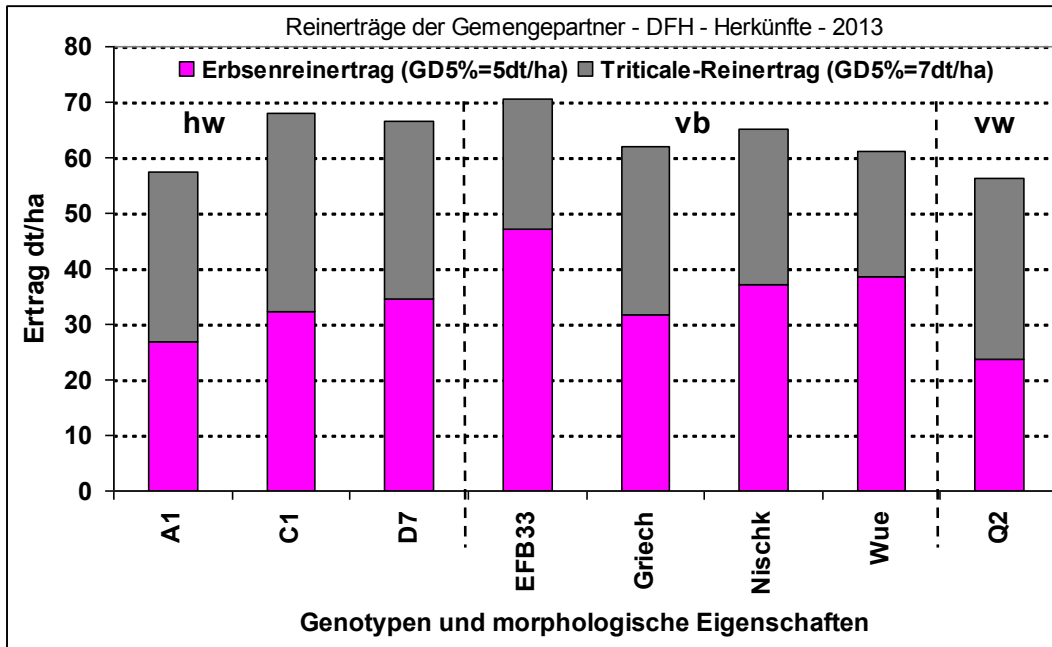


Abbildung 46: Reinerträge der Gemengepartner - DFH13_H

Rohproteingehalt und –ertrag

Für das Merkmal Rohproteingehalt und Rohproteinерtrag waren der Genotyp und der Blatttyp signifikant ($p < 0,01$). Beim Rohproteingehalt unterschieden sich die Blatttypen signifikant – die vollblättrigen Genotypen enthielten mehr Rohprotein als halbblattlose Genotypen. Für den Rohproteinерtrag war der Blatttyp nicht entscheidend, aber die Blütenfarbe. Buntblühende Genotypen enthielten durchschnittlich einen höheren Rohproteinерtrag als weißblühende Genotypen (Tabelle 95).

Tabelle 95: Rohproteingehalt und- ertrag - DFH13_H

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Rohproteingehalt (%TS)		Rohproteinерtrag (dt/ha)	
hw	A1	23	b*	6.2	a
hw	C1	22	a	7.1	ab
hw	D7	23	a	7.6	b
vb	EFB33	24	c	11.1	e
vb	Griechische	25	e	8.0	bc
vb	Nischkes	24	cd	9.0	cd
vb	Würt.	24	d	9.4	d
vw	Q2	25	e	6.0	a

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

TKM

Für das TKM war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). EFB33 (128g) zeigte das geringste TKM und die Linie Q2 (180g) das höchste TKM (Tabelle 96).

Tabelle 96: Tausendkornmasse - DFH13_H

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	TKM in g	
vb	EFB33	128	a*
vb	Griechische	138	b
vb	Nischkes	153	c
vb	Würt.	164	d
hw	A1	173	e
hw	C1	175	e
hw	D7	177	ef
vw	Q2	180	f

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen

BBCH

Die frühesten Genotypen waren Q2, D7 und C1. Die spätesten Genotypen waren EFB33, Nischkes, A1 und Württembergische (Tabelle 97).

Tabelle 97: BBCH-Stadien der Genotypen – DFH13_H

Blatttyp- und Blütenfarbe	Genotyp	28.05.13	03.06.13	07.06.13	11.06.13	20.06.13	05.07.13
hw	A1	55	59	61	64	67	69
hw	C1	57	60	61	64	67	69
hw	D7	58	61	62	65	67	69
vb	EFB33	55	59	61	63	67	69
vb	Griech	56	60	62	64	67	69
vb	Nischk	55	59	61	63	67	69
vw	Q2	59	60	62	65	67	69
vb	Würt.	55	59	61	63	67	69

Korrelation

Im Gemenge mit Triticale (Tabelle 82) zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Überwinterungsrate und der Anzahl Pflanzen nach Winter ($r_s = 0.67$) bzw. dem Erbsenertrag ($r_s = 0.54$). Der Rohproteingehalt zeigte eine negative Korrelation mit dem TKM ($r_s = -0.39$). Die Anzahl Pflanzen nach Winter korrelierte negativ mit dem HEB-Index ($r_s = -0.39$), dies je höher die Bestandsdichte desto niedriger der HEB-Index (Tabelle 98).

Tabelle 98: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale – DFH13_H

Herkünfte DFH 2013		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Überwinterungsrate [%]	1	x								
Anzahl Pfl/m ² nach Winter	2	0.67	x							
Bestandshöhe "zur Blüte" [cm]	3	-0.17	-0.36	x						
HEB-Index	4	-0.36	-0.39	0.17	x					
Erbsenertrag [dt/ha]	5	0.54	0.74	-0.52	-0.45	x				
Triticaleertrag [dt/ha]	6	-0.02	-0.25	0.47	0.67	-0.52	x			
Gemengegesamtertrag [dt/ha]	7	0.54	0.62	-0.17	0.09	0.62	0.28	x		
Erbsen TKM [g]	8	-0.28	-0.37	0.59	0.37	-0.59	0.49	-0.21	x	
Rohproteingehalt [%]	9	-0.10	-0.17	-0.57	-0.02	-0.10	-0.28	-0.29	-0.36	x
Rohproteinertrag [dt/ha]	10	0.51	0.68	-0.68	-0.39	0.95	-0.56	0.56	-0.70	0.15

5.3.2.2 Saatstärkenversuch (DFH13_S)

Feldaufgang

Der Feldaufgang der buntblühenden Linie P1 war tendenziell besser als der weißblühenden Linie D6, der Unterschied war aber nicht signifikant.

Überwinterung

Für die Überwinterungsleistung waren weder der Genotyp noch die Anbauform signifikant. Die Überwinterungsleistung der Linie D6 war im Mittel über alle Anbauformen mit 81% tendenziell besser als die der Linie P1, welche im Mittel über alle Anbauformen 75% erreichte.

Standfestigkeit

Für den HEB-Index war der Faktor Genotyp und die Anbauform signifikant ($p=0.001$). Die Standfestigkeit wurde durch den Anbau im Gemenge gegenüber der Reinsaat erhöht. Jedoch unterschied sich die Standfestigkeit der Genotypen für die Saatstärkevarianten 75 und 150 Kö/m² Triticale nicht voneinander. Der Genotyp P1 konnte die Standfestigkeit bei der Erbsensaatstärke 40 Kö/m² in der Variante mit 150 Kö/m² Triticale gegenüber den anderen Varianten noch verbessern. Der Genotyp D6 zeigte in der Erbsensaatstärke 40 Kö/m² eine höhere Standfestigkeit als in der Variante mit 60 Kö/m² (Tabelle 99).

Tabelle 99: HEB-Index der Linien D6 und P1 in den Saatstärkevarianten – DFH13_S

Saatstärkevarianten Erbsen und Triticale in Körner pro m ²	40/150		40/75		60/150		60/75		80/0	
	HEB-Index									
D6	0.82	cd	0.84	cd	0.66	bc	0.60	b	0.21	a
P1	0.94	d	0.82	cd	0.83	cd	0.85	d	0.40	a

*unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test (R.A.Fischer) $p<0,05$.

Ertrag

Für das Merkmal Reinertrag Erbsen waren die Faktoren Genotyp, Anbauform und die Interaktion aus Genotyp und Anbauform signifikant ($p < 0.05$). Für den Reinertrag Triticale waren die Faktoren Genotyp und Anbauform signifikant ($p < 0.001$). Für den Gemengegesamtertrag war lediglich die Anbauform signifikant ($p < 0.001$).

Der Reinertrag des weißblühenden, halbblattlosen Linie D6 war in den Gemengekombinationen mit 35 bis 43 dt/ha signifikant höher als der Reinertrag der buntblühenden, vollblättrigen Linie P1 mit 20 bis 26 dt/ha. In der Reinsaat konnte kein signifikanter Ertragsunterschied zwischen den Linien D6 und P1 (35 bzw. 34 dt/ha) festgestellt werden (Abbildung 47). Nur für die Linie D6 führte eine höhere Aussaatstärke der Erbsen (60 Kö/qm) in Kombination mit einer verringerten Aussaatstärke der Triticale (75 Kö/qm) zu einem erhöhten Reinertrag der Erbsen. Ansonsten gab es keine signifikanten Ertragsunterschiede in den Saatstärkenvariationen. In der Reinsaat erreichte die Linie P1 signifikant höhere Erträge als im Gemengeanbau, wohingegen der Ertrag der Linie D6 in der Reinsaat tendenziell geringer war (Abbildung 47).

Der höchste Triticale Reinertrag wurde in Kombination mit der Linie P1 (51 dt/ha) in der Saatstärke 40 Körner Erbsen mit 150 Körnern Triticale erreicht. Die Reinerträge der Triticale waren bei höheren Triticale Saatstärken höher als bei geringeren Saatstärken (Abbildung 47).

Im Gemengegesamtertrag erreichten die höheren Triticalesaatstärken (150 Kö/m²) höhere Gesamterträge als die geringeren Triticalesaatstärken (75 Kö/m²) (Abbildung 47).

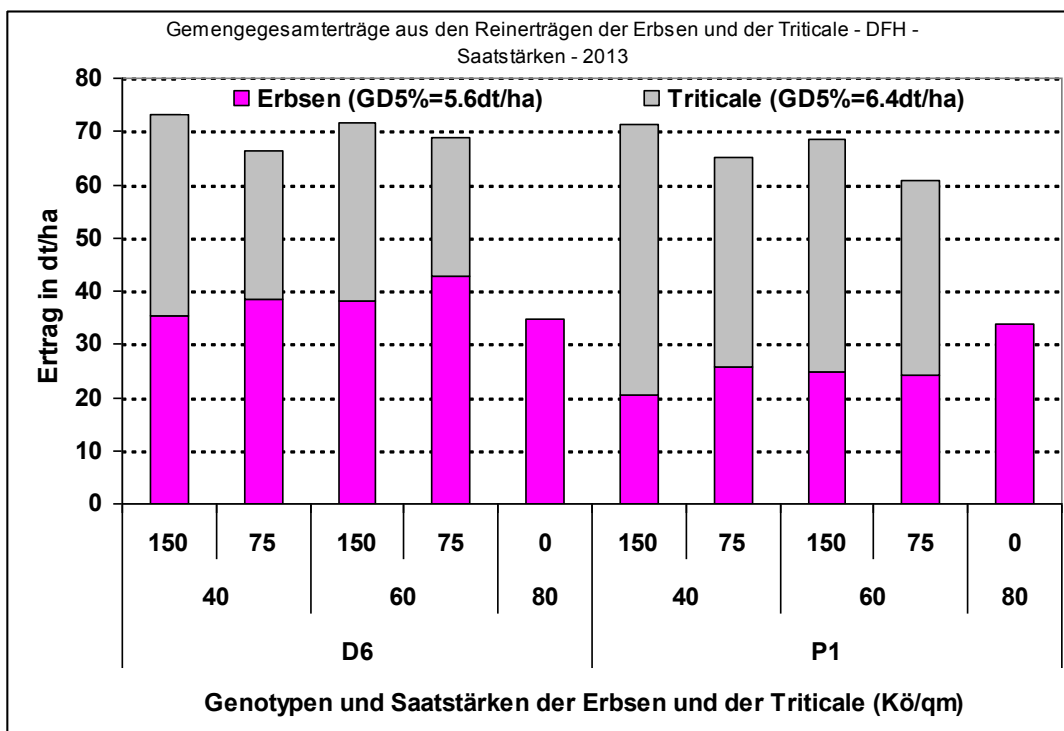


Abbildung 47: Gesamterträge aus den Reinerträgen der Linien D6 und P1 in den Saatstärken 40, 60 und 80 Kö/m² in Kombination mit Triticale in den Saatstärken 0, 75 und 150 Kö/m² - DFH13_S

Rohproteingehalt

Für das Merkmal Rohproteingehalt der Erbsen war der Faktor Genotyp, der Faktor Anbauform und die Interaktion aus Genotyp und Anbauform signifikant ($p < 0.001$).

Die Linie D6 enthielt im Mittel 22% Rohprotein (TS) und die Linie P1 enthielt 26%. Der Rohroteingehalt der Linie P1 war in der Reinsaatvariante mit 28% am höchsten (Tabelle 100).

Tabelle 100: Rohproteingehalt der Linien in den Saatstärkevarianten – DFH13_S

Saatstärkevarianten Erbse und Triticale in Körner pro m ²	40-150		40-75		60-150		60-75		80-0	
Linie	Proteingehalt [%TS]									
D6	21	a	22	ab	21	a	21	a	22	b
P1	25	c	25	c	25	c	25	c	28	d

* unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test (R.A.Fischer) p<0,05.

Der Rohproteingehalt der Triticale war für die Faktoren Genotyp und Anbauform signifikant (p<0,001). Der Rohproteingehalt der Triticale war mit der Linie D6 (12.4%) höher als mit der Linie P1 (10.9%). Für die Saatstärkevarianten zeigte sich, dass die geringeren Triticale Saatstärken (75 Kö/m²) höhere Triticale Rohproteingehalte aufwiesen als die Saatstärken mit 150 Kö/m².

Rohproteinertrag

Für den Rohproteinertrag waren die Faktoren Genotyp, Anbauform und die Interaktion aus Genotyp und Anbauform signifikant (p<0.001). In Abhängigkeit vom Erbsenertrag und dem Rohproteingehalt in den Anbauformen reichte der Rohproteinertrag für die Linie D6 von 7.5 bis 9.1 dt/ha und für die Linie P1 von 5 bis 9.4 dt/ha (Tabelle 101).

Tabelle 101: Rohproteinertrag der Linien in den Saatstärkevarianten – DFH13_S

Saatstärkevarianten Erbse und Triticale in Körner pro m ²	40-150	40-75	60-150	60-75	80-0
Linie	(GD(p<.05)=1.3dt/ha)				
D6	7.5	8.3	8.1	9.1	7.8
P1	5	6.5	6.2	6	9.4

* unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test (R.A.Fischer) p<0,05.

TKM

Für das TKM war der Faktor Genotyp und die Anbauform signifikant (p<0.05). Der Genotyp D6 hatte im Mittel über alle Anbauformen ein TKM von 171g und der Genotyp P1 im Mittel 174g. Die Anbauvariante Reinsaat wies das geringste TKM (159g) auf und die Variante 40-75 das höchste TKM (180g).

Tabelle 102: TKM der Erbsen in Abhängigkeit von den Saatstärkevarianten – DFH13_S

Saatstärkevarianten Erbse und Triticale in Körner pro m ²	40-150	40-75	60-150	60-75	80-0
	(GD(p<.05)=4.8g)				
TKM	178	180	174	171	159

* unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede. GD-Test (R.A.Fischer) p<0,05.

Für das TKM der Triticale waren die Faktoren Genotyp und Anbauformen signifikant ($p < 0.01$). Im Gemenge mit der Linie D6 betrug das TKM der Triticale im Mittel 44g und mit der Linie P1 im Mittel 50g. Das geringste TKM mit 45g wies die Anbauvariante 40-75 das höchste die Anbauvariante 40-150 mit 49g.

Korrelationen

Im Saatstärkenversuch (Tabelle 103) korrelierte die Überwinterungsleistung lediglich mit der Anzahl Pflanzen pro Quadratmeter nach Winter ($r_s = 0.5$). Der Erbsenertrag und der Triticaleertrag sowie das Triticale TKM zeigten eine negative Korrelation ($r_s = -0.74$). Auch zeigte der Erbsenertrag und der Rohproteingehalt der Erbsen eine negative Korrelation ($r_s = -0.74$). korrelierte mit dem TKM der Erbsen, umso höher der Rohproteingehalt desto geringer war das TKM der Erbsen ($r_s = -0.6$) (Tabelle 103).

Tabelle 103: Spearman-Rank-Korrelationsmatrix ausgewählter Merkmale **ohne Reinsaat** ($n=32$) – DFH13_S

Saatstärken 2013		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Überwinterungsrate [%]	1	x									
Anzahl Pfl/m ² nach Winter	2	0.49	x								
Bestandshöhe "zur Blüte" [cm]	3	0.11	-0.27	x							
HEB-Index	4	0.02	-0.11	-0.67	x						
Erbsenertrag [dt/ha]	5	0.11	-0.01	0.49	-0.52	x					
Triticaleertrag [dt/ha]	6	-0.11	-0.14	-0.38	0.57	-0.74	x				
Gemengegesamtertrag [dt/ha]	7	-0.02	-0.25	0.22	-0.02	0.20	0.42	x			
Erbsen TKM [g]	8	0.14	-0.35	0.03	0.43	-0.25	0.39	0.12	x		
Triticale TKM [g]	9	-0.19	0.00	-0.58	0.50	-0.78	0.84	0.15	0.20	x	
Rohproteingehalt Erbsen [%]	10	-0.14	0.13	-0.55	0.47	-0.74	0.46	-0.37	0.17	0.65	x
Rohproteinertrag [dt/ha]	11	0.11	0.03	0.44	-0.49	0.99	-0.75	0.15	-0.26	-0.75	-0.65

5.3.3 Ergebnisse Standort Trenthorst (TRE13_L)

Auf dem Standort Trenthorst wurden die Genotypen – F1, A1, A4, C1, C3, D6, D7, P1, L1, I1, I3 und Q2 – im Gemenge mit zwei sich in der Wuchshöhe unterscheidenden Triticalesorten „Agostino“ und „Benetto“ - getestet. Nach der Sortenbeschreibung des Bundessortenamtes ist die Sorte „Agostino“ mit 5 (eher kurz) und „Benetto“ mit 7 (lang) eingestuft. Durch die Verwendung dieser Sorten konnte untersucht werden, ob auch bei gleichen Arten aber unterschiedlichen Wuchslängen unterschiedliche Konkurrenzeffekte auf die Linien ausgeübt werden.

Feldaufgang

Der Feldaufgang konnte aufgrund der späten Aussaat und weiterer ungünstiger Witterungsbedingungen nur für die Gemenge mit der Triticalesorte „Benetto“ bestimmt werden. Für den Feldaufgang war der Faktor Blütenfarbe signifikant ($p < 0.01$). Buntblühende Genotypen zeigten einen besseren Feldaufgang als weißblühende.

Überwinterung

Für die Überwinterungsleistung waren die Faktoren Genotyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.05$). Buntblühende Genotypen zeigten eine höhere Überwinterungsleistung (83%) als weißblühende (72 %). Die geringsten Überwinterungsleistungen zeigten die Genotypen I3,

A1, C1 und D6 (59 bis 72%). Die höchsten Überwinterungsleistungen zeigten die Genotypen D7, P1 und 44F1 (80 bis 88%) (Abbildung 48).

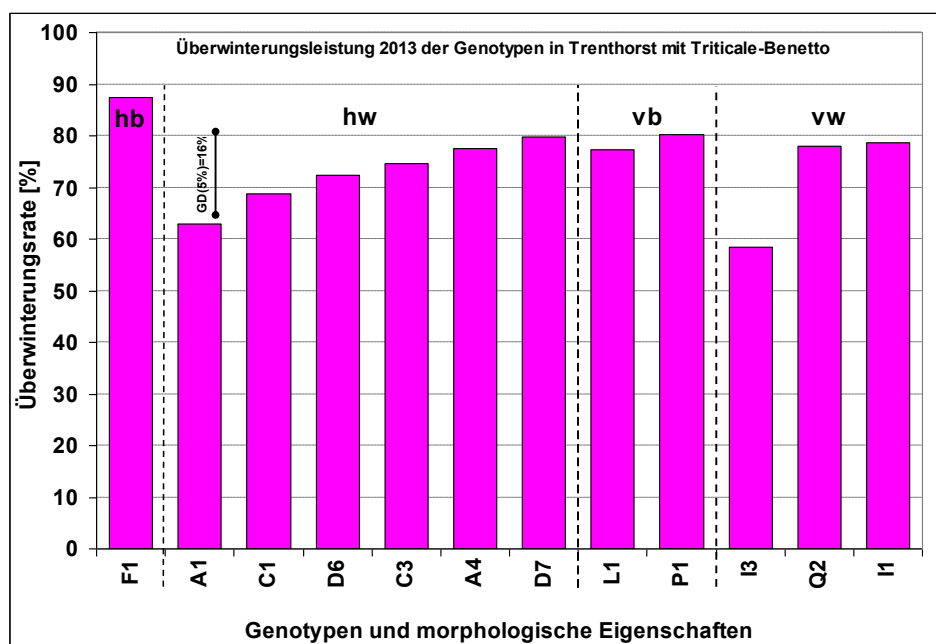


Abbildung 48: Überwinterungsleistung der Genotypen im Gemenge mit "Benetto" - TRE13_L

Nekrotisierungsgrad

Für das Merkmal Nekrotisierungsgrad war der Faktor Genotyp, die Anbauform, Blütenfarbe und Blattpfand signifikant ($p < 0.001$). Buntblühende, tanninhaltige Genotypen zeigten geringere unspezifische Blattsymptome als Weißblühende. Die geringsten Anfälligkeiten zeigten die Genotypen P1 (4%), F1 (7%), L1 (8%), I3 und A1 (9%). Die höchsten Werte zeigten die Genotypen I1, D7 und C3 (16 bis 21%) (Tabelle 104). Im Mittel über alle Genotypen waren die Befallswerte im Gemenge mit der Sorte „Agostinos“ (12%) höher als im Gemenge mit der Sorte „Benetto“ (8%)

Tabelle 104: Befallswerte der Genotypen zum 26.6.2013 in Trenthorst (TRE13_L)

Blattpfand und Blütenfarbe	Genotyp	Befall [%]	
vb	P1	4	a
hb	44F1	7	ab
vb	L1	8	b
vw	I3	9	bc
hw	A1	9	bc
hw	C1	11	bcd
vw	Q2	12	bcd
hw	A4	14	bcd
hw	D6	15	bcd
vw	I1	16	cd
hw	D7	17	cd
hw	C3	21	d

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer)

Deckungsgrad

Für den Erbsendeckungsgrad waren die Faktoren Genotyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.001$). Für den Triticaledeckungsgrad waren die Faktoren Anbauform und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.05$). Im Beikrautdeckungsgrad gab es keine signifikanten Unterschiede.

