

Schlussbericht

512-06.01-2810OE082

Populationszucht auf Anpassungsfähigkeit durch Diversität und partizipative on-farm Se- lektion am Beispiel Winterweizen

Laufzeit: 01.07.2011 – 28.02.2014

Ausführende Stelle: Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen;

Sarah Brumlop M. Sc. und Prof. Dr. Maria R. Finckh

Witzenhausen 10. April 2014

Kurzfassung (deutsch)

Populationszucht auf Anpassungsfähigkeit durch Diversität und partizipative on-farm Selektion am Beispiel Winterweizen

Sarah Brumlop M. Sc. und Prof. Dr. Maria R. Finckh

Kontakt: Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen; mfinckh@uni-kassel.de

Das Projekt beschäftigt sich mit dem dynamischen Management genetischer Ressourcen. Am Beispiel von Winterweizen-Evolutionsrassen (auch Composite Crosses (CCs) genannt), wird die Auswirkung von unterschiedlichen Selektionsumwelten auf heterogene Weizenpopulationen untersucht. Zusätzlich wird in einem partizipativen Züchtungsansatz Saatgut der CC-Populationen an verschiedene Praxisbetriebe abgegeben, die Entwicklung der Populationen an den Standorten verfolgt und die Selektionskriterien der Landwirte dokumentiert.

Anhand der Parameter Pflanzengesundheit, Stickstoffaneignungsvermögen, Backqualität, Ertrag und morphologische Diversität wird im Vergleichsanbau untersucht, wie sich ökologische und konventionelle Anbaubedingungen auf die Entwicklung der Populationen ausgewirkt haben. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass bereits die Auswahl der Sorten, aus denen die Populationen erstellt werden, von ausschlaggebender Bedeutung ist und in vielen Fällen auch nach etlichen Jahren in unterschiedlichen Selektionsumwelten die Populationseigenschaften noch maßgeblich prägt.

Langfristig ermöglicht die Arbeit aber auch, Antworten auf die Frage zu geben, wie sich Anpassungsprozesse und damit auch Zuchtziele in der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft unterscheiden und auf dieser Basis eine klare Definition und Abgrenzung ökologischer Zuchtziele vorzunehmen.

Kurzfassung (englisch)

Population breeding for adaptability through diversity and participatory on-farm selection of winter wheat

Sarah Brumlop M. Sc. and Prof. Dr. Maria R. Finckh

Contact details:

Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen; mfinckh@uni-kassel.de

Main topic of the project is the dynamic management of genetic resources. Using the example of winter wheat composite crosses (CCs) the influence of various growing conditions influencing heterogeneous wheat populations is studied. In addition a participatory breeding approach is applied where composite cross population are grown at several farms. The development of the populations at the various locations is studied and selection criteria of the involved farmers are documented.

Using the parameters plant health, nitrogen use, baking quality, yield and morphological diversity it is studied in comparison-trials how organic and conventional growing conditions have influenced the development of the populations over time.

First results indicate that the choice of parental varieties used to establish the populations is of vital importance. In many cases this initial decision influences population characteristics even after many years of growth under various selection conditions.

In the long run this study might help answering the question how the process of adaptation und breeding aims in organic and conventional farming differ. On this basis a clear definition of organic breeding aims will hopefully be possible.