Den höchsten Erbsendeckungsgrad zeigte der Genotyp 44F1 (38%), den niedrigsten Deckungsgrad wies der Genotyp I3 (24%) auf. Der Unterschied im Triticaledeckungsgrad der beiden Gemegepartner „Agostino“ (30%) und „Benetto“ (34%) war zwar gering aber signifikant. Der Erbsendeckungsgrad hatte keinen Einfluss auf den Deckungsgrad der Triticale (Tabelle 105).

Tabelle 105: Erbsen-, Triticale- und Beikrautdeckungsgrad [%] der Genotypen (18.6.2013) – TRE13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Deckungsgrad Erbsen		Deckungsgrad „Agostino“		Deckungsgrad „Benetto“		Deckungsgrad Beikraut	
hb	44F1	38	e	30	a	35	a	6	a
hw	A1	29	bc	30	a	34	a	7	a
hw	A4	30	bc	29	a	33	a	7	a
hw	C1	31	cd	29	a	34	a	6	a
hw	C3	30	bc	30	a	34	a	6	a
hw	D6	29	bc	30	a	34	a	7	a
hw	D7	31	bcd	30	a	34	a	7	a
vb	L1	35	de	30	a	35	a	6	a
vb	P1	33	cd	29	a	35	a	5	a
vw	I1	31	bcd	29	a	35	a	7	a
vw	I3	24	a	29	a	33	a	9	a
vw	Q2	27	ab	29	a	33	a	7	a
MittelwertAnbauformen		31		30		34		7	

* Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD ($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Standfestigkeit

Die Triticalesorte „Agostino“ war mit 66 cm im Mittel 20 cm kürzer als die Sorte „Benetto“ mit 86 cm.

Für den HEB-Index waren die Faktoren Anbauform, Genotyp und die Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0.01$).

Die Standfestigkeit war im Gemenge mit „Agostino“ mit einem HEB-Index von 0.78 geringer als im Gemenge mit „Benetto“ mit einem HEB-Index von 0.83. Die Standfestigkeit der Genotypen war aufgrund des Gemengeanbaus relativ hoch, keiner der Genotypen hatte einen HEB-Index von unter 0.74. Die höchste Standfestigkeit wies der buntblühende, vollblättrige Genotyp P1 (0.93) auf. Der längere, vollblättrige, buntblühende Genotyp L1 wies dagegen einen geringeren HEB-Index (0.75) auf. Auch bei den halbblattlosen gab es Differenzierungen nach der Pflanzenlänge, so zeigte der langwüchsige, halbblattlose Genotyp 44F1 (0.75) eine geringere Standfestigkeit als die kürzeren, halbblattlosen Genotypen D6, A4, D7, C1, A1 und C3 (0.8 bis 0.85) (Tabelle 106).

Tabelle 106: HEB-Index der Genotypen über beide Anbauformen -TRE13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	HEB-Index	
vw	I3	0.74	a
hb	44F1	0.75	a
vb	L1	0.75	ab
vw	Q2	0.77	abc
hw	D6	0.80	abc
hw	A4	0.80	abc
vw	I1	0.80	abc
hw	D7	0.80	abc
hw	C1	0.81	abc
hw	A1	0.84	bc
hw	C3	0.85	cd
vb	P1	0.93	d

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer)

Erbsenreinerträge und Gemengegesamterträge

Für die Erbsen- und Triticaleerträge waren die Faktoren Genotyp, Anbauform, Blatttyp und Blütenfarbe signifikant ($p < 0,01$). Für den Gemengegesamtertrag war lediglich die Anbauform signifikant ($p < 0,001$).

Das Ertragsniveau war aufgrund der Staunässe im Frühsommer über alle Genotypen sehr niedrig (Abbildung 49). Der Ertrag im Gemenge mit „Agostino“ lag bei 3.7 dt/ha und im Gemenge mit „Benetto“ bei 4.2 dt/ha.

Die Genotypen mit den höchsten Erträgen waren L1 (7.3 dt/ha), 44F1 (6.5 dt/ha) und P1 (5.4 dt/ha), die anderen Genotypen erreichten Erträge von 2.8 bis 3.6 dt/ha (Abbildung 49).

Die Gemengegesamterträge der zwei Triticalesorten „Agostino“ und „Benetto“ unterschieden sich im Mittel um 2 dt/ha, wobei die Gemenge mit der kürzeren Sorte „Agostino“ 29.6 dt/ha und die Gemenge mit der längeren Sorte „Benetto“ 27.6 dt/ha erreichten (Abbildung 49).

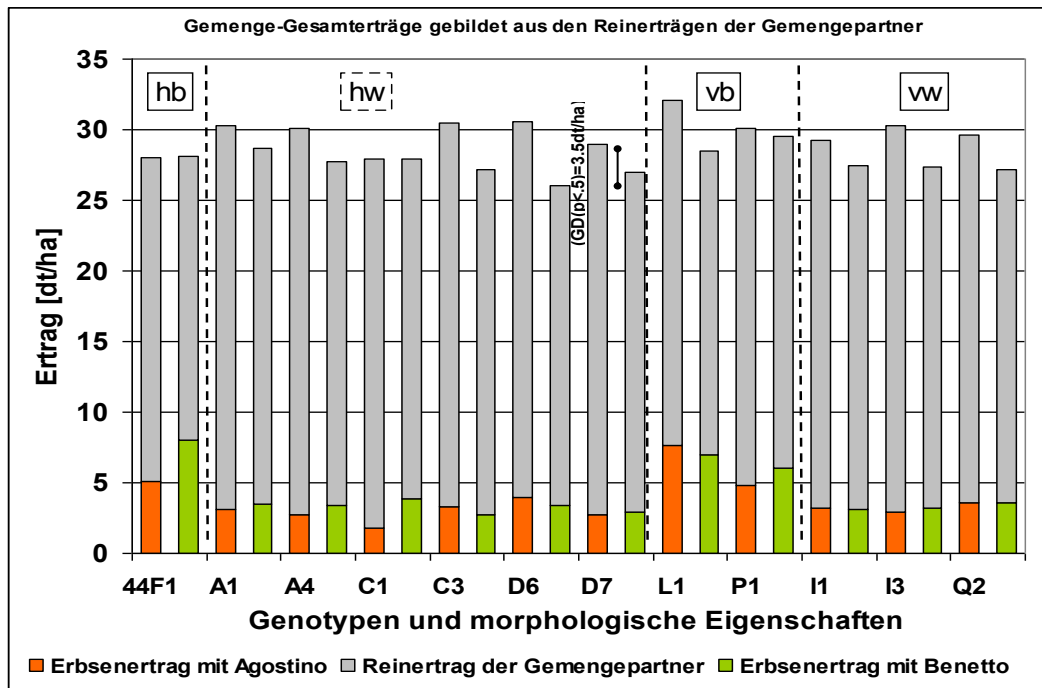


Abbildung 49: Gemeindegesamterträge für die Gemeinde mit „Agostino“ und „Benetto“ aus den Reinerträgen der Gemeindepartner - TRE13_L

TKM

Für das TKM war die Faktoren Genotyp und Anbauform signifikant ($p < 0.05$). Das TKM der Genotypen war im Gemeinde mit „Benetto“ mit 148g höher als im Gemeinde mit „Agostino“ mit 145g. Die Genotypen mit dem höchsten TKM waren L1 (164g), 44F1 (161g). Im mittleren Bereich lagen die Genotypen Q2 (152g) und I3 (150g). Die anderen Genotypen erreichten TKM von 138 bis 146g (Tabelle 107).

Tabelle 107: Erbsen TKM[g] der Genotypen in Trenthorst 2013 (TRE13_L)

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotypen	Erbsen
		TKM
		GD($p < .05$)=8g
hb	44F1	161
hw	A1	141
hw	A4	142
hw	C1	145
hw	C3	143
hw	D6	141
hw	D7	138
vb	L1	164
vb	P1	142
vw	I1	146
vw	I3	150
vw	Q2	152

Rohproteingehalt

Die Rohproteingehalte der Linien war im Vergleich zu den anderen Standorten um 5% geringer. Trotzdem wiesen die vollblättrigen Genotypen, bis auf den halbblattlosen, buntblühenden Genotyp 44F1, höhere Rohproteingehalte auf als die halbblattlosen Genotypen (Abbildung 50). Die insgesamt sehr geringen Rohproteingehalte von 15 bis 22% sind auf starke Niederschläge ab Ende Blüte zurückzuführen. Durch Staunässe wurde der Sauerstoffgehalt im Wurzelbereich verringert und dadurch die Aktivität der Knöllchenbakterien herabgesetzt.

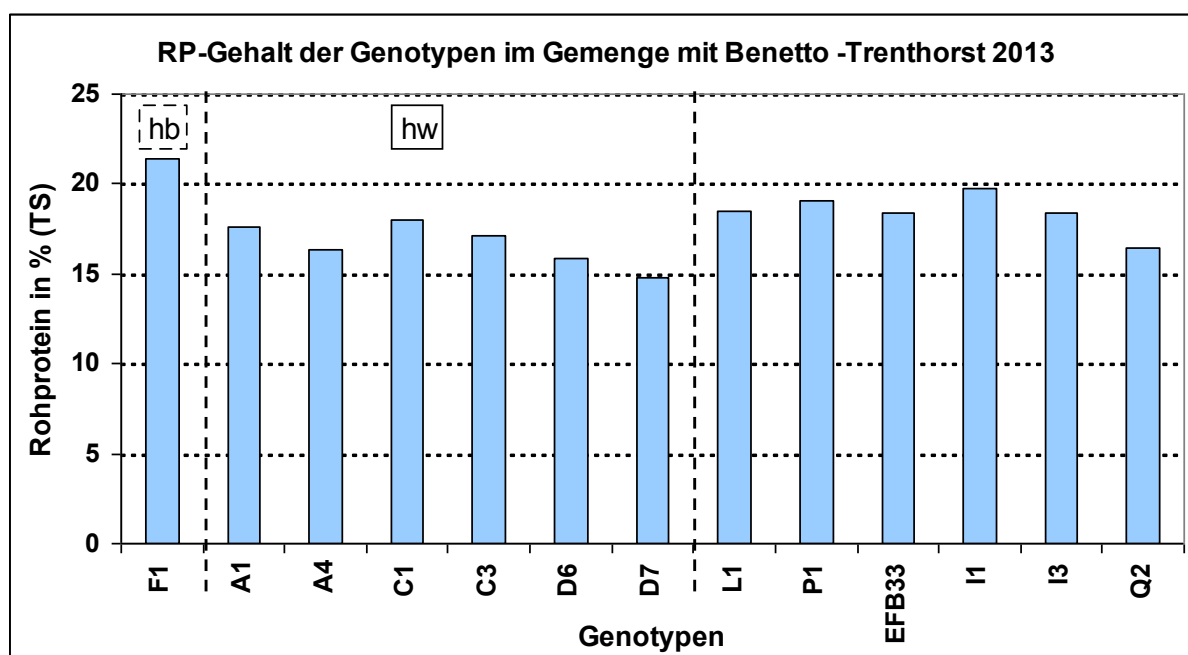


Abbildung 50: Rohproteingehalt der Linien im Gemenge mit „Benetto“ in Trenthorst 2013 (TRE13_L)

BBCH

Genotype die früh in die Blühphase übergegangen waren, sind C3, D6, D7, I1, I3 und Q2. Spätere Genotypen waren 44F1 und P1 (Tabelle 108).

Tabelle 108: BBCH-Stadien der Genotypen - TRE13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	23.05.13	29.05.13	04.06.13	06.06.13	10.06.13	18.06.13
hb	44F1	39	39	54	59	63	69
hw	A1	39	49	55	61	65	70
hw	A4	39	51	58	61	65	70
hw	C1	39	51	58	62	65	70
hw	C3	40	53	59	62	65	71
hw	D6	39	52	60	63	65	70
hw	D7	39	52	58	61	65	70
vb	L1	39	47	56	61	65	70
vb	P1	38	39	51	58	63	69
vw	I1	39	55	60	63	65	71
vw	I3	45	54	59	62	65	71
vw	Q2	39	53	60	62	65	71

5.3.4 Ergebnisse Standort Dittlofsroda (DIT13_L)

Auf dem Standort Dittlofsroda wurden 13 Genotypen- 44F1, A1, A4, C1, C3, D6, D7, P1, L1, I1, I3, Q2 und EFB33 im Gemenge mit der Triticalesorte „Benetto“ angebaut.

Feldaufgang

Aufgrund der späten Aussaat am 22. Oktober 2012 konnte der Feldaufgang erst am 31.12. 2012 gezählt werden. Bis dahin waren jedoch noch nicht alle gekeimten Pflanzen sichtbar, so dass bei der Zählung im April bei einigen Genotypen noch Pflanzen hinzugekommen sind und bei anderen Genotypen eine Reduktion aufgrund von Auswinterung stattgefunden hat. Unter diesen Umständen kann eine Trennung von Feldaufgang und Überwinterungsraten nicht erfolgen. Und der Feldaufgang wird mit dem Bestand im Frühjahr gleichgesetzt. Dabei zeigte sich, dass die Blütenfarbe tendenziell einen Einfluss auf den Feldaufgang hatte. Buntblühende Genotypen zeigten tendenziell einen höheren Feldaufgang als weißblühende Genotypen. Aber auch die Genotypen mit gleichen morphologischen Eigenschaften zeigten Unterschiede im Merkmal Feldaufgang.

Nekrotisierungsgrad und Wurzelbefall

Der unspezifische Befall des Stängelgrundes bzw. des Wurzelhalses wurde durch die Messung der Läsionslänge am Stängel und Wurzelhals aufgenommen. Der unspezifische Blattbefall wurde als Nekrotisierungsgrad an den Blättern und Stängeln mittels Boniturnote ermittelt. Für beide Merkmale war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). Ein Bezug zur Blütenfarbe konnte nicht hergestellt werden.

Den geringsten Befall an den Blättern zeigten die Genotypen A1 (3.5), 44F1, C3 und I3 (3.8), A4 und D7 (4.0) sowie D6, EFB33 und L1 (4.5). Den höchsten Befall zeigten die Genotypen P1 (5.5) und Q2 (6.0) (Tabelle 109).

Genotypen mit einer geringen Läsionslänge waren I3 (1.5), 44F1 (2.7), A1 (2.9), A4 (3.3) und I1 (3.8). Die längsten Läsionen zeigten C1 (5.8), P1 (5.9), Q2 (6.4) (Tabelle 109).

Tabelle 109: Bonitur des Befalls der Genotypen und Messung der Läsionen am Stängelgrund - DIT13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Befall [Note 1 bis 9]		Läsionen [cm]	
hb	44F1	3.8	ab	2.7	ab
hw	A1	3.5	a	2.9	ab
hw	A4	4.0	ab	3.3	abc
hw	C1	5.3	cd	5.8	de
hw	C3	3.8	ab	3.7	abc
hw	D6	4.5	bc	4.3	bcd
hw	D7	4.0	ab	4.9	cde
vb	EFB33	4.5	bc	4.1	bcd
vb	L1	4.5	bc	4.0	bcd
vb	P1	5.5	cd	5.9	de
vw	I1	5.0	cd	3.8	abc
vw	I3	3.8	ab	1.5	a
vw	Q2	6.0	d	6.4	e

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD ($p < 0,05$) (R.A.Fischer) zwischen den Genotypen innerhalb eines Erhebungszeitpunkt bzw. einer Anbauform.

Standfestigkeit

Für das Merkmal HEB-Index war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). Der Faktor Blatttyp war nicht signifikant.

Die Genotypen mit der höchsten Standfestigkeit war der kurzwüchsige Genotyp P1 (0.92) gefolgt von C3 (0.89), A1 (0.86), C1 (0.84) und I3 (0.83). Die geringste Standfestigkeit zeigten die Genotypen 44F1 (0.38), EFB33 (0.44) und L1 (0.5) (Tabelle 110).

Tabelle 110: HEB-Index der Genotypen – DIT13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	HEB-Index	
		Wert	Buchstabe
hb	44F1	0.38	a
vb	EFB33	0.44	a
vb	L1	0.50	a
vw	Q2	0.67	bc
hw	D6	0.68	bcd
hw	A4	0.69	bcd
vw	I1	0.80	cde
hw	D7	0.81	cde
vw	I3	0.83	cde
hw	C1	0.84	de
hw	A1	0.86	e
hw	C3	0.89	e
vb	P1	0.92	e

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer)

Erbsenrein- und Gemengegesamtertrag

Für das Merkmal Erbsenreinertrag, Triticale- und Gemengegesamtertrag war der Faktor Genotyp signifikant ($p < 0.001$). Der Faktor Blatttyp war nicht signifikant aber der Faktor Blütenfarbe ($p < 0.01$). Buntblühende Genotypen wiesen einen höheren Ertrag auf als weißblühende. Die Erbsen erreichten einen Reinertrag zwischen 11.5 und 29.8 dt/ha. Der Gemengegesamtertrag lag zwischen 25.4 und 38.9 dt/ha (Abbildung 51).

Die besten Genotypen im Erbsenreinertrag waren 44F1 (29.8 dt/ha), EFB33 (26.2 dt/ha), L1 (21 dt/ha) und D6 (19.2 dt/ha). Den geringsten Ertrag erreichten die Genotypen I3 (11.5 dt/ha), I1, Q2, C1 und C3 (14 dt/ha) (Abbildung 51).

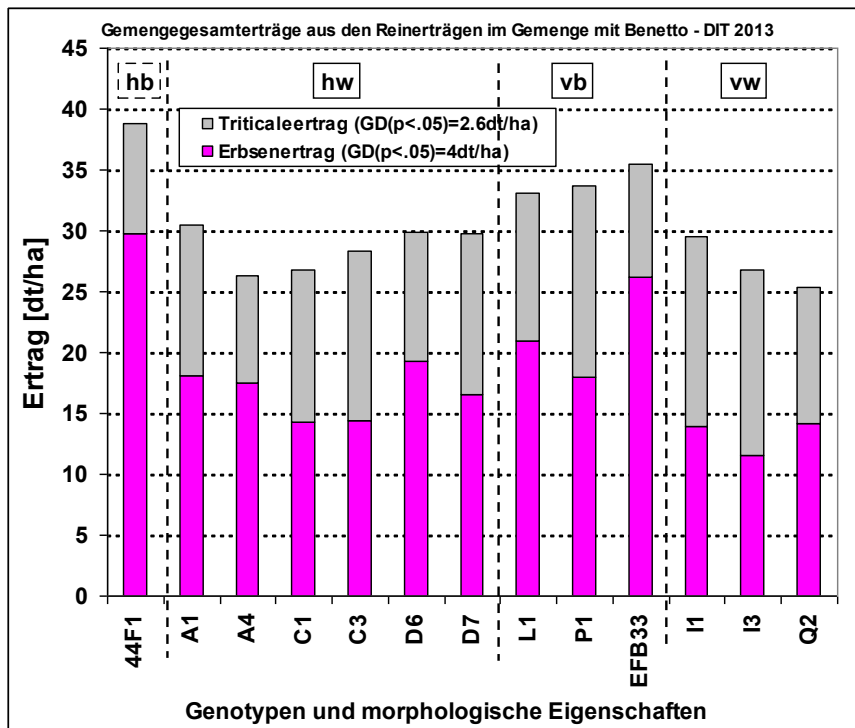


Abbildung 51: Gemegegesamtertrag aus den Reinerträgen der Gemengepartner - DIT13_L

Rohproteingehalt

Die Genotypen unterschieden sich im Rohproteingehalt. Die vollblättrigen Genotypen erreichten höhere RP-Gehalte als die halbblättrigen. Wiederum mit der Ausnahme des halbblättrigen Genotyps 44F1, der ähnlich hohe RP-Gehalte erreichte wie die vollblättrigen Genotypen. Die höchsten Rohproteingehalte erreichten die Genotypen Q2 und I1 (25%), 44F1 und P1 (24%) sowie I3 und EFB33 (23%) (Abbildung 52).

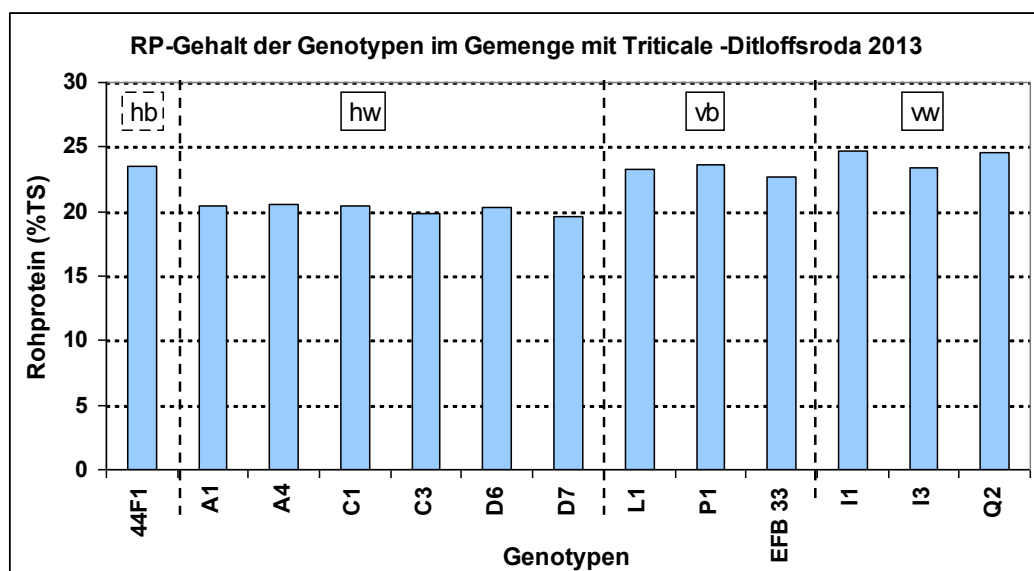


Abbildung 52: Rohproteingehalte der Genotypen - DIT13_L

Rohproteintrag

Der Rohproteintrag errechnet sich aus dem Erbsenreinertrag und dem Rohproteingehalt der jeweiligen Erbsengenotypen (Abbildung 52). Erbsengenotypen mit einem hohen Rohproteingehalt weisen nicht zwangsläufig einen hohen Rohproteintrag auf. Aufgrund der Berechnung des Rohproteintrages änderte sich die Rangfolge der Genotypen und vollblättrige Genotypen stehen nicht durchgehend auf den vorderen Rängen. Die höchsten Rohproteinträge erreichten die Genotypen 44F1 (7.1 dt/ha) und EFB33 (5.8 dt/ha) (Tabelle 111).

Tabelle 111: Rohproteintrag (dt/ha) der Genotypen in DIT13_L

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotypen	Rohproteintrag	
hb	44F1	7.1	h
hw	A1	3.8	bcde
hw	A4	3.7	abcd
hw	C1	3.0	abc
hw	D6	3.8	cde
hw	D7	3.1	abc
vb	EFB33	5.8	g
vb	L1	4.8	f
vb	P1	4.1	def
vw	C3	2.9	ab
vw	I1	3.5	abcd
vw	I3	2.9	a
vw	Q2	3.4	abcd

*Unterschiedliche Buchstaben verweisen auf signifikante Unterschiede GD($p < 0,05$) (R.A.Fischer)

BBCH

Frühblühende Genotypen waren I1, I3, Q2, D6 und C3. Spät in die Blühphase kommende Genotypen waren 44F1, EFB33, P1 und L1 (Tabelle 112).

Tabelle 112: BBCH-Stadien der Genotypen - DIT13_L

Blatttyp- Blütenfarbe	Genotyp	30.05.13	05.06.13	07.06.13	10.06.13
hb	44F1	39	42	45	60
hw	A1	43	60	61	64
hw	A4	47	60	62	64
hw	C1	49	60	62	63
hw	C3	54	62	63	64
hw	D6	53	61	62	63
hw	D7	47	61	63	64
vb	EFB33	39	58	60	62
vw	I1	56	62	63	64
vw	I3	57	62	63	63
vb	L1	40	53	60	62
vb	P1	39	41	44	58
vw	Q2	58	62	64	64

6 Zuchtgarten, Erhaltung und Vermehrung

Die Selektion des „Jüngerer Materials“ bis zur F6 wurde auf den Standorten Frankenhausen und Darzau durchgeführt. Dabei wurden neue Genotypen selektiert. Die Eigenschaften der selektierten Genotypen aus dem Zuchtgarten „jüngerer Material“, die nun für weitere Versuche zur Verfügung stehen sind in Tabelle 113 eingetragen.

Tabelle 113: Selektierte F6 Nachkommenschaften und deren morphologische Merkmale

Kreuzung	Blatttyp und Blütenfarbe	Blühbeginn	Pflanzenlänge
Griechische x Windham	vb	früh und spät	lang
	hb	spät	lang
	vw	früh bis spät	mittel bis lang
	hw	früh	mittel
EFB x Lucy	vw	früh und spät	kurz bis mittel
	hw	spät	kurz
EFB33 x Windham	vw	früh und spät	mittel bis lang
	hw	früh und spät	mittel bis lang
	hb	früh und spät	lang
Champagne x Windham	vw	früh und spät	mittel
Lucy x Windham	hw	spät	kurz
EFB33 x Griechische	vb	wurde nicht weiter geführt	

Die Erhaltung und Vermehrung der Prototypen mittels Einzelhülsennachkommenschaften aus der F6 bis zur F9 wurden nur auf Standort Darzau durchgeführt. Aus den zu Beginn im Anbaujahr 2011 evaluierten 35 Genotypen wurden 12 Genotypen selektiert, die sich als Prototypen eigneten. Diese wurden untereinander und mit 4 genetischen Ressourcen bzw. Sorten verglichen. Weitergeführt wurden Genotypen, die hauptsächlich aus der Kreuzungsgruppe 28 entstammten und eine Linie aus der Kreuzungsgruppe 44. Für die Anbaujahre 2012 und 2013 standen Genotypen mit folgenden morphologischen Kombinationen zur Verfügung (Tabelle 114), davon waren 1 Genotyp – halbblattlos, buntblühend; 6 Genotypen – halbblattlos, weißblühend; 6 Genotypen – vollblättrig, buntblühend und 3 Genotypen – vollblättrig, weißblühend.

Tabelle 114: Genotypen mit Blatttyp- und Blütenfarben Kombinationen

Genotypen	Blatttyp	Blütenfarbe
44F1	halbblattlos	violett
A1	halbblattlos	weiß
A4	halbblattlos	weiß
C1	halbblattlos	weiß
C3	halbblattlos	weiß
D6	halbblattlos	weiß
D7	halbblattlos	weiß
EFB33	vollblättrig	violett
Griechische	vollblättrig	violett
L1	vollblättrig	violett
Nischkes	vollblättrig	violett
P1	vollblättrig	violett
Württembergische	vollblättrig	violett
I1	vollblättrig	weiß
I3	vollblättrig	weiß
Q2	vollblättrig	weiß

6.1 Basale Verzweigung, Internodien bis zur 1. Blüte, Anzahl Hülsen pro Stängel und Anzahl Körner pro Hülse

Die Genotypen unterschieden sich nicht nur im Feldaufgang, der Überwinterung, des Deckungsgrades, der Pflanzenlänge, der Standfestigkeit und des Ertrages sondern auch in den Anlagen zur basalen Verzweigung, der Anzahl Internodien bis zur ersten Blüte, Anzahl Hülsen pro Stängel und der Anzahl Körner pro Hülse. Für die basale Verzweigung zeigten sich Unterschiede nicht nur für die Genotypen sondern auch für die Anbauform. Alle Wintererbsengenotypen verzweigten am Stängelgrund. Das Längenwachstum der Wintererbsen in der Überwinterungsphase ist begrenzt, jedoch findet ein stetiges Wachstum statt. Dies zeigt sich in der Ausbildung von sehr kurzen Internodien, welche eine Länge von 0.3 bis 1 cm in der Überwinterungsphase aufweisen können. Je nach Witterung und Aussattermin werden bis zu 12 Internodien gebildet. Neben dem verzögerten Streckungswachstum bilden sich unterschiedlich viele Nebentriebe zum Haupttrieb, die sich dann wiederum in Abhängigkeit der Witterung zu einem vollständigen Stängel ausbilden oder aufgrund von Konkurrenz, Frost oder Wassermangel reduziert werden. Das Wachstum der angelegten Stängel kann durch abfrieren oder mit der Bildung eines endständigen Blattes an der Triebspitze beendet werden. Inwieweit die Ausbildung bzw. Reduktion der Stängelanlagen Ertragsrelevant ist, müsste noch weiter untersucht werden. In der vorliegenden Arbeit konnte lediglich festgestellt werden, dass es Unterschiede in der Ausbildung der Nebentriebe zwischen den Genotypen und den Anbauformen gibt (DAR12_L und DAR13_L). Lejeune-Hénaut et al. (2008) führen das verzögerte Streckungswachstum und die Anlage von Nebentrieben auf eine photoperiodische Sensitivität zurück die unmittelbar mit der Überwinterungsleistung im Zusammenhang steht. Das die Ausprägung der Verzweigung von den Umweltbedingungen abhängt konnten Spies et al. (2010) an 10 Genotypen mit unterschiedlichen basalen Verzweigungseigenschaften in unterschiedlichen Saatstärken nachweisen. Es zeigte sich, dass die Verzweigungsrate mit abnehmender Aussaatstärke zunimmt, das heißt, Genotypen, die Verzweigung aufweisen, können weniger dichte Pflanzenbestände ausgleichen. Jedoch konnten Spies et al. (2011) in dem für das Merkmal Verzweigung diversen Sortiment, der von ihnen untersuchten 10 Genotypen nur einen schwachen Zusammenhang zwischen basaler Verzweigung und Biomassebildung, Unkrautunterdrückung sowie dem Erbsenertrag finden. Sie führten es darauf zurück, dass die Variation des Merkmals doch zu gering war, um Effekte erkennen zu können, oder dass die Effekte durch die Pflanzenlänge und den Blatttypen verdeckt wurden.

Zur Unterscheidung der Genotypen wurden auch die Anzahl der Internodien bis zur ersten Blüte und die Anzahl der Hülsen pro Stängel sowie die Körner pro Hülse wurden für die selektierten 12 Genotypen sowie für die 4 genetischen Ressourcen im Zuchtgarten aufgenommen (Tabelle 115). Inwieweit diese Merkmale ebenfalls durch die Anbauform oder andere Umwelteinflüsse beeinflusst werden, wurde nicht untersucht. Hierbei sollten sich weitere Untersuchungen mit weniger Genotypen anschließen.





Tabelle 115: Anzahl gestreckte Internodien bis zur 1. Blüte, Anzahl Hülsen pro Stängel und Körner pro Hülse – erhoben im Darzauer Zuchtgarten im Anbaujahr 2013







Blatttyp und Blütenfarbe	Genotypen	Anzahl Internodien bis zur 1. Blüte	Anzahl Hülsen pro Stängel	Körner pro Hülse
hb	44F1	15	10	5
hw	A1	10	9	4
hw	A4	10	12	4
hw	C1	10	11	5
hw	C3	10	12	4
hw	D6	10	12	4
hw	D7	10	13	4
vb	EFB33	14	12	4
vb	Griechische	12	11	5
vw	I1	10	8	5
vw	I3	10	11	5
vb	L1	12	7	5
vb	Nischkes	12	11	6
vb	P1	14	8	6
vw	Q2	12	14	5
vb	Würt	11	13	5





6.2 Fotografische Darstellung und Kurzbeschreibung der Genotypen





Um einen Eindruck von der Performance der Linien im Feld zu bekommen, wurden die Linien und Referenzsorten im Gemengeanbau mit Triticale und im Zuchtgarten in Darzau im Anbaujahr 2013 fotografiert (Tabelle 116). Die Bildaufnahmen wurden im Juni während der Blüte (BBCH 65) gemacht. Die angegebenen Pflanzenlängen, TKM, und Rohproteindaten sind einfache Mittelwerte und beziehen sich auf das Anbaujahr 2013.





Tabelle 116: Kurzbeschreibung selektierter Prototypen, genetischer Ressourcen und Sorten (Fotos: Ertragsprüfung und Zuchtgarten Darzau 2013 während der Blüte)



Ertragsprüfung im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Zuchtgarten im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Kurzbeschreibung
I1	I1	
		vollblättrig weißblühend Länge: bis 120 cm TKM: 150 g RP: 24 %
I3	I3	
		vollblättrig weißblühend Länge: bis 120 cm TKM: 155 g RP: 24 %



Ertragsprüfung im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Zuchtgarten im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Kurzbeschreibung
Q2	Q2	
		<p>vollblättrig weißblühend Länge: bis 135 cm TKM: 160 g RP: 25 %</p>
A1	A1	
		<p>halbblattlos weißblühend Länge: bis 120 cm TKM: 145 g RP: 22 %</p>
A4	A4	
		<p>halbblattlos weißblühend Länge: bis 135 cm TKM: 155 g RP: 21 %</p>

Ertragsprüfung im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Zuchtgarten im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Kurzbeschreibung
D6	D6	
		<p> halbblattlos weißblühend Länge: bis 155 cm TKM: 159 g RP: 21 % </p>
D7	D7	
		<p> halbblattlos weißblühend Länge: bis 125 cm TKM: 150 g RP: 20 % </p>

Ertragsprüfung im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Zuchtgarten im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Kurzbeschreibung
<p style="text-align: center;">C1</p>	<p style="text-align: center;">C1</p>	<p style="text-align: center;"> halbblattlos weißblühend Länge: bis 135 cm TKM: 150 g RP: 21 % </p>
		
<p style="text-align: center;">C3</p>	<p style="text-align: center;">C3</p>	<p style="text-align: center;"> halbblattlos weißblühend Länge: 120 cm TKM: 150 g RP: 21 % </p>
		

Ertragsprüfung im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Zuchtgarten im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Kurzbeschreibung
P1	P1	
		<p>vollblättrig buntblühend Länge: 75 cm TKM: 145 g RP: 25 %</p>
L 1	L1	
		<p>vollblättrig buntblühend Länge: 130cm TKM: 165 g RP: 24 %</p>

Ertragsprüfung im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Zuchtgarten im Gemenge mit Triticale (Mitte Blüte)	Kurzbeschreibung
44F1	44F1	
		<p> halbblattlos buntblühend Länge: 160 cm TKM: 170 g RP: 24 % </p>

Referenzsorte EFB33	Kurzbeschreibung
	<p> vollblättrig buntblühend Länge: 160 cm TKM: 110 g RP: 24 % </p>
Württembergische	
	<p> vollblättrig buntblühend Länge: 140 cm TKM: 140 g RP: 23 % </p>

Referenzsorte EFB33	Kurzbeschreibung
Griechische	
	<p>vollblättrig buntblühend Länge: 140 cm TKM: 115 g RP: 25 %</p>
Nischkes	
	<p>vollblättrig buntblühend Länge: 140 cm TKM: 145 g RP: 24 %</p>

7 Zusammenführung und Diskussion der wichtigsten Ergebnisse nach den Fragestellungen die mit dem Projektvorhaben beantwortet werden sollten

7.1 Überwinterung bzw. Frosttoleranz

Welche der vorhandenen Linien sind besonders winterhart? Welchen Einfluss haben die Anbauform oder morphologische Eigenschaften auf die Winterhärte? Können die Ergebnisse der Feldversuche auf Überwinterungsleistung und Frostresistenz unter kontrollierten Bedingungen (Klimakammer) nachvollzogen und verbessert werden?

Die Überwinterungsleistung war ein wesentliches Selektionskriterium. Auf dem Standort Darzau folgten im Anbaujahr 2011 auf einen anfänglich schneereichen Winter im Zeitraum Ende Februar – Anfang März über 10 Tage Wechselfröste ohne Schneebedeckung mit einer Temperaturspanne von -7 bis +7°C (Abbildung 1). Dies führte auf dem Standort Darzau zu Überwinterungsraten von 0 bis 95%. Die Wechselfröste waren auch in Frankenhausen zu beobachten, jedoch war die Überwinterungsrate dort wesentlich höher von 48 bis 100%. Die geprüften Genotypen wurden hauptsächlich aufgrund der Überwinterungsraten vom Standort Darzau und vom Standort Frankenhausen von 35 Genotypen auf 16 Genotypen eingeschränkt. Bei den sehr starken Kahlfrösten im Anbaujahr 2012 war auf dem Standort Frankenhausen noch eine Differenzierung in der Überwinterungsrate gegeben, wohingegen in Darzau unter ähnlichen Witterungsbedingungen wie Frankenhausen die Erbsen komplett ausgewintert waren. Im Anbaujahr 2013 war die Differenzierung in Frankenhausen wiederum besser als in Darzau. Im Anbaujahr 2013 fiel vor jeder Frostphase Schnee, jedoch war der Schnee in Frankenhausen vor der letzten Frostphase abgetaut, in Darzau dagegen waren zur letzten Frostphase die Erbsen noch mit Schnee bedeckt, so dass in Darzau die Überwinterungsrate für alle Genotypen bei 100% lag. Auf dem Standort Ditloffsroda lag ebenfalls zu jeder Frostperiode Schnee, so dass die Erbsen optimal geschützt waren. In Trenthorst war die letzte Frostperiode wie in Frankenhausen ohne Schneebedeckung, so dass auch hier eine Differenzierung in der Überwinterungsrate gegeben war.

Wahrscheinlich sind die unterschiedlichen Überwinterungsraten insbesondere der Standorte Frankenhausen und Darzau auf unterschiedliche Bodeneigenschaften zurückzuführen. Die Bodenart in Frankenhausen ist toniger Schluff und in Darzau ein lehmiger Sand. Die unterschiedlichen Böden enthalten unterschiedlich hohe Konzentrationen an Nährstoffen, die zu einer anderen Zellsaftzusammensetzung führen und damit zu einer anderen Frostresistenz. In 2012 war der Kaliumgehalt des Versuchsackers „Holzbeck“ in Frankenhausen doppelt so hoch wie der des Versuchsackers „Birkenbaum“ auf dem Standort Darzau (Tabelle 2). Ob die Frostresistenz durch die bessere Kaliumversorgung auf dem Standort Frankenhausen erhöht war, müsste durch weitere Versuche geklärt werden. Hierfür würde sich eine Untersuchung unter kontrollierten Bedingungen (Klimakammer) eignen.

Für das Merkmal Winterhärte wurden keine eindeutigen Tendenzen für die Faktoren Blatttyp oder Blütenfarbe gefunden (Tabelle 117). Die Anbauform war lediglich unter den extremen Witterungsbedingungen im Anbaujahr 2012 entscheidend für eine bessere Überwinterungsrate. Ansonsten war die Anbauform für die Überwinterungsrate nicht signifikant (Tabelle 117). Im Anbaujahr 2012 war die Überwinterungsrate der Erbsen im Gemenge mit Raps ähnlich zur Überwinterungsrate in Reinsaat, dies ist auf die geringe Vorwinterentwicklung des Rapses, aufgrund des sehr späten Aussaattermins (Mitte September) zurückzuführen. Der Raps hatte durch die geringe Blattmasse ähnlich wie die Reinsaat keine Schutzfunktion für die Wintererbsen. Dahingegen zeigten die Rübsen trotz späterer Aussaat eine höhere Blattmasse als der Raps und eine bessere Schutzfunktion.

Tabelle 117 Zusammenfassung: Überwinterungsrate für die Faktoren Blatttyp, Blütenfarbe und Anbauform – alle Standorte und Anbaujahre

Jahr	Standort	Faktoren Blatttyp und Blütenfarbe	Unterschiede Anbauformen	
2011	DAR	Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe (vb > hw > vw > hb)	keine Unterschiede	
	DFH	Interaktion aus Blatttyp und Blütenfarbe (vb = hb = hw > vw)	nicht signifikant	
2012	DAR	100 % Auswinterung keine Differenzierung		
	DFH	Linienversuch	signifikant (TIW > Rübsen > RS = Raps)	
		Herkünfteversuch	vb = hw > vw	
		Saatstärkenversuch	hw > vb	signifikant (TIW > RS)
2013	DAR	100 % Überwinterung keine Differenzierung		
	DFH	Linienversuch	nicht signifikant	
		Herkünfteversuch	nicht signifikant	
		Saatstärkenversuch	nicht signifikant	nicht signifikant
	TRE	buntblühend > weißblühend		
	DIT	keine Aussage möglich aufgrund sehr später Aussaat		

Für die Fortführung des Versuches in den Anbaujahren 2012 und 2013 wurden aus jeder Blatttyp-Blütenfarbe-Kombination jeweils die Genotypen mit der höchsten Überwinterungsrate ausgewählt. In der Kombination vollblättrig-buntblühend war die Überwinterungsrate nicht alleine entscheidend. Die Genotypen der Kreuzungsgruppe B zeigten im Anbaujahr 2011 sehr gute Überwinterungsleistungen im Feld und auch in der Klimakammer war insbesondere der Genotyp B21 sehr frostresistent, jedoch waren die morphologischen Eigenschaften dieser Genotypen der Referenzsorte EFB33 zu ähnlich, so dass trotz hoher Überwinterungsraten diese Genotypen in der weiteren Untersuchung nicht berücksichtigt wurden. Die Genotypen der Nachkommenschaftsgruppe 13 wurden aufgrund der schlechten Überwinterungsraten im Anbaujahr 2011 komplett aus der weiteren Untersuchung herausgenommen.

Zu den jeweils 50% besten Genotypen in den meisten Überwinterungs- und Frostresistenzversuchen gehörten von den vollblättrig, buntblühenden die Genotypen L1, P1, Nischkes Riesengebirgs, Württembergische und EFB33, und von den weißblühenden die Genotypen A4, C3, D6 und I3 (Tabelle 118).

Tabelle 118: Zusammenfassung: Überwinterungsrate und Frostresistenz der nach dem Anbaujahr 2011 ausgewählten Genotypen im Feldversuch im Gemenge mit Triticale und der Klimakammer in den Anbaujahren 2011 bis 2013

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	TIW-DAR-11	TIW-DFH-11	Klima11 DTS°	TIW-DFH-12	Klima12 DTS1°	TIW-DFH-13	TIW-TRE-13
hb	44F1	15	76	47	13	88	41	88
hw	A1	15	81	51	46	86	60	63
hw	A4	32	82	61	76	74	78	78
hw	C1	44	89	54	49	87	71	69
hw	C3	34	85	49	70	80	82	75
hw	D6	34	81	44	78	90	81	72
hw	D7	33	74	52	51	88	69	80
vb	EFB33	53	79	68	73	89	74	
vb	Griech	59	96		54		68	
vb	L1	79	78	70	62	90	71	77
vb	Nischk	100	84		61		62	
vb	P1	68	89	85	59	90	73	80
vb	Würt.	72	85	83	48		71	
vw	I1	32	71	71	58	84	48	79
vw	I3	34	81	69	63	89	50	59
vw	Q2	3	73	65	37	86	52	78
	Median	34	81	63	58	88	70	77

* grüne Unterlegung: kennzeichnet die Genotypen, die gleich dem Median sind oder darüber liegen

Unabhängig vom Genotyp sind die Einflüsse, welche die Frostresistenz bestimmen auch unter kontrollierten Bedingungen vielfältig. Einige Genotypen zeigten gute Übereinstimmungen mit den Überwinterungsraten im Feld, andere nicht. Das Versuchsprotokoll für den Test zur Frostresistenz wurde von den Winterackerbohnen übernommen, wobei für die Ackerbohnen seit 2004 mehrere Versuche zur Anpassung des Versuchsprotokolls durchgeführt wurden (Roth und Link 2009). Für die Erbsen war noch keine erprobte Vorgehensweise für die Klimakammerversuche vorhanden. Daher wurden im ersten Versuchsjahr die Temperaturen in der Klimakammer über einen längeren Zeitraum abgesenkt. Im zweiten Versuchsjahr wurden weniger Frostperioden gewählt, aber dafür tiefere Temperaturen. Im Vergleich zu den Ackerbohnen waren die Anzeichen einer Frostschädigung für die Bonitur gerade bei den Halbblattlosen nicht eindeutig erkennbar. Für die zukünftige effiziente Untersuchung der Frostresistenz unter kontrollierten Bedingungen in der Klimakammer müssten weitere Versuche gemacht werden. In denen die optimale Anfangsfrosttemperatur und die Anzahl der notwendigen Durchgänge bestimmt wird.