Inhalt

1	EINFÜHRUNG	9
1.1	GEGENSTAND DES VORHABENS	9
1.2	ZIELE UND AUFGABENSTELLUNG DES PROJEKTES IN BEZUG AUF DIE EINSCHLÄGIGEN ZIELE DES BÖLN	9
1.3	PLANUNG UND ABLAUF DES PROJEKTES	10
2	WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND, AN DEN ANGEKNÜPFT WURDE	11
2.1	PARTIZIPATIVE ZÜCHTUNGSANSÄTZE	13
2.2	DIE EUROPÄISCHEN EVOLUTIONSRAMSCHEN	13
2.3	VORARBEITEN MIT DEN EUROPÄISCHEN EVOLUTIONSRAMSCHEN AN DER UNIVERSITÄT KASSEL	14
3	MATERIAL UND METHODEN	15
3.1	VERSUCHSAUFBAU	15
3.3	DATENERFASSUNG	18
3.4	DATENANALYSE	20
4	ERGEBNISSE	22
4.1	KLIMADATEN	22
4.2	NMIN-DATEN	22
4.3	ERGEBNISSE AP 1 - ANPASSUNGSFÄHIGKEIT DER CCA POPULATIONEN AN NEUE BEDINGUNGEN DER ÖKOLOGISCHEN LANDWIRTSCHAFT	24
4.3.1	AP 1a - Anbau auf Praxisbetrieben über zwei Jahre	24
4.3.2	AP 1b - Exaktversuch zum Vergleich der Populationen im zweiten Jahr	32
4.4	ERGEBNISSE AP 2 - EINFLUSS DER ANBAUGESCHICHTE AUF WICHTIGE POPULATIONSEIGENSCHAFTEN	42
4.4.1	AP 2a - Auswirkung der Anbaugeschichte auf das Nährstoffaneignungsvermögen unter ökologischen Anbaubedingungen	42
4.4.2	AP 2b - Untersuchung der Population auf ihre Eignung für den Anbau in Mischung mit Weißklee in Fröhsaat	66
4.5	VERGLEICH DER 4 UNTERVERSUCHE (AP 1A, 1B, AP 2A, 2B)	75
5	GESAMTDISKUSSION	77
5.1	AP 1A - ANBAU AUF PRAXISBETRIEBEN ÜBER ZWEI JAHRE	77
5.2	AP 1B - EXAKTVERSUCH ZUM VERGLEICH DER POPULATIONEN IM ZWEITEN JAHR	77
5.3	AP 2A - AUSWIRKUNG DER ANBAUGESCHICHTE AUF DAS NÄHRSTOFFANEIGNUNGSVERMÖGEN UNTER ÖKOLOGISCHEN ANBAUBEDINGUNGEN	78
5.4	AP 2B - UNTERSUCHUNG DER POPULATION AUF IHRE EIGNUNG FÜR DEN ANBAU IN MISCHUNG MIT WEIßKLEE	79
6	NUTZEN UND VERWERTBARKEIT DER ERGEBNISSE FÜR DEN ÖKOLOGISCHEN LANDBAU	79
7	GEGENÜBERSTELLUNG DER URSPRÜNGLICH GEPLANTEN ZU DEN TATSÄCHLICH ERREICHTEN ZIELEN UND WEITERFÜHRENDE FRAGESTELLUNGEN	80
8	ZUSAMMENFASSUNG	82
9	LITERATUR	83
10	ÜBERSICHT ÜBER ALLE IM BERICHTZEITRAUM VOM PROJEKTNEHMER REALISIERTEN VERÖFFENTLICHUNGEN ZUM PROJEKT	85