Die Korrelationen zwischen den Merkmalen der Klimakammer und den Überwinterungsraten im Feld waren in beiden Jahren jedoch nicht eindeutig (Tabelle 42 und Tabelle 65). Im Anbaujahr 2011 beispielsweise korrelierte das in der Klimakammer erhobene Merkmal DTS (Disposition to survive) mit der Überwinterungsrate auf dem Standort Darzau mit $r_s=0.65$ und $r_s=0.73$, aber zeigte nur eine schwache Korrelation mit den Überwinterungsraten in Frankenhäusen $r_s=0.3$ und $r_s=0.37$ (Tabelle 42), wo die Überwinterung hoch war, jedoch offenbar die Bedingungen wie schon erläutert nicht differenzierend genug. Im Anbaujahr 2012 gab es in Frankenhäusen trotz guter Differenzierung der Überwinterungsraten keine Korrelation zwischen den Merkmalen der Klimakammer und den Überwinterungsraten auf diesem Standort (Tabelle 65).

Innerhalb des Versuchszeitraums wurde durch natürliche Selektion eine weitere Verbesserung der Frostresistenz insbesondere der halbblattlos, weißblühenden erreicht. Waren im ersten Versuchsjahr die vollblättrig, buntblühenden insbesondere auf dem Standort Darzau den weißblühenden im Merkmal Frostresistenz überlegen, waren einige der weißblühenden,

halbblattlosen im dritten Versuchsjahr im Linierversuch auf dem Standort Frankenhausen besser als die buntblühenden, vollblättrigen Genotypen.

Genotypen, die nach Urbatzka (2010) eher dem Futtererbsentyp mit den Merkmalen Vollblättrigkeit, bunte Blütenfarbe und hohe Pflanzenlänge zuzuordnen sind, wurden auch in der vorliegenden Untersuchung mit einer hohen Überwinterungsrate eingestuft, jedoch zeigten auch die Genotypen, die durch ihre weiße Blütenfarbe eher dem Körnererbsentyp zuzuordnen sind, unter bestimmten Standortbedingungen den vollblättrig, buntblühenden Genotypen ähnliche Überwinterungsraten. Eine Unterscheidung im Merkmal Überwinterungsrate, in einen nach dem Körnererbsentyp (weißblühend, halbblattlos) kommenden oder nach dem Futtererbsentyp (buntblühend, vollblättrig) kommenden Genotyp war nicht möglich.

Schlussfolgernd ist zu nennen, dass die Überwinterungsrate vom Standort abhängt, den Witterungsereignissen, wie Frost ohne Schnee oder Frost mit Schnee, vom Genotyp, dem Entwicklungsstadium der Erbsen, in welchem das Frostereignis eintrat, der Akklimatisierung der Wintererbsen vor den Frostereignissen, von der Länge und den Tiefstwerten des Frostereignisses und von den Tagesminimal- und maximalwerten während der Frostphase.

7.2 Feldaufgang

Zeigen die Genotypen Unterschiede im Feldaufgang? Haben die Blütenfarbe und damit der Gehalt an Tanninen einen Einfluss auf den Feldaufgang? Hat die Anbauform einen Einfluss auf den Feldaufgang?

In den Versuchsjahren 2011 bis 2013 zeigten die Genotypen signifikante Unterschiede im Merkmal Feldaufgang. Dabei zeigten die buntblühenden Genotypen einen besseren Feldaufgang als die weißblühenden Genotypen. Jedoch waren die Faktoren Genotyp und Blütenfarbe nicht in jeder Anbauform und jedem Jahr signifikant (Tabelle 119). Im Vergleich der Anbauformen wurde kein Einfluss der Anbauformen auf den Feldaufgang gefunden.

Tabelle 119: Zusammenfassung: Feldaufgang für die Faktoren Genotyp und Blütenfarbe.

Jahr	Standort		Genotypen unterscheiden sich signifikant	Buntblühende Genotypen haben einen höheren Feldaufgang als weißblühende Genotypen
2011	DAR		Ja, in allen Anbauformen	Ja, in allen Anbauformen
	DFH		Ja, im Gemenge mit Raps und Rübsen	Ja, in RS und Raps
2012	DAR		Nein	Nein
	DFH		Nein	Nein
2013	DAR		Ja, in TIW und WW	Ja, in RS, TIW und WW
	DFH	Linierversuch	Ja	Nein, aber Interaktion aus Blütenfarbe und Blatttyp (vw geringster Feldaufgang)
		Herkünfteversuch	Ja	Ja
	TRE		Ja	Ja
	DIT		keine Aussage möglich aufgrund sehr später Aussaat	

Aufgrund der warmen und trockenen Witterung (Kapitel 4.2 Witterung) zur Aussaat im Anbaujahr 2012 auf den Standorten Darzau und Frankenhausen konnten keine Differenzierungen im Feldaufgang festgestellt werden. Dieser Umstand weist daraufhin, dass lediglich bei ungünstigen Witterungsbedingungen eine Differenzierung im Zuchtmaterial sichtbar wird. Bei der Untersuchung von 10 Erbsen Akzessionen (*Pisum sativum* L.) durch Sincik et al. (2004), welche sich im Blatttyp, in der Blütenfarbe und damit Samenfarbe, Winterhärte und in der Wuchsform unterschieden, auf das Keimungs- und Feldaufgangsverhalten bei 2°C, 5°C, 10°C und 20°C zeigten im unteren Temperaturbereich, die buntblühenden und winterharten Akzessionen eine höhere Keimfähigkeit und Feldaufgang als alle anderen geprüften Akzessionen. Im oberen Temperaturbereich wurden dagegen keine Unterschiede festgestellt.

Im Mittel über alle Jahre, Standorte und Anbauformen zeigten die buntblühenden Genotypen 44F1, L1, P1, EFB33 sowie die weißblühende D6 nahezu durchgängig positive Abweichungen vom Mittelwert. Dagegen wiesen die Genotypen I1, I3, Q2, A4 und C3 nahezu ausschließlich negative Abweichungen vom Mittelwert auf, was auf höhere Anfälligkeit gegenüber saatgutübertragbaren und bodenbürtigen Krankheiten hinweisen könnte. Im Erhaltungszuchtgarten wurde beobachtet, dass es in den Nachkommenschaften, insbesondere der Genotypen I1 und I3 sehr große Unterschiede im Feldaufgang gab. Bei weiterer Selektion könnten im Merkmal Feldaufgang, gerade für die sehr schwachen Genotypen noch Verbesserungen erreicht werden.

Im Vergleich führte bei weißblühenden Ackerbohnen die Tanninfreiheit der Samenschale zu einer höheren Anfälligkeit gegenüber bodenbürtigen Pathogenen insbesondere in der Keimungs- und Auflaufphase (Link 2009). Der Zusammenhang zwischen Tanninfreiheit und höherer Pathogenanfälligkeit könnte den deutlich geringeren Feldaufgang der weißblühenden Genotypen erklären. Hohe Niederschläge und niedrige Temperaturen könnten den Befall mit samen- und bodenbürtigen Pathogenen noch begünstigt haben.

7.3 Standfestigkeit

Welche der Linien weisen eine hinreichende Standfestigkeit auf und wird die Standfestigkeit im Gemengeanbau im Vergleich zur Reinsaat verbessert? Hat der Blatttyp einen Einfluss auf die Standfestigkeit?

Die Standfestigkeit kann nicht unabhängig von anderen Faktoren betrachtet werden. So war die Standfestigkeit von der Wuchslänge der Genotypen, der Anbauform und der Bestandsdichte im Frühjahr beeinflusst. Mit zunehmender Pflanzenlänge verringerte sich die Standfestigkeit. Die negative Korrelation zwischen Pflanzenlänge und HEB-Index zeigte sich auf dem Standort Darzau im Anbaujahr 2011 (Abbildung 17) und 2013 (Abbildung 40) sowie im Anbaujahr 2011 (Tabelle 39) und 2013 (Tabelle 92 und Tabelle 93) auf dem Standort Frankenhausen. In der Reinsaat war die Standfestigkeit im Mittel über alle Genotypen am geringsten und konnte zum Teil nicht beerntet werden. Dagegen war die Standfestigkeit der Genotypen auch im Gemengeanbau unterschiedlich, aber der Bestand lagerte nie komplett und konnte bis auf wenige Ausnahmen, bei denen der Gemengepartner ausgewintert war, beerntet werden. Auch die Bestandsdichte hatte einen Einfluss auf die Lagerneigung, dichtere Bestände wiesen eine geringere Standfestigkeit auf als lückigere Bestände.

Genotypen

Die kürzeren Genotypen zeigten die höchste Standfestigkeit. Die längeren Genotypen eine geringere Standfestigkeit. Der Genotyp P1, einer der kürzesten wies über alle Anbauformen HEB-Indizes von über 0.9 auf. Genotypen mit mittleren Pflanzenlängen wie D6, D7, A4, I1 und I3 erreichten im Gemengeanbau HEB-Indizes von 0.7 bis 0.9 und längere Genotypen wie 44F1, EFB33, Griechische, Württembergische, Nischkes und L1 erreichten HEB-Indizes von 0.35 bis 0.8.

Blatttypen

Im Bereich der mittleren Pflanzenlängen (90cm) zeigten die Blatttypen lediglich geringfügige Unterschiede in der Standfestigkeit, erst bei einer höheren Pflanzenlänge (>120cm) zeigten die halbblattlosen höhere Standfestigkeiten als die vollblättrigen Genotypen.

Anbauformen

In Reinsaat können keine normalwüchsigen Wintererbsen angebaut werden. Auch wenn der Bestand zur Blüte häufig noch steht, legt sich der Bestand vor der Ernte auf den Boden, so dass ein Unterfahren mit dem Schneidwerk kaum noch möglich. Gerade die Genotypen mit der geringsten Standfestigkeit aber dem höchsten Deckungsgrad legten sich flach auf den Boden, der Kontakt zum Boden führte zu Schimmel, Auswuchs, Mäusefraß und erhöhter Spätverunkrautung. Nur im Gemengeanbau war die Ernte trotz dichter Pflanzenbestände und hoher Biomassen möglich. Jeweils die höchste Standfestigkeit der Genotypen wurde im Gemenge mit Roggen bzw. Triticale erreicht. Danach folgten je nach Bestandsdichte der Gemengepartner die Gemenge mit Raps, Rübsen oder Weizen (Tabelle 120). Im Triticale- und Roggen-Gemenge wiesen die Getreide, selbst bei dichtesten Erbsenbeständen eine stützende Wirkung auf, obwohl der Roggen bzw. die Triticale komplett überwachsen waren. Dies hatte den positiven Effekt, dass der Bestand besser abtrocknen konnte und die Druscheigenschaft gegenüber der Reinsaat verbessert wurde. Getreide als Unterlage für die lagernden Erbsenbestände in 50 cm Höhe wurde auch von Urbatzka (2010) als positiv für die Ernte der Gemenge bewertet.

Tabelle 120: Zusammenfassung: Lagerneigung der Anbauformen von 2011 bis 2013

Jahr	Standort		Anbauform
2011	DAR		RW > TIW > WW > RS
	DFH		TIW = Rueb > Raps > RS
2012	DFH	Linienversuch	nur TIW
		Saatstärkenversuch	TIW > RS
2013	DAR		RW = TIW = WW > RS
	DFH	Linienversuch	TIW > Raps = Rueb > RS
		Saatstärkenversuch	TIW > RS
	TRE		TIW „Benetto“ > TIW „Agostino“

Saatstärken

Hatte die Saatstärke im Gemenge mit Triticale im Anbaujahr 2012 keinen Einfluss auf die Standfestigkeit der Genotypen wurde im Anbaujahr 2013 bei erhöhter Aussaatstärke der Erbsen die Standfestigkeit geringer, wohingegen die Triticaleaussaatstärke keinen Einfluss auf die Standfestigkeit hatte. Trotz geringerer Standfestigkeit bei erhöhter Aussaatstärke waren die Standfestigkeit im Gemengeanbau und damit die Anbauwürdigkeit im Vergleich zur Reinsaat immer noch gegeben. Hier sollten gerade für einen wüchsigeren Standort wie Frankenhausen noch weitere Untersuchungen durchgeführt werden, wie weit die Triticaleaussaatmenge zurückgenommen werden kann, um die Standfestigkeit noch zu gewährleisten aber den Konkurrenzdruck der Triticale so gering wie möglich zu halten.

7.4 Deckungsgrad

Wie hoch ist die Konkurrenzfähigkeit der Genotypen gegenüber Gemengepartnern und Beikräutern im Gemengeanbau und in der Reinsaat? Gibt es Unterschiede für die Blatttypen im Deckungsgrad?

Die Erhebungen des Erbsen- Beikraut- und Gemengepartnerdeckungsgrades waren bis auf das Anbaujahr 2013 beeinflusst durch die Merkmale Feldaufgang sowie Überwinterungsrate und die sich daraus ergebende Bestandsdichte der Genotypen im Frühjahr. War der Feldaufgang und die Überwinterungsrate hoch, war die Bestandsdichte der Erbsen hoch und damit der Erbsendeckungsgrad entsprechend hoch. Außerdem zeigte sich das die Pflanzenlänge einen Einfluss auf den Erbsendeckungsgrad hatte (Tabelle 121). Auch Kimpel-Freund et al. (1998) und Spies et al. (2011) fanden einen Einfluss der Pflanzenlänge auf die Bodenbedeckung und damit auf den Beikrautdeckungsgrad. Längere Pflanzen wiesen eine höhere Konkurrenzskraft gegenüber Beikräutern auf und hatten einen höheren Ertrag.

Tabelle 121 Zusammenfassung: Spearman-Rank-Korrelationen Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ mit der Überwinterungsrate, der Bestandsdichte „Frühjahr“ und der Pflanzenlänge.

Jahr	Standort		Korrelation Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ und Überwinterungsrate	Korrelation Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ und Bestandsdichte „Frühjahr“	Korrelation Erbsendeckungsgrad „zur Blüte“ und Pflanzenlänge
2011	DAR		Ja – RS, RW, TIW, WW	Ja – RS, RW, TIW, WW	Ja – RS, RW, TIW, WW
	DFH		Ja – RS, TIW, Rübsen; Nein – Raps	Ja – RS, Raps, TIW, Rübsen	Ja – RS, Raps, TIW Rübsen
2012	DAR		komplette Auswinterung		
	DFH	Linienversuch	Ja – TIW	Ja – TIW	Pflanzenlänge nicht erhoben
2013	DAR		Nein – RS, RW, TIW, WW	Ja – TIW; Nein – RS, RW, WW	Ja – RS, RW, TIW, WW
	DFH	Linienversuch	Ja – Rübsen; Nein – RS, Raps, TIW	Ja – Rübsen; Nein – RS, Raps, TIW	Ja – Raps, TIW, Rübsen; Nein – RS

Blatttypen

Dass die Überwinterungsrate, die Bestandsdichte und die Pflanzenlänge einen Einfluss auf den Erbsendeckungsgrad haben, wurde schon für das Anbaujahr 2011 festgestellt. Nur konnten die Einflüsse nicht voneinander getrennt werden. Im Anbaujahr 2013 lag in einigen Anbauformen auf den Standorten Darzau und Frankenhausen keine Korrelation zwischen der Überwinterungsrate bzw. der Bestandsdichte Erbsen „Frühjahr“ mit dem Erbsendeckungsgrad vor (Tabelle 121). Jedoch korrelierte auf beiden Standorten der Erbsendeckungsgrad mit der Pflanzenlänge der Erbsen (Tabelle 121), so dass bei gleicher Pflanzenlänge auf dem Standort Darzau unterschiedliche Deckungsgrade für die Blatttypen festgestellt wurden. Auf dem Standort Darzau waren die Deckungsgrade bei gleicher Pflanzenlänge der vollblättrigen Genotypen insbesondere für die vb-Gruppe in allen Anbauformen höher als die der halbblättrigen hw-Gruppe (Abbildung 53 und Tabelle 122).

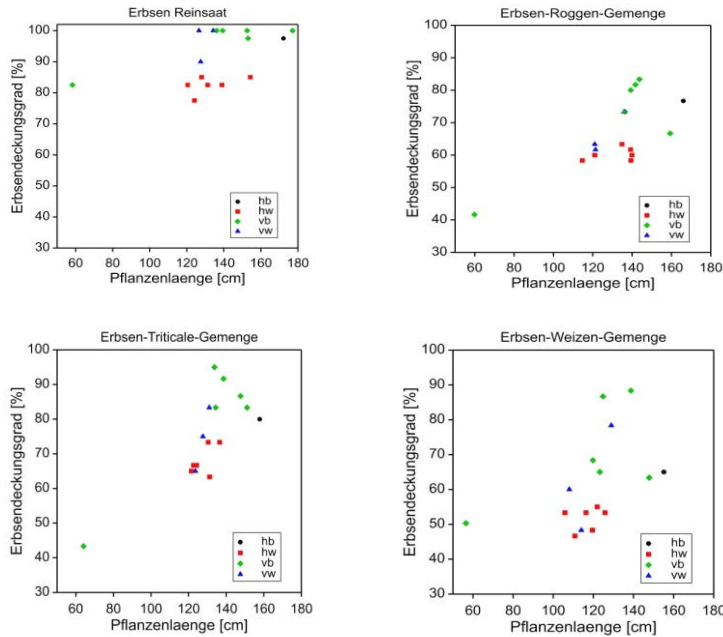


Abbildung 53: Scatterplot Erbsendeckungsgrad "zur Blüte" und der Pflanzenlänge in den Anbauformen Reinsaat und Gemenge mit Roggen, Triticale, Weizen - DAR13_L

Für den Standort Frankenhausen zeigte sich bei der Betrachtung der einzelnen Anbauformen, dass in der Reinsaat und Gemenge mit Raps keine Unterschiede zwischen den Blatttypen mit gleicher Pflanzenlänge vorhanden waren und das im Gemenge mit Triticale und Rübsen tendenziell die halbblattlosen Genotypen (hw, hb) einen höheren (vw) bzw. gleichen Deckungsgrad (vb) aufwiesen (Abbildung 54 und Tabelle 122).

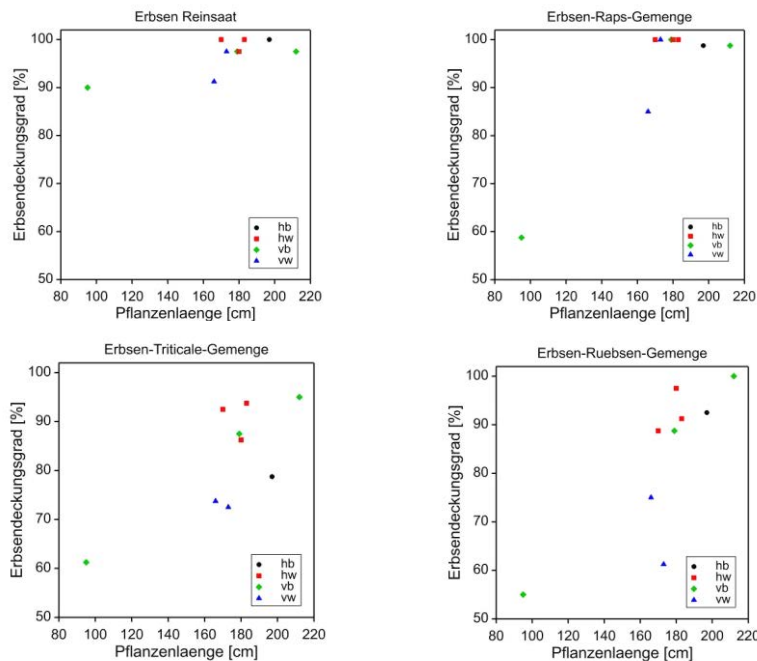


Abbildung 54: Scatterplots Erbsendeckungsgrad "zur Blüte" und Pflanzenlänge in den Anbauformen Reinsaat und Gemenge mit Raps, Triticale, Rübsen – DFH13_L

Erwiesen hat sich, dass die Pflanzenlänge einen deutlichen Einfluss auf den Erbsendeckungsgrad hat. Jedoch konnte die Frage, ob ein halbblattloser oder ein vollblättriger Geno-

typ im Hinblick auf den Deckungsgrad bzw. das Beschattungsvermögen zu bevorzugen ist, aufgrund weiterer den Erbsendeckungsgrad beeinflussender Variablen wie Überwinterungsrate und Feldaufgang noch nicht abschließend geklärt werden. Daher kann noch keine endgültige Empfehlung gegeben werden, welcher Blatttyp in der weiteren Züchtung zu bevorzugen ist, außer dass es wichtig ist, eine hohe Überwinterungsrate und einen guten Feldaufgang sicher zu stellen.

Nach Kimpel-Freund et al. (1998) ist der Blatttyp nur einer von mehreren Aspekten der Beikrautunterdrückung. In der halbblattlosen, langwüchsigen Sorte "Profi" war das Beikrautaufkommen geringer als bei der langwüchsigen, vollblättrigen Sorte "Bohatyr". Nach Kimpel-Freund et al. (1998) sind konkurrenzstarke Erbsenbestände durch eine schnelle Jugendentwicklung, einen hohen Blattflächenindex und eine hohe Pflanzenlänge gekennzeichnet. Eine schnelle Jugendentwicklung, wie sie von Kimpel-Freund et al. (1998) für die Sommererbsen postuliert wird, kann auf Wintererbsen nicht übertragen werden, da ein verzögertes Wachstum in der Jugendphase bei Wintererbsen mit der Überwinterungsrate im Zusammenhang steht.

Für die weitere Untersuchung der Blatttypen wäre eine größere Anzahl von Genotypen mit ähnlichem Feldaufgang, Überwinterungsrate und Pflanzenlänge nötig, welche aber bisher noch nicht vorhanden ist. Inwieweit eine Erhebung des Blattflächenindex (Kimpel-Freund et al. (1998) oder die Bonitur der Fiederblattgrößen bzw. Nebenblattgrößen weiterführend zur Beantwortung der Fragestellung ist, muss noch untersucht werden.

Genotypen

Die Genotypen unterschieden sich im Merkmal Erbsendeckungsgrad, wobei die Anbauform und der Standort einen Einfluss auf den Erbsendeckungsgrad hatten. In der Wiederholung der Versuche auf den Standorten Darzau und Frankenhausen zeigte sich, dass die Genotypen der vb-Gruppe – EFB33, Griechische, L1 und Württembergische – auf beiden Standorten zu den 50% mit den höchsten Erbsendeckungsgraden gehörten. Die Genotypen der vw-Gruppe – I1, I3 und Q2 – dagegen gehörten lediglich auf dem Standort Darzau überwiegend zur Gruppe der 50% Besten während die Genotypen der hw-Gruppe – A4, C3, D6, D7 – nur auf dem Standort Frankenhausen überwiegend zu den 50% der Besten gehörten. Der Genotyp 44F1 der hb-Gruppe gehörte auf beiden Standorten zu den 50% mit den höchsten Erbsendeckungsgraden (Tabelle 122).

Tabelle 122: Zusammenfassung: Erbsendeckungsgrad der Genotypen in den Anbaujahren 2011 bis 2013 - alle Standorte

Blatttyp- und Blütenfarbe	Genotyp	DAR 2011				DFH 2011				DFH 2012	DAR 2013				DFH 2013				TRE 2013
		RS	RW	TIW	WW	RS	Raps	TIW	Rueb	TIW	RS	RW	TIW	WW	RS	Raps	TIW	Rueb	TIW
hb	44F1	75	10	23	20	74		42		31	98	77	80	65	100	99	79	92	38
hw	A1	15	10	11	23	42	55	32	37		85	58	65	47					29
hw	A4	45	12	18	33	47	68	40	37	71	83	58	73	55	98	100	86	98	30
hw	C1	60	15	13	25	60	63	35	42		85	62	63	48					31
hw	C3	45	13	9	25	58	68	40	37	53	83	60	67	53	100	100	93	89	30
hw	D6	70	20	19	38	63	68	40	42	79	83	60	73	53	100	100	94	91	29
hw	D7	60	22	20	40	50	68	42	37		78	63	67	53					31
vb	EFB33	93	52	45	62	75	78	45	47	83	100	67	83	63	98	99	95	100	
vb	Griech	83	58	44	60	73		37			100	83	92	87					
vb	L1	100	70	59	73	70	80	45	45	56	100	73	83	68	98	100	88	89	35
vb	Nischk	100	75	76	75						98	80	87	65					
vb	P1	15	40	43	43	42	65	35	32	44	83	42	43	50	90	59	61	55	33
vb	Würt	100	70	58	75	68	83	37	42		100	82	95	88					
vw	I1	78	37	13	35	55	50	35	35	44	100	63	75	60	98	100	73	61	31
vw	I3	75	17	35	37	47	53	27	35	47	90	62	65	48	91	85	74	75	24
vw	Q2	40	10	13	20	73	68	45	50		100	73	83	78					27
	Median	73	21	21	37	60	68	40	37	53	94	63	74	58	98	100	86	89	31

* grüne Unterlegung kennzeichnet die Genotypen, die gleich dem Median einer Anbauform oder darüber liegen.

Anbauformen

Erbsendeckungsgrad

In allen Anbaujahren unterschied sich der Erbsendeckungsgrad zwischen den Anbauformen. Der Erbsendeckungsgrad in der Reinsaat war in allen Anbaujahren und auf allen Standorten am höchsten. Dies ist auf die höhere Aussaatstärke von 80 kf. Kö/m² gegenüber den Gemengen und die geringere Konkurrenzwirkung eines Erbsenreinsaatbestandes zurückzuführen. In den Gemengen wurde durchgängig die Erbsenaussaatstärke von 40 kf. Kö/m² verwendet. Jedoch unterschieden sich die Erbsendeckungsgrade je nach Standort und Gemengepartner.

Auf dem Standort Darzau war der Erbsendeckungsgrad im Gemenge mit Triticale in den Jahren 2011 und 2013 am höchsten. Im Anbaujahr 2011 war zwar der Erbsendeckungsgrad im Gemenge mit Weizen noch höher als im Gemenge mit Triticale, aber nur aufgrund des durch Trockenheit gering entwickelten Weizens. Im Anbaujahr 2013 lag der Erbsendeckungsgrad im Gemenge mit Weizen hinter dem Gemenge mit Roggen (Tabelle 123). Von den Gemengepartnern Weizen und Roggen gingen stärkere Konkurrenzwirkungen aus, als vom Gemengepartner Triticale. Ein Grund waren die unterschiedlichen morphologischen Eigenschaften der Getreidearten. Weizen und Roggen bildeten in der Vorwinterentwicklung breite Blätter, so dass schon in der Vorwinterentwicklung eine starke Konkurrenz auf die Erbsen ausgeübt wurde, welche durch eine hohe Bestockungsneigung, gerade bei den frühen Saatterminen (Mitte September) im Versuchsvorhaben, noch verstärkt wurde. Die Triticalesorte bildete dagegen lediglich schmale Blätter. Außerdem erreichte der Roggen mit Abstand die höchste Pflanzenlänge, wodurch auch in der späteren Entwicklung eine höhere Konkurrenz um Wasser, Licht und Nährstoffe gegenüber den Erbsen ausgeübt wurde.

Auf dem Standort Frankenhausen war der Erbsendeckungsgrad nach der Reinsaat im Gemenge mit Raps am höchsten. Der Raps entwickelte sich aufgrund der für Raps sehr späten Aussaat nur sehr mäßig. Daher ging von dem Raps nur eine geringe Konkurrenzwirkung aus. Die Erbsendeckungsgrade der Gemenge mit Rübsen und Triticale lagen in den Jahren 2011 und 2013 im Mittel um 20 bzw. 10% unter dem Erbsendeckungsgrad in Reinsaat oder im Gemenge mit Raps (Tabelle 123). Obwohl die Saatstärke der Triticale von 150 Kö/m² im Anbaujahr 2011 auf 100 Kö/m² im Anbaujahr 2013 zurückgenommen wurde, war der Erbsendeckungsgrad im Gemenge mit Triticale trotzdem am geringsten. Das natürliche Nährstoffvorkommen aufgrund der Bodeneigenschaften in Frankenhausen führte zu einer überdurchschnittlich hohen Wüchsigkeit der Triticale, wobei geringere Saatstärken durch höhere Bestockungsraten ausgeglichen wurden.

Tabelle 123: Zusammenfassung: Erbsendeckungsgrad in den Anbauformen von 2011 bis 2013 – (einfache Mittelwerte über alle Genotypen einer Anbauform)

Jahr	Standort	Zeitpunkt der Erhebung	Unterschiede Erbsendeckungsgrad in den Anbauformen
2011	DAR	„zur Blüte“	RS (46%) > WW (29%) > TIW (24%) > RW (22%)
	DFH	„zur Blüte“	Raps (66%) > RS (60%) > Rübsen (40%) > TIW (36%)
2012	DAR		komplett ausgewintert
	DFH	„vor Ernte“	TIW (35%)
2013	DAR	„zur Blüte“	RS (92%) > TIW (75%) > RW (66%) > WW (61%)
	DFH	„vor Ernte“	RS (97%) > Raps (93%) > Rübsen (83%) > TIW (82%)
	TRE	„zur Blüte“	Erbsen mit „Agostino“ = „Benetto“ (31%)

Beikrautdeckungsgrad

Vor allem in der Reinsaat und bei geringen Bestandsdichten der Erbsen bzw. der Gemengepartner in den Gemengen, wie im Anbaujahr 2011, wurde das Beikraut durch die geringere Konkurrenzkraft der Erbsen bzw. der Gemengepartner gefördert (Tabelle 124). Trotz ausgeprägter Jahreseffekte war der Beikrautdeckungsgrad in der Erbsenreinsaat höher als in den Gemengen. Durch die abnehmende Beschattungsfähigkeit der Erbsen und der Gemenge bis zur Ernte wurde das Beikraut begünstigt, welches sich in einem erhöhten Beikrautdeckungsgrad „vor Ernte“ widerspiegelte. Insbesondere auf dem Standort Darzau stieg der Beikrautdeckungsgrad mit abnehmender Beschattungsfähigkeit der Erbsen und der Gemengepartner zum Ende der Wachstumsperiode (vgl. Anbaujahr 2011 Darzau). Auf dem Standort Frankenhausen nahm der Erbsendeckungsgrad vom früheren Erhebungstermin zum späteren Erhebungstermin in den Gemengen zwar ab, aber der Beikrautdeckungsgrad erhöhte sich nicht (vgl. Anbaujahr 2011 Frankenhausen). Aufgrund günstiger Witterungsbedingungen gab es auf dem Standort Darzau im Anbaujahr 2013 kein Beikraut. In Frankenhausen jedoch konnte sich trotz wüchsiger Bestände noch Beikraut durchsetzen (Tabelle 124).

Tabelle 124: Zusammenfassung: Beikrautdeckungsgrad „zur Blüte“ in den Anbauformen von 2011 bis 2013 – (einfache Mittelwerte über alle Genotypen einer Anbauform)

Jahr	Standort	Zeitpunkt der Erhebung	Unterschiede Beikrautdeckungsgrad in den Anbauformen
2011	DAR	„zur Blüte“	RS(46%) > WW(14%) > TIW(13%) > RW (6%)
	DFH	„zur Blüte“	RS (40%) > Rübsen (19%) > TIW (8%) > Raps (3%)
2012	DAR		komplett ausgewintert
	DFH	„vor Ernte“	nicht erhoben
2013	DAR	„zur Blüte“	RS (0%) = RW (0%) = TIW (0%) = WW (0%)
	DFH	„vor Ernte“	RS (20%) > Raps (16%) = Rübsen (16%) > TIW (7%)
	TRE	„zur Blüte“	kein Unterschied zwischen den beiden Sorten

Selbst bei einer geringen Bestandsdichte der Gemengekomponente wurde der Beikrautdeckungsgrad durch den Gemengeanbau signifikant verringert. Dass der Gemengeanbau den Beikrautdeckungsgrad deutlich reduziert, findet sich auch bei Gronle & Böhm (2010), die Sommererbsen in Reinsaat und im Gemenge mit Hafer untersuchten. Jedoch ist der Konkurrenzdruck nicht selektiv, so dass bei einem hohen Konkurrenzdruck des Getreides Beikräuter und Erbsen gleichzeitig unterdrückt werden.

Dass von Getreide eine hohe Konkurrenzwirkung ausgeht, wurde auch in anderen Untersuchungen von Erbsen-Getreide-Gemengen gefunden (Kimpel-Freund et al. 1998, Rauber et al. 2000, Gronle & Böhm 2010). Kimpel-Freund et al. (1998) beschrieben, dass die anfängliche Lichttransmission bei den Erbsen höher war als beim Hafer, was sich aber bis zum Stadium 31 für das Getreide änderte, so dass dann das Getreide eine höhere Lichttransmission aufwies als die Erbsen. Hierbei zeigte sich ein größerer Effekt der Lichtkonkurrenz auf die Beikrautunterdrückung in der Jugendentwicklung als in der Spätentwicklung.

Roggen wirkte auch in der späteren Wachstumsphase durch eine hohe Pflanzenlänge konkurrierend (Urbatzka 2010), wahrscheinlich aufgrund der verringerten Lichttransmission im Vergleich zu den anderen Getreiden im späteren Wachstumsstadium.

Nach Fernández-Aparicio et al. (2010) weisen Getreide höhere Wurzeldichten auf als Erbsen und sind damit konkurrenzstärker in der Nährstoffaufnahme.

Inwiefern die verschiedenen Konkurrenzkomponenten einen Einfluss auf die Entwicklung der Wintererbsen im Gemenge mit den verschiedenen Gemengepartnern hatten, müsste in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Deckungsgradschätzung

Die Schätzung der Deckungsgrade erlaubte es, zu mehreren Terminen eine schnelle Erhebung der Zusammensetzung der Bodenbedeckung auch sehr ungleichmäßiger Bestände zu ermitteln. Überlicherweise werden für die Bestimmung der Zusammensetzung einer Pflanzengesellschaft Biomasseschnitte genommen (Urbatzka 2010, Kimpel-Freund et al. 1998). Diese sind im Vergleich zur Schätzung der Deckungsgrade zeitaufwendiger und führen zu Verzerrungen in der Ertragserfassung, wenn aus dem zu erntenden Bestand geschnitten wird. Inwieweit eine Schätzung der Konkurrenzfähigkeit bzw. der Biomasseentwicklung durch die Schätzung der Deckungsgrade erfasst wird, müsste in einer vergleichenden Untersuchung noch geklärt werden.

7.5 Entwicklungsstadien und Reifeverzögerung

Welche Genotypen bzw. Blatttyp- und Blütenfarbe Kombinationen können im Hinblick auf Reifezeit und Entwicklungsstadien (BBCH) mit welcher Wintergetreideart und welcher Winterölfrucht im Gemengeanbau kombiniert werden?

Mit der Aufnahme der BBCH-Stadien der Erbsen und der Gemengepartner ab Blühbeginn bis zur Abreife sollte geprüft werden, inwieweit die Gemengepartner in den Reifezeiten zusammenpassen, bei welchen Genotypen im Vergleich zur Referenzsorte EFB33 der Blühbeginn zeitiger einsetzt und welche Genotypen eher und gleichmäßiger abreifen.

Bis auf witterungsbedingte Verzögerungen in der Wuchsperiode und der Abreife der Erbsen sowie der Gemengepartner war die Übereinstimmung für die Getreidepartner und die Erbsen gegeben. Dagegen wiesen die Ölfrüchte und die Wintererbsen keine Übereinstimmung auf. Trotz der späteren Aussaat der Ölfrüchte waren diese zwei Gemengepartner eher in der Abreife als die geprüften Wintererbsen (Tabelle 125).

Der Blühbeginn der verschiedenen Genotypen wies eine Spanne von 10 Tagen auf. Zur Abreife verringerte sich dieser Abstand. Genotypen mit einem sehr späten Blühbeginn näherten sich im Abreifetermin den sehr frühen Genotypen an. (Tabelle 125).

Tabelle 126: Zusammenfassung: Reifeverzögerung der Genotypen

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Reifeverzögerung
hw	C3	++
vw	I3	++
vb	L1	++
hw	C1	++
hw	A1	+
hw	D6	+
hw	D7	+
vb	P1	+
hw	A4	-
vb	Würt	-
vb	Nischk	-
vw	I1	-
vw	Q2	--
vb	Griech	--
vb	EFB33	--
hb	44F1	--

*++ sehr gering; + gering; - ausgeprägt; -- sehr ausgeprägt

Die unterschiedlichen Wachstumsstadien der Ölfrüchte und der Wintererbsen waren das Hauptproblem im Gemengeanbau. Im Mittel befanden sich die Ölfrüchte 14 Tage früher in der Todreife als die Erbsen. Zur Ernte der Erbsen waren schon sehr viele Schoten aufgeplatzt oder platzten bei der geringsten Berührung während des Mähdruschs auf. Dies führte im Anbaujahr 2011 im Gemenge mit Raps zu einem Totalverlust der Rapskörner vor und während der Ernte. Eine Angleichung der Wuchsperiode könnte eventuell durch sehr spät abreifende Raps- bzw. Rübsensorten erreicht werden oder durch pflanzenbauliche Maßnahmen.

Rauber & Hof (2003) erwähnten in ihrer Zusammenfassung zu den Vorteilen von Gemengen, dass indeterminierte Feldfrüchte durch die Konkurrenz um Wachstumsfaktoren im Gemenge determiniert wurden. Dies konnte in der vorliegenden Untersuchung nicht bestätigt werden, eher führte der Gemengeanbau im Vergleich zur Reinsaat zu einer Indeterminierung bzw. Reifeverzögerung.

7.6 Nekrotisierungsgrad und Welkeerscheinungen

Welche Krankheiten treten an den Linien auf? Gibt es dabei differenzierbare Unterschiede im Vorkommen und der Befallsstärke der verschiedenen Genotypen sowie der Anbauform und sind diese auf morphologische Eigenschaften der Genotypen zurückzuführen?

Es konnte das Auftreten verschiedener Krankheiten beobachtet werden. Für die Zuordnung der aufgetretenen Symptome zu spezifischen Erbsenkrankheiten hätten sich an die Feldeva-
luierungen weitere Untersuchungen im Labor oder unter kontrollierten Bedingungen anschließen müssen, diese konnten aber im Rahmen des Projektes nicht geleistet werden. Es sollte aber ein erster Überblick gewonnen werden, welche Symptome auftraten und ob sich die Anbauformen oder die Genotypen im Grad des Auftretens bestimmter Symptome, wie Blattflecken oder Welke der Pflanzen unterscheiden ließen. Das Auftreten von Krankheiten oder von Symptomen der Krankheiten wurde durch prozentuale Schätzungen der Nekrotisierungsfläche oder als Boniturnote an der Pflanze bzw. über einen Pflanzenbestand innerhalb einer Parzelle festgehalten.

Je nach Witterungsbedingungen konnte das Auftreten typischer Merkmale von *Mycosphaerella pinodes*, *Phoma medicaginis* an den Blättern und Stängeln sowie von Welkeerscheinungen von Blättern und ganzen Pflanzen, was wahrscheinlich auf einen Fusarienbefall zurückzuführen war.

Blütenfarbe und Blatttypen

Bei der Schätzung des unspezifischen Blattbefalls zeigte sich nur auf einem Standort ein Unterschied in der Anfälligkeit von buntblühenden zu weißblühenden Genotypen. Auf dem Standort Trenthorst im Anbaujahr 2013 zeigten die buntblühenden Genotypen eine geringere Anfälligkeit der Stängel und Blätter als die weißblühenden Genotypen.

Bei der Bonitur des Befalls an den Hülsen zeigten sich auf allen Standorten buntblühende Genotypen weniger anfällig als weißblühende Genotypen.

Auch bei der Bonitur der Welkesymptome zeigten buntblühende weniger Symptome als weißblühende Genotypen.

Anbauformen

Für die Anbauformen zeigte sich, dass für die Erhebungen des Befalls an den Blättern und Stängeln im Anbaujahr 2011 der Befall in der Reinsaat am höchsten war. Dass in der Reinsaat die Anfälligkeit höher war als in den anderen Anbauformen, konnte aber zu den anderen Erhebungszeitpunkten nicht festgestellt werden. Ebenfalls im Anbaujahr 2011 war die Anfälligkeit auf dem Standort Frankenhausen im Gemenge mit Triticale höher als in allen anderen Anbauformen und die Anfälligkeit im Gemenge mit Raps am geringsten. Im Anbaujahr 2013 wurde auf dem Standort Trenthorst im Gemenge mit „Agostino“ ein höherer Befall an Blättern und Stängeln geschätzt als im Gemenge mit „Benetto“.

Für die Erhebung der Nekrosen an den Hülsen wurde im Anbaujahr 2011 auf dem Standort Frankenhausen eine Abstufung der Anfälligkeiten über die Anbauformen sichtbar. Das Gemenge mit Triticale zeigte die höchste und das Gemenge mit Raps die geringste Ausprägung. Dagegen konnten auf dem Standort Darzau im Anbaujahr 2013 keine Unterschiede in den Anbauformen festgestellt werden.

Auch bei der Erhebung der Welkesymptome im Anbaujahr 2013 auf dem Standort Darzau konnte kein Unterschied zwischen den Anbauformen festgestellt werden.

Genotypen

Für die Bonitur der Nekrosen an den Hülsen lag über alle Jahre, Standorte und Anbauformen, in denen das Merkmal erhoben wurde, eine hohe Korrelation ($r > 0.8$) der Genotypen vor. Eine geringere, aber immerhin vorhandene Korrelation ($r > 0.4$), zeigten die Schätzwerte für die Welkeerscheinungen, über die Standorte, Jahre und Anbauformen, in denen das Merkmal erhoben wurde. Aber die erhobenen Befallswerte an den Stängeln und Blättern zeigten keine oder gegensätzliche Korrelationen über die Standorte und Anbauformen; dies war selbst innerhalb eines Standorts der Fall. Daher kann das Ranking aus den Mittelwerten für den Befall an Stängeln und Blättern über die Standorte und Anbauformen nur als vorläufig betrachtet werden (Tabelle 127).

Über alle Erhebungen zeigte der Genotyp 44F1 den geringsten Befall. Danach kamen die Genotypen P1 und EFB33. Für die anderen Genotypen waren die Symptome differenzierter ausgeprägt. Im Fall der Welke waren die Symptome für die Genotypen A4, C1, D6, D7, Griechische und Württembergische relativ gering ausgeprägt. Und im Befall des Stängels und der Blätter zeigten die Genotypen D6, D7, I3 und L1 einen relativ geringe Ausprägung (Tabelle 127).

Tabelle 127: Zusammenfassung –Krankheitssymptome (unspezifisch): Ranking des Blattbefalls, der Hülsen und Welkeerscheinungen an den Pflanzen

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	Blatt- und Stängel	Hülse	Welke
hb	44F1	++	++	++
hw	A1	--	--	-
hw	A4	--	-	+
hw	C1	-	--	+
hw	C3	--	--	--
hw	D6	+	--	+
hw	D7	+	--	+
vb	EFB33	+	++	++
vb	Griech	--	++	++
vb	L1	++	++	-
vb	Nischk	--	++	++
vb	P1	++	++	+
vb	Würt	-	+	+
vw	I1	-	+	--
vw	I3	+	+	--
vw	Q2	-	-	--

* ++ sehr gering; + gering; - ausgeprägt; -- sehr ausgeprägt

Fernández-Aparicio et al. (2010) und Hauggaard-Nielsen et al. (2007) fanden auch einen signifikant höheren Befall in den Erbsen-Reinseaten als in den Gemengekulturen. Sie beobachteten, dass Gemenge mit Triticale und Weizen den Krankheitsbefall der Erbsen mit *M. pinodes* um 60 bis 74 % reduzierten. Demgegenüber differenzierte sich nach Schoeny et al. (2010) der Gemengeeffekt auf verschiedene Pflanzenteile der Erbsen, so zeigten die Nebenblätter (Stipel) keinen verringerten Befall mit *M. pinodes* im Vergleich zur Reinsaat, aber die Stängel und Hülsen wiesen einen signifikant geringeren Befall auf. Zurückgeführt wird dies auf Veränderungen im Mikroklima der Blatt-Stängel Struktur der Gemengepartner, die zusammen eine andere Raumstruktur und Oberfläche bilden als die Reinsaaten.

Nach Fernández-Aparicio et al. (2010) reduzierten die verringerten Saatstärken der im Gemenge angebaute Erbsen den Befall mit *M. pinodes*. Dies wird auf ein verändertes Mikroklima zurückgeführt. Aufgrund der verringerten Anzahl von Wirtspflanzen müssen die Pathogene zur Verbreitung größere Distanzen überwinden und die vertikale Ausbreitung wird durch physikalische Barrieren in Form der Gemengepartner gebremst.

Dass der Gemengeanbau die Ausbreitung den Befall der Blätter und Stängel reduzierte, konnte nur in einem Anbaujahr festgestellt werden. Der sichtbare und bonitierbare Befall von *Mycosphaerella*, *Phoma* und *Fusarium* ist sehr stark von der Witterung abhängig. Nicht in jedem Jahr konnten dieselben Krankheiten oder Symptome von Krankheitskomplexen bonitiert werden, weil entweder die Ausprägung zu gering war oder kein Befall vorlag. Daher sollten diese Evaluationen durch Labortests oder andere Untersuchungsmethoden ergänzt werden, wobei es darauf ankommt, dass diese Tests möglichst wenig Zeit brauchen und einen hohen Durchsatz an Genotypen erlauben. Außerdem sollten noch weitere Anbauversuche auf unterschiedlichen Standorten mit unterschiedlichen Anbauformen durchgeführt werden, um mehr Informationen über die Resistenzeigenschaften zu bekommen.

7.7 Ertrag

Wie hoch ist der absolute und relative Erbsen- und Gesamtkornertrag der Genotypen in den verschiedenen Anbauformen?

Erbsen Reinertrag von 2011 bis 2013

Der Reinertrag der Genotypen reichte in Abhängigkeit der Witterung, des Standortes und der Anbauform von 1 bis 52 dt/ha (Tabelle 128). Auf dem Standort Frankenhausen erreichten die Genotypen im Gemenge mit Raps und Rübsen die höchsten Erträge. Auf dem Standort Darzau erreichten die Genotypen die höchsten Erträge in der Reinsaat und im Gemenge mit Triticale. Die Erbsenreinerträge des Standortes Darzau waren in allen Jahren deutlich geringer als auf dem Standort Frankenhausen. Erreichten im Anbaujahr 2013 auf dem Standort Frankenhausen in der Reinsaat 50% der Genotypen 39 dt/ha waren es in Darzau lediglich 25 dt/ha. Die Genotypen der vb-Gruppe und der Genotyp der hb-Gruppe waren bis auf wenige Ausnahmen über alle Jahre, Standorte und Anbauformen unter den 50% der Besten. Insbesondere der Genotyp L1 zeigte auf allen Standorten und in allen Anbauformen gute Ertragsleistungen. Dagegen war das Bild der Genotypen der hw-Gruppe differenzierter. Insbesondere auf dem Standort Darzau war im Anbaujahr 2011 nur der Genotyp D7 im Gemenge mit Weizen unter den 50% der Besten. Und im Anbaujahr 2013 war der Genotyp D6 und A4 im Gemenge mit Roggen und Triticale unter den 50% der Besten. Dagegen waren die Genotypen A4, C3 und D6 auf dem Standort Frankenhausen nahezu in allen Anbauformen unter den 50% der Besten. Die Genotypen I1 und I3 der vw-Gruppe waren auf dem Standort Darzau im Vergleich der weißblühenden besser als die Genotypen der hw-Gruppe, nicht aber auf dem Standort Frankenhausen (Tabelle 128).

Tabelle 128: Zusammenfassung: Reinerträge (dt/ha) der Erbsen in Reinsaat und den Gemengen mit Roggen, Triticale, Weizen, Raps und Rübsen – alle Standorte 2011 bis 2013

Blatttyp und Blütenfarbe	Geno	DAR 11				DFH 11				DFH 12	DAR 13				DFH 13				DIT 13	TRE 13	
		RS	RW	TIW	WW	RS	Raps	TIW	Rueb		RS	RW	TIW	WW	RS	Raps	TIW	Rueb		TIW	Ago
hb	44F1	16	4	5	5	23		12		2	25	16	24	20	48	51	35	45	30	5	8
hw	A1	3	1	3	3	14	19	6	13	13	23	12	18	13			27		18	3	4
hw	A4	8	2	3	4	17	24	8	15	14	23	15	22	19	46	50	38	45	17	3	3
hw	C1	9	3	4	3	14	21	8	20	11	22	12	18	15			32		14	2	4
hw	C3	7	2	3	4	15	26	10	20	11	23	13	20	17	47	46	35	40	14	3	3
hw	D6	11	2	4	5	15	27	9	15	18	24	15	22	16	44	51	39	43	19	4	3
hw	D7	10	3	3	7	17	22	8		13	25	14	19	15			35		17	3	3
vb	EFB33	20	8	11	13	14	23	15	30	20	25	19	30	26	39	42	36	47	26		
vb	Griech	17	10	13	14	14		16		18	29	12	20	12			32				
vb	L1	20	9	13	14	22	26	12	28	14	33	21	28	24	39	52	35	41	21	8	7
vb	Nischk	13	14	21	17	12	24			19	24	20	27	22			37				
vb	P1	7	4	7	7	10	25	5	9	8	29	16	26	20	34	27	22	22	18	5	6
vb	Würt	21	12	17	18	12	22	14	26	15	29	12	22	13			39				
vw	I1	12	4	4	4	19	22	8	18	9	30	23	31	25	37	34	24	30	14	3	3
vw	I3	15	3	6	6	19	16	7	15	11	27	11	20	13	36	29	20	28	12	3	3
vw	Q2	8	1	3	3	19	30	10	25	6	27	13	24	17			24		14	4	4
	Median	12	3	5	6	15	23	9	19	13	25	15	22	17	39	46	35	41	17	3	3

*Gelbe Unterlegung: Kennzeichnung für Genotypen die unter den 50% der Besten einer Anbauform des jeweiligen Anbaujahres sind.

Gesamtertrag

Der Ertrag in der Reinsaat war zum großen Teil eher theoretischer Natur. Ein am Boden liegender Bestand kann nur unter Zeitverlust und hohen maschinellen Belastungen geerntet werden. Unter Versuchsbedingungen war der höhere Zeiteinsatz möglich, aber nicht unter Praxisbedingungen. Daher kam es darauf an, die Gemenge mit vergleichsweise sicheren und hohen Erträgen zu finden.

Die im Durchschnitt höchsten Gesamterträge erreichte das Gemenge mit Triticale (Tabelle 129). Insbesondere auf dem Standort Frankenhausen zeigte die Triticale eine sehr hohe Ertragsleistung. Nur im Anbaujahr 2011 auf dem Standort Darzau erreichte das Gemenge mit Roggen einen höheren Gemengegesamtertrag als das Gemenge mit Triticale. Nach dem Gemenge mit Triticale folgten die Gemenge mit Raps und Rübsen (Tabelle 129). Im Gemenge mit Raps und Rübsen erreichten die Erbsen hohe Erträge. Jedoch war der Ertrag für die Ölfrüchte unbefriedigend. Raps und Rübsen hatten eher eine reine Stützfunktion als dass sie zur Ertragsbildung des Gemenges beitragen (Tabelle 130).

Auf dem Standort Frankenhausen war der Erbsenertrag im Gemenge mit Triticale deutlich geringer als im Gemenge mit Raps oder Rübsen, aber aufgrund der geringen Ertragsbildung von Raps und Rübsen waren die Gesamtertragsschwankungen in diesen Gemengen vergleichsweise höher als im Gemenge mit Getreide, abgesehen vom Gemenge mit Weizen im Anbaujahr 2011 in Darzau (Tabelle 129). Der Ausgleich des Getreidegemengepartners bei einem möglichen Verlust der Erbsen durch Auswinterung und Krankheiten war im Gemenge mit Getreide deutlicher gegeben als bei den Gemengen mit Raps und Rübsen.

Der Anbau im Gemenge mit Roggen, Triticale und Weizen hatte einen ausgleichenden Effekt. War der Ertrag der Erbsen höher, war der Ertrag des Getreides niedriger und umgekehrt. Dadurch konnten eventuelle Verluste der Erbsen, zum Beispiel durch Frost ausgeglichen werden. Auch bei fast vollständigem Erbsenverlust konnte in den Getreidegemengen immer noch der Getreidegemengepartner gedroschen werden.

Tabelle 129: Zusammenfassung: Gemengegesamtertrag (dt/ha) aus den Gemengen mit Roggen, Triticale, Weizen, Raps und Rübsen – alle Standorte von 2011 bis 2013

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	DAR 11			DFH 11		DFH 12	DAR 13			DFH 13			DIT 13	TRE 13	
		RW	TIW	WW	TIW	Rueb	TIW	RW	TIW	WW	Raps	TIW	Rueb	TIW	Ago	Ben
hb	44F1	25	22	9	75		44	29	43	33	54	64	49	39	28	28
hw	A1	23	18	5	68	22	51	31	41	30		58		30	30	29
hw	A4	24	20	9	75	25	49	34	45	37	53	63	49	26	30	28
hw	C1	24	19	7	74	29	53	33	43	33		68		27	28	28
hw	C3	22	17	9	69	29	52	32	41	30	50	62	44	28	30	27
hw	D6	24	20	7	72	25	52	34	42	32	54	63	47	30	31	26
hw	D7	25	17	9	69		47	35	40	31		67		30	29	27
vb	EFB33	28	23	16	70	39	48	35	42	36	44	62	50	36		
vb	Griech	30	31	17	72		48	43	47	39		62				
vb	L1	29	26	17	75	36	48	34	43	35	55	61	45	33	32	28
vb	Nischk	34	32	19			48	36	45	38		65				
vb	P1	24	21	11	82	18	49	31	41	31	33	60	26	34	30	30
vb	Würt	30	29	22	75	35	53	36	44	37		61				
vw	I1	23	19	8	73	27	49	32	44	29	37	55	34	30	29	27
vw	I3	24	19	10	73	25	51	33	40	27	33	56	32	27	30	27
vw	Q2	20	17	7	74	34	46	33	45	33		56		25	30	27
Median		24	20	9	73	28	49	34	43	33	50	62	45	30	30	28

Die Reinerträge der Gemengepartner Raps und Rübsen waren von allen Gemengepartnern am geringsten (Tabelle 130).

Tabelle 130: Zusammenfassung: Gemengepartner Reinertrag (dt/ha) - Roggen, Triticale, Weizen, Raps und Rübsen – alle Standorte von 2011 bis 2013

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	DAR 11			DFH 11		DFH 12	DAR 13			DFH 13			DIT 13	TRE 13	
		RW	TIW	WW	TIW	Rueb	TIW	RW	TIW	WW	Raps	TIW	Rueb	TIW	Ago	Ben
hb	44F1	21	16	4	63		42	13	19	14	3	29	4	9	23	20
hw	A1	22	15	2	63	9	35	19	22	16		31		12	27	25
hw	A4	22	16	4	67	10	38	19	22	18	3	26	4	9	27	24
hw	C1	21	15	3	66	9	37	21	25	18		36		13	26	24
hw	C3	20	15	5	59	9	38	19	21	13	4	26	4	14	27	24
hw	D6	22	16	2	63	9	35	19	21	16	3	23	3	11	27	23
hw	D7	22	14	2	62		36	22	21	16		32		13	26	24
vb	EFB33	20	12	3	55	9	32	16	12	10	2	26	3	9		
vb	Griech	20	18	3	56		34	31	27	27		30				
vb	L1	20	14	3	62	8	38	13	15	11	3	27	4	12	24	22
vb	Nischk	20	11	2	0		30	16	18	17		28				
vb	P1	20	15	4	77	9	38	15	16	11	7	38	5	16	25	24
vb	Würt	18	12	4	61	8	35	24	22	24		23				
vw	I1	20	15	4	65	9	39	10	13	4	4	31	4	16	26	24
vw	I3	21	14	3	65	10	37	22	20	14	4	36	3	15	27	24
vw	Q2	19	14	5	64	9	40	20	21	16		32		11	26	24
Median		20	15	3	63	9	37	19	21	16	3	30	4	12	26	24

Bei Urbatzka (2010) hatte der Standort ebenfalls einen Einfluss auf den Ertrag eines Genotyps. Auf der Domäne Frankenhausen (Nordhessen - durchschnittlich 80 Bodenpunkte) erreichten Wintererbsen, die der vb-Gruppe entsprachen, im Gemenge mit Roggen Reinerträge von 25 bis 40 dt/ha. Dieselben Wintererbsen erreichten auf dem Waldhof (Osnabrück 25 bis 60 Bodenpunkte), der eine ähnliche Bodengrundlage aufwies wie der Standort Darzau, lediglich 10 bis 20 dt/ha. In Reinsaat gesäte Erbsen erreichten über beide Standorte Erträge von 5 bis 30 dt/ha. Über die Versuchsjahre waren die Erbseneinzeltrträge auf den Standorten vergleichbar zu den ermittelten Erträgen bei Urbatzka (2010).

Langanhaltende Trockenphasen führten auch bei Urbatzka (2010) in einem Roggen-Gemenge zu niedrigen Erbsenreinerträgen. Dies wird mit der Konkurrenz um Wasser begründet. Aufgrund des tiefreichenden und starken Wurzelsystems des Roggens, wird dem Boden weiträumig Wasser entzogen, welches der Erbse nicht mehr zur Verfügung steht. Rauber et al. (2000) untersuchten Erbsen-Hafer-Gemenge in verschiedenen Gemengestufen, dabei zeigten sich die Erbsen gegenüber dem Hafer als eindeutig unterlegener Gemengepartner. Sowohl der Anteil des Sprossertrags als auch des Erbseneinzeltrags am Gesamtertrag waren deutlich geringer, als der Anteil der Erbsen an der Aussaatmischung entsprechen hätte. Gründe für den Konkurrenzvorteil der Getreide gegenüber den Erbsen sehen Rauber et al. (2000) in rascheren Jugendentwicklung der Getreide und der damit einhergehenden Beschattung der Erbsen und in der effektiveren Aneignung von Wasser und Nährstoffen. Der Konkurrenzvorteil wird auch hier mit einem ausgeprägteren Wurzelsystem des Hafers gegenüber den Erbsen erklärt. Jedoch werden unterschiedliche Bodenzonen (Ressourcenkomplementarität) genutzt, die wiederum einen Vorteil im Gemenge ergeben könnten. Führt die Konkurrenz um Wasser, Licht und Nährstoffe zu einem verminderten Bodenbedeckungsgrad von Beikräutern ist dies erwünscht und ein Zweck des Gemengeanbaus erreicht; demgegenüber aber ist die Konkurrenz zu den Erbsen nicht erwünscht, die sich für den Hafer besonders darstellt. Für Wintererbsen ist dies aber irrelevant. Die interspezifische Konkurrenz von Getreide auf Erbsen könnte eventuell durch die Wahl einer anderen Getreideart oder einer anderen Sorte, die phänotypisch an die Erfordernisse eines Gemengeanbaus mit Erbsen angepasst ist, begrenzt werden. Berntsen et al. (2004) modellierten einen Zusammenhang zwischen Konkurrenzwirkung und der Blattstellung (vertikal oder erektophil) und der dadurch veränderten Lichtinterzeption.

Saatstärkenversuch

Im Anbaujahr 2011 wurde für die Triticale eine Saatstärke von 150 kf. Kö/m² gewählt, welche durch die hohe Konkurrenz der Triticale zu relativ geringen Erbsenerträgen führte. Daher wurde im Anbaujahr 2012 die Saatstärke der Triticale auf 100 kf. Kö/m² reduziert und in eigens angelegten Saatstärkenversuchen mit Triticale und zwei Erbsengenotypen variiert (150 bzw. 75 kf. Kö/m² Triticale und 40 bzw. 60 kf. Kö/m² Erbsen). Im Anbaujahr 2012 war der Reinertrag der Erbsen im Gemenge mit der höheren Saatstärke der Triticale höher, aufgrund der höheren Schutzfunktion der Triticale bei den Starkfrostereignissen. Jedoch hatte die höhere Aussaatstärke der Erbsen keinen Einfluss auf einen höheren Erbsenreinertrag. Im Anbaujahr 2013 hatte die Erhöhung der Saatstärke für Erbsen einen Effekt auf den Reinertrag bei verringerter Saatstärke der Triticale. Im Anbaujahr 2012 zeigte sich ein signifikanter Unterschied für den Gesamtertrag der Gemengevarianten. Im Anbaujahr 2013 war der Gesamtertrag bei geringer Triticalesaatstärke tendenziell weniger.

Hauggaard-Nielsen et al. (2006) fanden in der Untersuchung von unterschiedlichen Bestandsdichten in einem Erbsen-Gerste-Gemenge und deren Reinsaat, dass der Einfluss der Bestandsdichten des Getreides und der Erbsen im Gemenge, aber auch in der Reinsaat einen erheblichen Einfluss auf das Wachstum der Erbsen hatte. Dies konnte für die Wintererbsen Gemenge aber nur teilweise nachvollzogen werden.

Relative Reinerträge der Genotypen

In der Darstellung der absoluten Rein- und Gemengegesamterträge wurden zwar die Ertragsunterschiede zwischen den Genotypen und den Anbauformen deutlich. Die absoluten Werte aber unterlagen weiteren Einflüssen, wie der Witterung, die eine Vergleichbarkeit der absoluten Werte über die Anbauformen und deren eventuelle Vorzüglichkeit für einen Genotyp oder eine Genotypengruppe erschwerte. Tendenzen, die sich in den absoluten Erträgen abzeichneten, wurden durch die Darstellung der relativen Erträge verdeutlicht. Dadurch konnte die Frage nach einer bestimmten Vorzüglichkeit eines Gemengepartners eindeutiger beantwortet werden. Die relativen Erträge wurden aus den Erträgen der Genotypen im Gemengeanbau im Verhältnis zu den Erträgen der Genotypen in der Reinsaat errechnet. Genotypen die einen relativen Ertrag von 0.5 oder weniger erreichten, wiesen im Gemengeanbau theoretisch denselben oder weniger Ertrag auf wie in der Reinsaat. Am Ertrag gemessen, ergab sich daher keine Vorzüglichkeit des Gemengeanbaus gegenüber der Reinsaat. Ein relativer Ertrag von 0.5 bis 1 ergab zwar absolut keinen Mehrertrag aber im Verhältnis zur Aussaatstärke einen theoretischen Mehrertrag im Gemengeanbau. Ein relativer Ertrag über 1 indizierte einen absoluten Mehrertrag und im Verhältnis zur Aussaatstärke einen doppelten Ertrag, welcher auf eine geringe Konkurrenz des Gemengepartners schließen ließ.

Auf dem Standort Darzau waren die relativen Erträge im Gemenge mit Triticale und Weizen im Mittel in allen Jahren höher als im Gemenge mit Roggen. Im Anbaujahr 2013 erreichten auf dem Standort Darzau vereinzelt Genotypen im Gemenge mit Triticale rel. Erträge von 1 und höher (Tabelle 131).

Auf dem Standort Frankenhausen waren die relativen Erträge in beiden Anbaujahren im Gemenge mit Raps und Rübsen für viele Genotypen über 1 und im Anbaujahr 2011 im Gemenge mit Raps, aufgrund der geringeren Saatlücke des Rapses in diesem Anbaujahr sogar bis 2 (Tabelle 131). Gemessen an den relativen Erträgen war der Anbau mit Raps und Rübsen in beiden Jahren für die Erbsen von Vorteil. Aufgrund der späten Aussaat entsprach die phänotypische Entwicklung der Ölfrüchte jedoch nicht der sonst üblichen Entwicklung, so dass es nicht möglich war, die Erbsen bei normaler Entwicklung von Raps und Rübsen auf Konkurrenzeffekte zu testen.

Tabelle 131: Zusammenfassung: relative Einzelerträge der Wintererbsen im Gemenge mit Roggen, Triticale, Raps und Rüben – DAR und DFH - Anbaujahre 2011 und 2013

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	DAR 11			DFH 11			DAR 13			DFH 13		
		RW	TIW	WW	Raps	TIW	Rueb	RW	TIW	WW	Raps	TIW	Rueb
hb	44F1	0.3	0.3	0.3		0.5		0.6	1.0	0.8	1.0	0.7	0.9
hw	A1	0.4	1.0	1.1	1.3	0.4	0.9	0.5	0.8	0.6			
hw	A4	0.2	0.4	0.6	1.4	0.4	0.9	0.7	1.0	0.8	1.1	0.8	1.0
hw	C1	0.3	0.5	0.4	1.5	0.5	1.4	0.6	0.8	0.7			
hw	C3	0.3	0.4	0.6	1.7	0.6	1.3	0.6	0.8	0.7	1.0	0.8	0.9
hw	D6	0.2	0.4	0.5	1.8	0.6	1.0	0.7	0.9	0.7	1.2	0.9	1.0
hw	D7	0.3	0.3	0.7	1.3	0.4		0.6	0.8	0.6			
vb	EFB33	0.4	0.6	0.6	1.7	1.1	2.2	0.7	1.2	1.0	1.1	0.9	1.2
vb	Griech	0.6	0.8	0.8		1.2		0.4	0.7	0.4			
vb	L1	0.4	0.6	0.7	1.2	0.6	1.3	0.6	0.8	0.7	1.3	0.9	1.1
vb	Nischk	1.1	1.6	1.3	1.9			0.8	1.1	0.9			
vb	P1	0.5	0.9	1.0	2.4	0.5	0.8	0.6	0.9	0.7	0.8	0.6	0.6
vb	Würt	0.6	0.8	0.9	1.8	1.1	2.2	0.4	0.8	0.5			
vw	I1	0.3	0.3	0.4	1.1	0.4	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	0.6	0.8
vw	I3	0.2	0.4	0.4	0.9	0.4	0.8	0.4	0.7	0.5	0.8	0.5	0.8
vw	Q2	0.2	0.4	0.4	1.6	0.5	1.3	0.5	0.9	0.6			
Mittelwert Anbauformen		0.4	0.6	0.7	1.5	0.6	1.3	0.6	0.9	0.7	1.0	0.8	0.9

*Gelb (=>0.5) = Genotypen erreichten mehr als die Hälfte des Ertrags in der Reinsaat; Rot (=>1) = Genotypen erreichten im Gemenge den selben Ertrag wie in der Reinsaat oder darüber; (=>2) = Genotypen erreichten im Gemenge den doppelten Ertrag der Reinsaat.

Die Ölfrüchte wurden nicht in den Test in Darzau mit einbezogen, weil die Wuchsbedingungen in Darzau nicht dem Bedarf der Ölfrüchte entsprachen. Falls es in Zukunft Sorten gibt oder andere, alternative Ölfrüchte, die an geringe Nährstoffvorräte angepasst sind, sollte der Gemengeanbau von Ölfrüchten und Wintererbsen wiederholt werden, um zu testen, ob die Vorzüglichkeit der Ölfrüchte lediglich auf die geringe Bestandsdichte und Beschattung zurückzuführen ist oder auf andere bisher nicht berücksichtigte Effekte.

7.8 Qualität

Unterscheiden sich die Genotypen im Gehalt an Rohprotein? Gibt es dabei Unterschiede vom Gemengeanbau zur Reinkultur?

Der Rohproteingehalt der Genotypen reichte in Abhängigkeit des Standortes von 15 bis 26 %. Neben den Jahres-, Standort- und Anbaueffekten zeigten sich sichere Differenzierungen nach den morphologischen Eigenschaften Blatttyp- und Blütenfarbe. Im Mittel war der Rohproteingehalt bei den Genotypen der vw-Gruppe I1, I3 und Q2 sowie dem Genotyp 44F1 der hb-Gruppe besonders hoch. Danach folgten die Genotypen der vb-Gruppe. Den geringsten Rohproteingehalt wiesen die Genotypen der hw-Gruppe auf (Tabelle 132). Die Anbauformen unterschieden sich nur geringfügig, lediglich im Anbaujahr 2011 war der durchschnittliche Rohproteingehalt der Genotypen in Reinsaat höher als im Gemenge mit Triticale (Tabelle 132). Im Saatstärkenversuch 2012 und 2013 auf dem Standort Frankenhausen wurde ein geringfügig höherer Rohproteingehalt in der Reinsaat gemessen als in den Saatstärkevarianten. Die Saatstärkevarianten zeigten dagegen keinen Effekt auf den Rohproteingehalt.

Tabelle 132: Zusammenfassung: Rohproteingehalt (%TS) der Genotypen in Reinsaat und im Gemenge mit Triticale auf den Standorten DFH (2011-2013) und DAR, TRE, DIT (2013)

Blatttyp und Blütenfarbe	Genotyp	DFH 11		DFH 12	DAR 13		DFH 13		DIT 13	TRE 13	Mittelwert Blatttyp und Blütenfarbe
		RS	TIW	TIW	RS	TIW	RS	TIW	TIW	TIW	
hb	44F1	23	25	25	22	23	24	24	24	21	24
hw	A1	20	20	24	21	20		23	20	18	20
hw	A4	20	19	23	21	20	22	22	21	16	
hw	C1	20	19	23	20	20		22	20	18	
hw	C3	20	19	23	19	20	22	21	20	17	
hw	D6	19	18	23	21	19	21	22	20	16	
hw	D7	19	18	22	20	19		22	20	15	
vb	EFB33	24	22	25	24	21	24	24	23	18	
vb	Griech	26	22	26	25	23		25			
vb	L1	25	23	25	22	23	24	24	23	18	
vb	Nischk	25		25	23	23		24			
vb	P1	27	25	26	23	23	26	25	24	19	
vb	Würt	24	22	23	23	22		24			
vw	I1	24	23	26	24	23	25	25	25	20	24
vw	I3	24	23	26	23	23	25	25	23	18	
vw	Q2	25	24	25	25	24		25	25	16	
Mittelwert Anbauform		23	21	25	22	22	24	24	22	18	

Wie hoch sind der Gehalt an Polyphenolen, Tanninen und der Trypsininhibitoraktivität (TIA)?

Der Gehalt an Tanninen ist insbesondere für die buntblühenden Genotypen relevant. Die TIA war bei den vollblättrigen geringfügig höher als bei den halblattlosen (Tabelle 133). Explizit zeigten die buntblühenden Genotypen in den Untersuchungen einen höheren Feldaufgang als die weißblühenden Genotypen. Auch waren die buntblühenden Genotypen gegenüber Fußkrankheiten geringer anfällig. Auch Sincik et al. (2004) und Link (2009) fanden in ihren Untersuchungen Einflüsse der tanninhaltigen Erbsen bzw. Ackerbohnschalen auf den Feldaufgang und damit die Krankheitsresistenz.

Tabelle 133: Zusammenfassung: Antinutritive Inhaltsstoffe 2013

Blatttyp und Blütenfarbe	Polyphenole (mg/g)	kond. Tannine (mg/g)	TIA (mg/g)
hb	0.5	6.4	2.1
hw	0.4	0.2	2.2
vb	0.7	6.5	2.6
vw	0.3	0.2	3.1

Übereinstimmungen im Gehalt der antinutritiven Inhaltsstoffe der untersuchten Genotypen fanden sich bei Urbatzka (2010), auch hier zeigten die buntblühenden Genotypen höhere Werte an kondensierten Tanninen. Jedoch war der Gehalt bei Urbatzka (2010) doppelt so hoch wie in der vorliegenden Untersuchung (Tabelle 91). Die Menge an Trypsininhibitoren bei den buntblühenden, vollblättrigen Genotypen ist bei Urbatzka (2010) ähnlich den Gehalten in der vorliegenden Untersuchung. Im Wintererbsensortiment gab es zwischen den weiß- und buntblühenden keinen Unterschied im Gehalt an der TIA, jedoch für die Blatttypen. Da Urbatzka (2010) kein Sortiment mit den verschiedenen morphologischen Genotypen zur Verfügung stand, konnten keine weiteren Vergleiche im Hinblick auf die morphologischen Eigenschaften gezogen werden. Inwieweit die Unterschiede der Erhebungen für die Polyphenole, die kondensierten Tannine und die TIA auf einen Standort-, Jahres- oder Analysemethodeneffekt zurückzuführen sind, konnte nicht abschließend geklärt werden.

Durch die Erhebung der antinutritiven Inhaltsstoffe konnte eine erste Einschätzung über die Menge der Inhaltsstoffe gewonnen werden. Die Werte in der vorliegenden Untersuchung unterschreiten die Gehalte die Berk & Ebert (2013) in Wintererbsen gefunden haben, daher kann davon ausgegangen werden, dass der Einsatz der selektierten Wintererbsen in der Menge wie von Berk & Ebert (2013) ermittelt wurde, in der Praxis für Schweine unproblematisch sind. Weißblühende Wintererbsen weisen kaum kondensierte Tannine auf, daher können sie auch bei anderen Monogastriern eingesetzt werden. Jedoch ist noch nicht geklärt, ob die leicht erhöhte Trypsininhibitoraktivität der weißblühenden Wintererbsen (2.1 mg/g TIA, Tabelle 133) gegenüber der Sorte Santana (1.5 mg/g TIA bei Urbatzka (2010) für die Verfütterung entscheidend ist.

7.9 Kombinationseignung

Können bestimmten morphologischen Eigenschaften – Blütenfarbe, Blatttyp, Pflanzenlänge – bestimmte Kombinationseignungen mit den Gemengepartnern Triticale, Weizen, Roggen, Raps und Rübsen oder in Reinsaat zugeschrieben werden?

Die morphologischen Eigenschaften – Blatttyp, Blütenfarbe und Pflanzenlänge – hatten keinen Einfluss auf die Überwinterungsrate. In Abhängigkeit des Standorts brachte unter Extrembedingungen der Triticalegemengepartner eine Verbesserung in der Überwinterungsrate. Ansonsten hatte die Anbauform keinen Einfluss auf die Überwinterungsrate.

Die bunte Blütenfarbe und damit der Tanningehalt wirkten sich positiv auf den Feldaufgang und den Befall mit Fußkrankheiten aus, wobei der Gemengepartner keinen Einfluss auf den Feldaufgang oder den Befall mit Krankheiten hatte.

Eine mittlere bis hohe Pflanzenlänge zeigte sich als vorteilhaft gegenüber einer zu starken Konkurrenzwirkung des Getreides und des Beikrautes. Andererseits führte eine zu lange Pflanzenlänge auch zu Problemen bei der Standfestigkeit, insbesondere in der Reinsaat. Die geringere Standfestigkeit der überlangen Genotypen konnte nur in den Gemengen mit Roggen, Triticale, Rübsen und zum Teil mit Raps ausgeglichen werden. Auf der anderen Seite zeigten die sehr kurzen Genotypen zwar eine sehr gute Standfestigkeit in der Reinsaat aber keine ausreichende Konkurrenzkraft gegenüber den Gemengepartnern. Daher sind eine mittlere Pflanzenlänge und der Gemengeanbau mit Getreide zu bevorzugen.

Bei einer Pflanzenlänge von mehr als 90 cm zeigte der Blatttyp einen Einfluss auf die Standfestigkeit der Genotypen, wobei die halbblattlosen eine höhere Standfestigkeit aufwiesen als die vollblättrigen Genotypen.

Der Deckungsgrad war von der Überwinterungsrate, der Bestandsdichte und der Pflanzenlänge beeinflusst. Dort wo die Einflüsse der genannten Merkmale gering waren, zeigten halbblattlose Genotypen einen geringeren Bodendeckungsgrad als die vollblättrigen Genotypen. Jedoch konnte dieser Effekt nur auf einem Standort in einem Jahr nachgewiesen werden. Daher ist es noch offen, ob ein vollblättriger oder halbblattloser Genotyp in der weiteren Selektion zu berücksichtigen ist.

Die überlangen Genotypen zeigten nicht nur Probleme in der Standfestigkeit, sondern auch in der Reifezeit. Die sehr hoch wüchsigen Genotypen wiesen bevorzugt einen indeterminierten Wuchstyp auf, welchen die mittelhohen Genotypen nicht hatten.

Die Genotypen zeigten zwar in den Gemengen mit Rübsen und Raps die höchsten relativen Erträge, aber aufgrund der unharmonischen Entwicklungsstadien der Ölfrüchte zu den Wintererbsen kommen Rübsen und Raps als Gemengepartner ohne eine Angleichung der Reifezeiten nicht in Frage.

Vollblättrige Genotypen zeigten höhere Gehalte an Rohprotein, unabhängig von der Anbauform.

7.10 Empfehlungen für die Selektion

Welche Empfehlungen können aus den erhobenen Merkmalen und den Kombinationseigenschaften für zukünftige Selektionsentscheidungen abgeleitet werden?

Für das Merkmal **Feldaufgang** zeigten sich Zusammenhänge mit der Blütenfarbe bzw. dem Tanningehalt. Weißblühende Genotypen wiesen bei kühl, feuchten Witterungsbedingungen einen deutlichen geringeren Feldaufgang auf als buntblühende Genotypen. Für das Merkmal **Überwinterung** konnten keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Blütenfarbe festgestellt werden. Jedoch ist die Überwinterungsleistung bei Kahlfrösten und Wechselfrösten insbesondere auf weniger wüchsigen Standorten für einen sicheren Wintererbsenanbau noch zu steigern. Es bleibt abzuwarten, ob mit neuen Kreuzungen aus einem diversen Wintererbsenmaterial eine Akkumulation der Frostresistenzallele erfolgen kann. Im Projekt wurde versucht mittels Klimakammerversuchen die Selektion auf Frostresistenz zu verbessern. Die Korrelation zwischen der Überwinterung in der Klimakammer und den Feldversuchen war nur teilweise gegeben. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um schneller in der Evaluation auf Frostresistenz voranzukommen. Halbblattlose Genotypen zeigten eine geringere **Lagerneigung**. Trotzdem sollten die vollblättrigen Genotypen bei der Selektion nicht vernachlässigt werden, die höhere **Bodendeckung** führte zu signifikant geringerem Beikrautaufwuchs. Außerdem enthielten die vollblättrigen Genotypen mehr **Rohprotein**. Halbblattlose, weißblühende, determinierte Genotypen mit höheren Rohproteingehalten müssen noch gefunden werden. Im Projekt zeigten nur Genotypen mit **Pflanzenlängen** von unter 70 oder mit über 125 cm Länge eine ausreichende Winterhärte. Jedoch könnten eventuell Genotypen mit einer Pflanzenlänge von 1 m eine optimale Kombination aus Standfestigkeit und Beschattung erreichen. Die Selektion von Wintererbsen im **Gemenge mit Triticale** erfolgte hauptsächlich mit der Sorte „Benetto“. Inwiefern andere Sorten andere Selektionsergebnisse nach sich ziehen und welche morphologischen Eigenschaften der Triticale dafür entscheidend sind, müsste noch weiter untersucht werden. Der Anbau im **Gemenge mit Raps und Rübsen** hat sich im Hinblick auf den Erbsenertrag und die Standfestigkeit als vorteilhaft erwiesen. Jedoch wurden die Ölfrüchte nicht unter deren optimalen Bedingungen angebaut. Auch hier sollte eine weitere Evaluation des Gemengeanbaus mit spätsaatverträglicheren und spät abreifenden Ölfrüchten durchgeführt werden. Einer Kombination mit früher blühenden Wintererbsen Genotypen steht die Steigerung der Frosttoleranz konträr gegenüber. Buntblühende Genotypen waren geringer anfällig gegenüber **boden- und samenbürtigen Krankheiten**, daher sollte die Selektion von weißblühenden Genotypen mit einer höheren Toleranz fortgeführt werden. Unterschiede im **Ertrag** für die morphologischen Typen waren abhängig von Standort und der Anbauform. Dabei zeigten sich vollblättrig, buntblühende und weißblühende Genotypen auf dem Standort Darzau im Vorteil. Für weniger wüchsige Standorte müssen noch halbblattlose, weißblühende Ertragstypen gefunden werden. Der Gehalt an **Tannin** kann nur durch die Selektion von tanninfreien d.h. weißblühenden Genotypen gesenkt werden. Die Variation des Tanningehaltes bei den buntblühenden war für die Selektion auf geringere Gehalte zu gering.

Konnten aus dem Sortiment der Nachkommenschaftslinien im Vergleich zu den genetischen Ressourcen in ihren Eigenschaften und ihrer Kombinationseignung verbesserte Wintererbsenlinien gefunden werden?

Die Untersuchung der Genotypen in den Ertragsprüfungen und die darauffolgende Selektion haben Genotypen mit einer verbesserten Überwinterung, einer kürzeren Pflanzenlänge, einem determinierten Wuchstyp, einem früheren Reifezeitpunkt, einer gleichwertigen Konkurrenzfähigkeit, einer zum Teil verringerten Anfälligkeit gegenüber verschiedenen Erbsenpathogenen, einen zum Teil höheren Ertrag und einem wesentlich höherem TKM hervorgebracht.

Ein besonderes Novum ist, dass weißblühende, halbblattlose, winterharte Genotypen selektiert werden konnten. In weißblühenden Wintererbsen ist der Tanningehalt sehr gering. Dadurch konnte der Futterwert von Wintererbsen für den Einsatz als Körnerfuttererbse gesteigert werden.

Die Standfestigkeit konnte nur geringfügig verbessert werden. Das Ziel einer guten Konkurrenzfähigkeit steht einer hohen Standfestigkeit konträr gegenüber. Die Konkurrenzfähigkeit gegenüber Beikräutern und Gemengepartnern wird durch eine mittelhohe Pflanzenlänge und hohe Bestandsdichte der Erbsen erreicht. Um die Standfestigkeit der Erbsen zu gewährleisten, ist es weiterhin nötig, die Erbsen im Gemenge anzubauen.

8 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

In Hinsicht auf die Verwertung der Ergebnisse ist hervorzuheben, dass 2 der sich als besonders geeigneten Linien als Sorten durch die Getreideforschung Darzau beim Bundessortenamt angemeldet werden sollen. Weitere Anmeldungen sind bisher nicht vorgesehen. Die anderen Linien verbleiben vorerst für die weitere Züchtungsarbeit bei der Getreidezüchtungs-forschung Darzau.

Das Projekt war mit dem Ziel angetreten, die Voraussetzungen für eine Verbreiterung des Sortenspektrums im Hinblick auf Wintererbsen zur Körnernutzung zu schaffen und die Grundlagen für eine erfolgreiche Anmeldung von neuen Sorten beim Bundessortenamt zu legen. Jetzt sind Linien vorhanden mit verbesserten Eigenschaften in der Überwinterungs-leistung, des Blatttyps, der Pflanzenlänge, der Wuchsdetermination, der Futterqualität sowie einer expliziten Eignung für den Gemengeanbau. Die Ergebnisse bieten darüber hinaus Aussicht zu weiteren Arbeiten und Verbesserungen der schon weitgehend charakterisierten Linien. So ist besonders der Bereich der Pflanzengesundheit zu nennen, da hier im Rahmen des Projektes nicht in alle Fragen hinreichend geklärt werden konnten.

Weitere neue Linien aus dem „Zuchtgarten jüngerer Material“ stehen als nachfolgende Li-nien für die Selektion zur Verfügung.

Für die Selektion kommen die im Projekt gewonnen Erkenntnisse über die morphologischen Eigenschaften und deren Kombinationseignung zur Anwendung. Die gewonnenen Erkennt-nisse können auch durch andere Institutionen genutzt werden.

Die Erkenntnisse über den Gemengeanbau mit verschiedenen Getreidegemengepartnern und Ölfrüchten unter ökologischen Bedingungen stehen der landwirtschaftlichen Beratung zur Verfügung und werden zusammengefasst in einem Merkblatt veröffentlicht.

9 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreich-ten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Die geplanten Ziele wurden erreicht (vgl. Kapitel Ziele und Aufgabenstellung des Projektes Seite 17). Weiterführende Fragestellungen und Ziele sind:

- Gezieltere Resistenzzüchtung gegenüber boden- und samenbürtigen Krankheiten der Erbse.
- Weitere Erhöhung der Kahl- bzw. Weichelfrostresistenz, dafür Anpassung und Ver-besserung des Versuchsablaufs in der Klimakammer.
- Evaluation von neuen bzw. anderen Getreidesorten, insbesondere der Triticale auf deren Gemengeanbaueignung mit Wintererbsen.
- Fortführung der Saatstärkenversuche, für das optimale Gemenge von Wintererbsen und Getreide.
- Weiterentwicklung des Anbaus von Raps und Rübsen mit Wintererbsen, um die Po-tentiale des Futterwertes der Ölfrüchte und der Wintererbsen gleichzeitig als Geme-nge nutzen zu können.
- Erhöhung des Rohproteingehalts durch Förderung von vollblättrigen oder durch Ein-kreuzung von neuen halbblattlosen Genotypen.
- Suche nach mittelhohen (1m), winterharten Genotypen mit einer guten Beikrautun-terdrückung.

10 Schlussfolgerung

Im Projektvorhaben wurden 35 Nachkommenschaftslinien von Wintererbsen geprüft und selektiert. Die Genotypen repräsentierten ein weites Spektrum an morphologischen Kombi-nationen im Blatttyp (vollblättrig und halbblattlos), der Blütenfarbe (buntblühend und weiß-blühend) und der Pflanzenlänge. Der Pool an Genotypen wurde auf die Merkmale Feldauf-gang, Überwinterungsrate, Standfestigkeit, Krankheitsanfälligkeit, Fähigkeit zur Bodende-ckung bzw. Beschattung, Rohprotein, Ertrag und antinutritive Inhaltsstoffe untersucht. Hin-sichtlich der morphologischen Eigenschaften sollte überprüft werden, ob es bestimmte Ei-

genschaften gibt, die in der weiteren Züchtung von Wintererbsen Berücksichtigung finden sollten und welche Zusammenhänge sich mit den erhobenen Merkmalen finden lassen. Auch sollte in der Untersuchung geklärt werden inwieweit die Anbauform – Reinsaat oder Gemengeanbau mit verschiedenen Getreiden und Ölfrüchten oder der Standort einen Einfluss auf die Ausprägung der Merkmale haben.

Die Untersuchung der Genotypen in den Ertragsprüfungen und die darauffolgende Selektion haben Genotypen mit einer verbesserten Überwinterung, einer kürzeren Pflanzenlänge, einem determinierten Wuchstyp, einem früheren Reifezeitpunkt, einer gleichwertigen Konkurrenzfähigkeit, einer zum Teil verringerten Anfälligkeit gegenüber verschiedenen Erbsenpathogenen, einen zum Teil höheren Ertrag und einem wesentlich höherem TKM hervorgebracht. Ein besonderes Novum ist, dass weißblühende, halbblattlose, winterharte Genotypen selektiert werden konnten. In weißblühenden Wintererbsen ist der Tanningehalt sehr gering. Dadurch konnte der Futterwert von Wintererbsen für den Einsatz als Körnerfuttererbse gesteigert werden.

Im Merkmal Feldaufgang und in den Welkeerscheinungen zeigten die Genotypen Unterschiede in Abhängigkeit der Blütenfarbe und damit des Tanningehalts. Weitere Untersuchungen zur genauen Bestimmung der spezifischen Pathogene und die anschließende Züchtung auf resistente Erbsen sollten Verbesserungen auch für tanninfreie Genotypen ermöglichen.

Neben der Untersuchung der Überwinterungsleistung im Feld wurden die Genotypen in einer Klimakammer auf Frosttoleranz getestet. Es zeigten sich nur für wenige Genotypen Übereinstimmungen mit den Feldevaluationen. Die Untersuchungen in der Klimakammer sollten fortgesetzt werden und die Versuchsdurchführung verbessert werden, um die Züchtung auf erhöhte Frosttoleranz zu beschleunigen.

Die Standfestigkeit konnte nur geringfügig verbessert werden. Das Ziel einer guten Konkurrenzfähigkeit steht einer hohen Standfestigkeit konträr gegenüber. Die Konkurrenzfähigkeit gegenüber Beikräutern und Gemengepartnern wurde durch eine mittelhohe bis hohe Pflanzenlänge, den Blatttyp und hohe Bestandsdichten der Erbsen erreicht. Kürzere Genotypen zeigten erwartungsgemäß eine bessere Standfestigkeit, aber wurden regelmäßig von Beikraut überwachsen. Daher sind die höherwüchsigen Genotypen für den praktischen Anbau zu empfehlen, aber nur im Gemenge.

Standortabhängig wurde im Gemenge mit Triticale eine Kombination aus verbesserter Standfestigkeit, geringerer Konkurrenz und vergleichsweise hohen Rein- und Gemengegesamterträgen erreicht. Jedoch wurde die Untersuchung hauptsächlich mit der Sorte „Benetto“ durchgeführt. Nur auf dem Standort Trenthorst wurden die Genotypen im Gemenge mit einer kürzeren Triticalesorte „Agostino“ getestet. Es konnten Ertragsunterschiede gemessen werden. Auf welche Eigenschaften wie Blattstellung, Blattbreite, Bestockung der Triticale diese Unterschiede zurückzuführen sind, muss noch geklärt werden. Weitere Untersuchungen müssen sich auch für das optimale Saatstärkenverhältnis von Getreide und Erbse insbesondere auf wüchsigeren Standorten anschließen.

Die Genotypen erreichten im Gemengeanbau mit Raps und Rübsen die höchsten Reinerträge, was auf eine geringe Konkurrenzwirkung oder andere positive Effekte der Ölfrüchte gegenüber den Erbsen schließen lässt. Jedoch erreichten die Ölfrüchte nur einen geringen bis gar keinen Ertrag. Was wahrscheinlich durch die späte Aussaat und die frühe Abreife verursacht wurde. Ob die geringe Konkurrenz der Ölfrüchte lediglich auf den späten Saattermin und die damit einhergehende geringe Vorwinterentwicklung zurückzuführen ist oder ob andere Faktoren wie Wurzelausscheidungen der Ölfrüchte das Wachstum der Erbsen befördern, sollte in weiteren Untersuchungen geklärt werden. Außerdem müssten für leichtere, nährstoffärmere Standorte anbauwürdige Ölfrüchte gefunden werden. Durch den Gemengeanbau mit Ölfrüchten würde auch die Fruchtfolge um eine Art erweitert und von Getreide entlastet.

Der Deckungsgrad der Erbsen war von der Überwinterungsrate, der Bestandsdichte und der Pflanzenlänge beeinflusst. Dort wo die Einflüsse der genannten Merkmale gering waren, zeigten halbblattlose Genotypen einen geringeren Bodendeckungsgrad als die vollblättrigen

Genotypen. Jedoch konnte dieser Effekt nur auf einem Standort in einem Jahr nachgewiesen werden. Daher ist es noch offen, ob ein vollblättriger oder halbblattloser Genotyp in der weiteren Selektion zu berücksichtigen ist.

Die vollblättrigen Genotypen enthielten im Mittel 4% mehr Rohprotein im Korn als die halbblattlosen, mit einer Ausnahme eines spät blühenden und spät abreifenden, halbblattlosen Genotyps. In welchem Zusammenhang diese Wuchseigenschaften mit der Einlagerung von Rohprotein im Korn zu tun haben, müsste untersucht werden, um zukünftig auch höhere Gehalte an Rohprotein in den halbblattlos, determiniert abreifenden Genotypen zu erreichen.

11 Literaturverzeichnis

- Aufhammer, W. 1999. *Mischanbau von Getreide- und anderen Körnerfruchtarten*, Stuttgart: Ulmer-Verlag.
- Berntsen, J. et al. 2004. Modelling dry matter production and resource use in intercrops of pea and barley. *Field Crop Research*, 88, pp.69–83.
- Berk, A. und Ebert, U. 2013. Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Verfügbar unter: www.orgprints.org/25293/
- BSA, 2000. *Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen*, Hannover: Bundessortenamt. Verfügbar unter: http://www.bundessortenamt.de/internet30/fileadmin/Files/PDF/Richtlinie_LW2000.pdf [Stand: 15. Juni 2014].
- DeWit, C.T., 1960. On Competition. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen*, 66, pp.1–82.
- Fernández-Aparicio, M. et al., 2010. Intercropping reduces *Mycosphaerella pinodes* severity and delays upward progress on the plant. *Crop Protection*, 29, pp.744–750.
- Gronle, A. & Böhm, Herwart, 2010. Unkrautauflkommen und Ertragsleistung beim Anbau von Sommererbsen in Reinsaat und im Gemenge mit Hafer bei flach- und tiefwendender Bodenbearbeitung. In *Ressortforschung für den ökologischen Landbau (Hrsg.) G. Rahmann*.
- Hauggaard-Nielsen, H. et al., 2006. Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea-barley intercrops. *Field Crop Research*, 95, pp.256–267.
- Hauggaard-Nielsen, H. et al., 2007. Grain legume-cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 23(1), pp.3–12.
- ISO 14902:2001: *Determination of trypsin inhibitor activity of soya products*. Verfügbar unter: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=25890 [Stand: 17. Juni 2014]
- Kimpel-Freund, H., Schmidtke, K. & Rauber, R., 1998. Einfluss von Erbsen (*Pisum sativum* L.) mit unterschiedlichen morphologischen Merkmalen in Reinsaat und Gemenge mit Hafer (*Avena sativa* L.) auf die Konkurrenz gegenüber Unkräutern. *Pflanzenbauwissenschaften*, 2, pp.25–36.
- Kuhla, S. und Ebmeier, C. 1981. *Untersuchungen zum Tanningehalt in Ackerbohnen*. Arch. Tierernährung 31, S. 573-588
- Lejeune-Hénaut, I. et al., 2008. The flowering locus *Hr* colocalizes with a major QTL affecting winter frost tolerance in *Pisum sativum* L. *Theor Appl Genet*, 116, pp.1105–1116.
- Leterme, P., Grosjean, F., Carrouée, B., 1993. A great intervarietal diversity of TIA in peas. *Grain Legumes* 1, 22-23
- Link, W., 2009. Züchtungsforschung bei der Ackerbohne: Fakten und Potentiale. *Journal für Kulturpflanzen*, 61, pp.341–347.
- Muell, F., Carrouée, B., Grosjean, F., 1998. Trypsin inhibitors activity of pea cultivars: new data and a proposal strategy for breeding programme. Proceedings of the 3rd European Conference on Grain Legumes “Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to meet European demands”, Valladolid, Spain, 14-19 November 1998, 164-165
- Pflughöft, O., 2008. *Pilzkrankheiten in Körnerfüttererbsen (Pisum sativum L.) – Diagnose, Epidemiologie, Ertragsrelevanz und Bekämpfung*. Göttingen: Universität Göttingen. Available at: <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2009/pflughoeft/pflughoeft.pdf> [Accessed September 15, 2011].
- Powell, A., 1989. The importance of genetically determined seed coat characteristics to seed quality in grain legumes. *Ann Bot* 63(1), 169-175
- Rauber, R. & Hof, C., 2003. *Fertigen einer Broschüre zum Anbau von Gemengen für die Praxis des Pflanzenbaus im ökologischen Landbau*, Universität Göttingen: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung. Available at: <http://www.orgprints.org/4746> [Accessed December 28, 2011].
- Rauber, R., Schmidtke, K. & Kimpel-Freund, H., 2000. Konkurrenz und Ertragsvorteile in Gemengen aus Erbsen und Hafer. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 185, pp.33–47.

- Ritter, G. 1994. *The significance of phenolic compounds in juices and wines during the processing of apples, Speierling and white grapes*. Dissertation. Universität Gießen
- Roth, F. und Link, W., 2009. Selektion auf Frosttoleranz von Winterackerböhen (*Vicia faba* L.); Methodenoptimierung und Ergebnisse
- Sauermann, W., 2012. HEB-Index in den LSV Futtererbsen 2011. Verfügbar unter: http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Pflanze/OE/pflanzen_und_Koernerleguminosen/Futtererbsen/2011/Futtererbsen_2011_LSV_HEB-Index.pdf [Stand: 29.6.2014]
- Schoeny, A. et al., 2010. Effect and underlying mechanisms of pea-cereal intercropping on the epidemic development of ascochyta blight. *European Journal of Plant Pathology*, 126, pp.317–331.
- Sincik, M. et al., 2004. Effect of low temperatures on the germination of different field pea genotypes. *Seed Science and Technology*, 32(2), pp.331–339.
- Singleton, V.L. und Rossi, J.A. 1965. *Colorimetry of total phenolics with phophotungstic acid reagent*. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, S. 144-158
- Spies, J.M., Warkentin, T. & Shirliffe, S.J., 2010. Basal branching in field pea cultivars and yield-density relationships. *Canadian Journal of Plant Science*, 90, pp.679–690.
- Spies, J.M., Warkentin, T.D. & Shirliffe, S.J., 2011. Variation in Field Pea (*Pisum sativum*) Cultivars for Basal Branching and Weed Competition. *Weed Science*, 59(2), pp.218–223.
- Urbatzka, P., 2010. *Anbauwürdigkeit von Wintererbsen - Ein Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus*, Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Urbatzka, P., 2009. Anbauwürdigkeit von normalblättrigen Wintererbsen als Druschfrucht in Rein- und Gemengesaat mit Winterroggen unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. *Mitt. Ges. Pfl.* 21, 261-264.
- Urbatzka, P., 2010. Anbauwürdigkeit normalblättriger Wintererbsen als Winterzwischen- und Druschfrucht in Reinsaat und Gemengesaat unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Dissertation Universität Kassel Verlag Dr. Kovač, Hamburg.
- Urbatzka, P., R. Graß, C. Schüler, 2008. Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau. Abschlussbericht zum BLE-Vorhaben 03OE074: <http://orgprints.org/15527/> (10.4.2010)
- Urbatzka, P., R. Graß, Haase, T., C. Schüler, D. Trautz, J. Heß, 2009a: Suitability of different genotypes of winter pea in comparison to spring pea for organic farming in pure and mixed stands. 2nd message: The level of N₂-fixation. *Organic Agriculture* (eingereicht)
- Urbatzka, P., R. Graß, T. Haase, C. Schüler, J. Heß, 2009b. Fate of legume-derived nitrogen in monocultures and mixtures with cereals. *Agric Ecosyst Environ* 132, 116-125
- Urbatzka, P., R. Graß, Haase, T., C. Schüler, D. Trautz, J. Heß, 2009c. Suitability of different genotypes of winter pea in comparison to spring pea for organic farming in pure and mixed stands. 1st message: Grain yield and quality. *Organic Agriculture* (eingereicht).
- Weimar, J.L., 1947. Resistance of *Lathyrus* spp. and *Pisum* spp. to *Ascochyta pinodella* and *Myco-sphaerella pinodes*. *J Agric Res* 75(5-6), 181-190

12 Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

Projektteil Universität Kassel FKZ 09OE078

- Haase, T., Schüler, C. (2012): Großes Potenzial in der Fruchtfolge. In: Blickpunkt Wintererbse & Co. Bioland. Fachmagazin für den ökologischen Landbau. 07/2012. S. 18-19.
- Haase, T., Quendt, U., Mindermann, A., Müller, K.-J. und Heß, J. (2013): Prüfung von Wintererbsengenotypen auf ihre Winterhärte. In: Neuhoff D. et al.: Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau – Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung, Verlag Dr. Köster, Berlin
- Haase, T., Mindermann, A., Quendt, U. und Heß, J. (2012): Winter-hardy grain legumes: Suitability of winter pea (*Pisum sativum* L.) genotypes for cropping with different mixture partners. p. 115 in: MacKenzie, J. and Savard, M. (2012): Conference Proceedings: Canadian Organic Science Conference, February 21-23, 2012, Winnipeg, Manitoba, Kanada
- Feldtag der Universität Kassel für Praktiker am 02.08.2011 auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen: „Winterkörnerleguminosen und Sojabohnen im Öko-Landbau: Züchtung, Anbau, Verwertung“.
- Feldtag der Universität Kassel und des Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) für Praktiker am 02.07.2012 auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen: „Bodenfruchtbarkeit und Leguminosenanbau“.
- Feldtag der Universität Kassel und des Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) für Praktiker am 26.06.2013 auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen: „Leguminosenanbau“.
- Projekttreffen der Partner Universität Kassel und Getreidezüchtungsforschung Darzau am 13.07.2011 in Darzau.
- Projekttreffen der Partner Universität Kassel und Getreidezüchtungsforschung Darzau am 16.04.2012 auf der Hessischen Staatsdomäne Frankenhausen.

Projektteil Darzau FKZ10OE008

- Quendt, U. (2012): Wintererbsen im Gemenge. In: Blickpunkt Winterkörnerleguminosen, Bioland. Fachmagazin für den ökologischen Landbau. 07/2012. S. 20-21. Veröffentlichungen in Bioland 2012
- Quendt, U. 2012: Wintererbsenzüchtung im Gemengeanbau: Vortrag auf der Tagung der AG Öl- und Eiweißpflanzen der GPZ zum Thema "Brennpunkt Leguminosen: Ertrag und Qualität" in Eckartsweier
- Quendt, U. 2011: Winter Pea Breeding. Tagungsband - ECO-BP Frankfurt/aM
- Müller, K.-J., Quendt, U. 2011-2013: Projektentwicklungsberichte der Getreidezüchtungsforschung Darzau. [www.darzau.de/index.php?id=3]
- Quendt, U. 2013: Vortrag zum Thema: „Organic Winter Pea Breeding“. European workshop: Grain legumes for organic agriculture. Towards better varieties in Faba bean, Lupine and Field Pea. Knowlegde Center for Agriculture – Dänemark-Kopenhagen – 28.10.2013.
- Quendt, U. 2013: Vortrag zum Thema: Leguminosen im Öko-Landbau - was macht sie zu einer erfolgreichen Fruchtart für Bio-Betriebe? DLG-Forum – Agritechnica Hannover – 15.11.2013.
- Feldtag der Getreidezüchtungsforschung Darzau und dem Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen für Praktiker am 22.06.2012 in Köhlingen: „Getreide und Leguminosen, was für Sorten sind zu erwarten?“.
- Feldtag der Getreidezüchtungsforschung Darzau und von Öko-Korn-Nord für Praktiker am 04.07.2013 in Köhlingen: „Wintererbsen in verschiedenen Anbauformen“.

- Projekttreffen der Partner Universität Kassel und Getreidezüchtungsforschung Darzau und Werner Vogt-Kaute am 16.06.2013 in Dittlofsroda
- Projekttreffen der Partner Getreidezüchtungsforschung Darzau (Ulrich Quendt) und dem Thünen Institut (Herwart Böhm) am 27.6.2013 in Trenthorst
- Merkblatt mit den wichtigsten Ergebnissen für die landwirtschaftliche Praxis

I. Anhang

Erfolgskontrollbericht

BÖLN-Projekt Nr. 09OE078 und 10OE008

Entwicklung von Wintererbsenprototypen (*Pisum sativum* L.) im Gemengeanbau unter ökologischer Bewirtschaftung

Das von 2010 bis 2013 durchgeführte Projekt konnte aufgrund der positiven Ergebnisse, die sich aus der Züchtungsarbeit und den Tests der Wintererbsenprototypen ergaben, zu den förderpolitischen Zielen des Bundesprogrammes Ökologischer Landbau und anderer Formen nachhaltiger Landwirtschaft beitragen, indem

- 12 neue Linien und weitere Nachkommenschaftslinien aus dem Zuchtgarten „Jüngerer Material“ von Wintererbsen das Sortenspektrum nachhaltig erweitern können,
- im Sinne der Projektziele nun erfolgreich getestet wurden,
- winterfeste, determinierte Pflanzentypen mit verbesserter Standfestigkeit und hoher Eignung für den Gemengeanbau der Praxis in Zukunft zur Verfügung stehen
- sowie Merkmale für die weitere Züchtung von Wintererbsen unter ökologischen Bedingungen beschrieben wurden.

Wissenschaftliche und technische Ergebnis des Vorhabens, erreichte Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen

Aus wissenschaftlicher Sicht konnten nachgewiesen werden, dass buntblühende Genotypen im Vergleich zu weißblühenden in vielen Punkten zu positiveren Ergebnissen führen. Für das **Merkmal Feldaufgang** zeigten sich Zusammenhänge mit der Blütenfarbe bzw. dem Tannin Gehalt sehr deutlich. Weißblühende Genotypen wiesen bei kühl, feuchten Witterungsbedingungen einen deutlichen geringeren Feldaufgang auf. Für das Merkmal **Überwinterung** konnten keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Blütenfarbe festgestellt werden. Jedoch ist die Überwinterungsleistung bei Kahlfrösten und Wechselfrösten insbesondere auf weniger wüchsigen Standorten für einen sicheren Wintererbsenanbau noch zu steigern. Es bleibt abzuwarten, ob mit neuen Kreuzungen aus einem diversen Wintererbsenmaterial eine Akkumulation der Frostresistenzallele erfolgen kann. Im Projekt wurde versucht, mittels Klimakammerversuchen die Selektion auf Frostresistenz zu verbessern. Die Korrelation zwischen der Überwinterung in der Klimakammer und den Feldversuchen war nur teilweise gegeben. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf, um schneller in der Evaluation von neuen Genotypen auf Frostresistenz voranzukommen. Halbblattlose Genotypen zeigten eine geringere **Lagerneigung**. Dennoch sollten die vollblättrigen Genotypen bei der Selektion nicht vernachlässigt werden; deren höhere **Bodendeckung** führte zu signifikant geringerem Beikrautwuchs. Außerdem enthielten die vollblättrigen Genotypen mehr **Rohprotein**. Halbblattlose, weißblühende, determinierte Genotypen mit höheren Rohproteingehalten müssen noch gefunden werden. Im Projekt zeigten nur Genotypen mit **Pflanzenlängen** von unter 70 oder mit über 125 cm Länge eine ausreichende Winterhärte. Jedoch könnte eventuell mit Genotypen in einer Pflanzenlänge von 1 m eine optimale Kombination aus Standfestigkeit und Beschattung erreicht werden. Die Selektion von Wintererbsen im **Gemenge mit Triticale** erfolgte hauptsächlich mit der Sorte „Benetto“. Inwiefern andere Sorten andere Selektionsergebnisse nach sich ziehen und welche morphologischen Eigenschaften der Triticale dafür entscheidend sind, müsste noch weiter untersucht werden. Der Anbau im **Gemenge mit Raps und Rüben** hat sich im Hinblick auf den Erbsenertrag und die Standfestigkeit als vorteilhaft erwiesen. Jedoch wurden die Ölfrüchte nicht unter deren optimalen Bedingungen angebaut. Auch hier sollte eine weitere Evaluation des Gemengeanbaus mit spätsaatverträglicheren und spät abreifenden Ölfrüchten durchgeführt werden. Einer Kombination mit früher blühenden Wintererbsen-Genotypen steht die Steigerung der Frosttoleranz konträr gegen-

über. Buntblühende Genotypen waren resistenter gegenüber **boden- und samenbürtigen Krankheiten**. Daher muss die Selektion von weißblühenden Genotypen mit einer höheren Resistenz fortgeführt werden. Unterschiede im **Ertrag** für die morphologischen Typen waren abhängig von Standort und der Anbauform. Dabei zeigten sich vollblättrig, buntblühende und weißblühende Genotypen auf dem Standort Darzau im Vorteil. Für weniger wüchsiger Standorte müssen noch halbblattlose, weißblühende Ertragstypen gefunden werden. Der Gehalt an **Tannin** kann nur durch die Selektion von tanninfreien d.h. weißblühenden Genotypen, gesenkt werden. Die Variation des Tanningehaltes bei den buntblühenden war für die Selektion auf niedrige Gehalte zu gering.

In Hinsicht auf die **Verwertung der Ergebnisse** ist hervorzuheben, dass 2 der sich als besonders geeigneten Linien als Sorten durch die Getreideforschung Darzau beim Bundessortenamt angemeldet werden sollen. Weitere Anmeldungen sind bisher nicht vorgesehen. Die anderen Linien verbleiben vorerst für die weitere Züchtungsarbeit bei der Getreidezüchtungsforschung Darzau. Das Projekt war mit dem Ziel angetreten, die Voraussetzungen für eine Verbreiterung des Sortenspektrums zu schaffen und die Grundlagen für eine erfolgreiche Anmeldung von neuen Sorten beim Bundessortenamt zu legen. Dies kann als wichtiger Erfolg gewertet werden, da somit für die Anwender als auch den Züchter sich der Aufwand gelohnt hat und nun Sorten mit verbesserten Eigenschaften in der Überwinterungsleistung, der Futterqualität, des Blatttyps sowie eine Eignung für den Gemengeanbau das Spektrum an Wintererbsen gegenüber den bestehenden Sorten ergänzen.

Die Ergebnisse bieten darüber hinaus Aussicht zu weiteren Arbeiten und Verbesserungen der schon weitgehend charakterisierten Linien. So ist besonders der Bereich der Pflanzengesundheit zu nennen, da hier im Rahmen des Projektes nicht in alle Fragen hinreichend geklärt werden konnten. Besonderes Augenmerk sollte der detaillierten Charakterisierung der geringen Anfälligkeit der buntblühenden Genotypen wie auch einiger weißblühender Genotypen gewidmet werden, da zum einen die Verbesserung der Pflanzengesundheit für die Ausweitung des Leguminosenanbaus von großer Bedeutung ist. Im Bereich der bodenbürtigen Krankheiten ist sowohl das Wissen um als auch der Mangel an widerstandsfähigen Sorten eine entscheidende Lücke, die im Projekt nur ansatzweise geschlossen werden konnte. Hier müssten detaillierte Untersuchungen folgen, um die positiven Aspekte hinsichtlich der Pflanzengesundheit, die sich bei den buntblühenden Genotypen zeigten, auch unabhängig von den höheren Tanningehalten der buntblühenden Genotypen in weißblühenden Genotypen zu verwirklichen. Es bieten sich vielfältige weitere Nutzungsmöglichkeiten der Ergebnisse und des vorliegenden Materials auch in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen.

Die Zeitplanung im Projekt ist erfolgreich eingehalten worden; mit der Verlängerung um insgesamt ein halbes Jahr konnten sowohl die Untersuchungen auf antinutritive Inhaltstoffe als auch ein detaillierte Berichterstattung gesichert werden. Die Ausgabenplanung wurde auch eingehalten und ist mit gesonderten Schreiben und Verwendungsnachweisen dem Auftraggeber fristgemäß nachgewiesen worden.