Tabellen

TAB. 1: ÜBERSICHT ÜBER DIE TEILNEHMENDEN PRAXISBETRIEBE	16
TAB. 2: BONITURSCHLÜSSEL FÜR FUßKRANKHEITEN	18
TAB. 3: INTERPRETATION DER BACKQUALITÄTSPARAMETER FALLZAHL, SEDIMENTATIONSWERT, ROHPROTEIN- UND FEUCHTKLEBERGEHALT (NACH ARBEITSGRUPPE GETREIDEQUALITÄT IM ÖKOLANDBAU.; DIEPENBROCK, 1999; KIRSCH AND ODENTHAL, 1993; KLINGLER, 1995).....	19
TAB. 4: ÜBERBLICK ÜBER DIE ANGEBAUTEN CC-POPULATIONEN UND SORTEN AN DEN PRAXISSTANDORTEN IM 2. VERSUCHSJAHR ...	24
TAB. 5: ZUSAMMENFASSUNG DER INTERVIEWERGEBNISSE.....	27
TAB. 6: BEFALL MIT FUßKRANKHEITEN BEI DEN POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN (GESAMTBEFALL, FUSARIUM, PSEUDOCERCOSPORELLA, RHIZOCTONIA).....	35
TAB. 7: STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN ZU DREI ZEITPUNKTEN.....	37
TAB. 8: HALM- UND ÄHRENLÄNGE DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN	39
TAB. 9: BACKVOLUMEN, FALLZAHL UND ROHPROTEINGEHALT DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN.....	41
TAB. 10: BLATTKRANKHEITEN 2012 UND 2013. GESAMTBEFALL, FAHNENBLATT, F-1 UND F-2 DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN	43
TAB. 11: FUßKRANKHEITEN 2012. GESAMTBEFALL, FUSARIUM SPP, PSEUDOCERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES UND RHIZOCTONIA CEREALIS DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN	46
TAB. 12: STICKSTOFFAUFNAHME IN % TM DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN ZU DREI ZEITPUNKTEN IN DNE JAHREN 2012 UND 2013.	50
TAB. 13: STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN ZU DREI ZEITPUNKTEN (2012).....	53
TAB. 14: AUFSTEIGENDE REIHUNG DER MITTLEREN HALMLÄNGEN (N=4) FÜR BEIDE VERSUCHSJAHRE IM VERGLEICH.....	55
TAB. 15: HALM- UND ÄHRENLÄNGE IN CM DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN IN BEIDEN VERSUCHSJAHREN.....	56
TAB. 16: AUFSTEIGENDE REIHUNG DER MITTLEREN ERTRÄGE IN DT/HA (86 % TM) (N=4) FÜR BEIDE VERSUCHSJAHRE IM VERGLEICH	58
TAB. 17: ERTRAG [DT/HA] UND TKG [G] DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN IN BEIDEN VERSUCHSJAHREN	60
TAB. 18: AUFSTEIGENDE REIHUNG DES BACKVOLUMENS IN ML (N=4) IM 2. VERSUCHSJAHR.....	64
TAB. 19: BACKQUALITÄT (BACKVOLUMEN, FALLZAHL UND ROHPROTEINGEHALT) DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN IM 2. VERSUCHSJAHR	65
TAB. 20: VERGLEICH DER UNTERVERSUCHE BEZÜGLICH BLATTKRANKHEITEN	75
TAB. 21: VERGLEICH DER UNTERVERSUCHE BEZÜGLICH FUßKRANKHEITEN	75
TAB. 22: VERGLEICH DER UNTERVERSUCHE BEZÜGLICH N-GEHALT	75
TAB. 23: VERGLEICH DER UNTERVERSUCHE BEZÜGLICH N-AUFNAHME	76
TAB. 24: VERGLEICH DER UNTERVERSUCHE BEZÜGLICH HALM- UND ÄHRENLÄNGE	76
TAB. 25: VERGLEICH DER UNTERVERSUCHE BEZÜGLICH ERTRAG	76
TAB. 26: VERGLEICH DER UNTERVERSUCHE BEZÜGLICH BACKQUALITÄT	76

Abbildungen

Abb. 1: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER URSPRÜNGLICHEN EINZELKREUZUNGEN ZUR ERSTELLUNG DER CCPs.	14
Abb. 2: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER POPULATIONSENTWICKLUNG SEIT DER F ₄ IN WITZENHAUSEN. O = ÖKOLOGISCH; C = KONVENTIONELL; A: ALLE 20 ELTERN; Q: 12 HOCHQUALITÄTSELTERN; Y: 9 HOCHERTRAGSELTERN. DIE ZAHLEN BEZIFFERN DIE GENERATION.	15
Abb. 3: ÜBERBLICK ÜBER DIE SECHS PRAKTIKERSTANDORTE IN EINER KREISKARTE VON DEUTSCHLAND. DIE ABKÜRZUNGEN SIND IN TAB. 1 ERKLÄRT.	16
Abb. 4: WITTERUNGSVERLAUF AM STANDORT NEU-EICHENBERG VON SEPTEMBER 2011 BIS MAI 2013.	22
Abb. 5: NMIN-VERFÜGBARKEIT IN DEN FRÜHSAATPARZELLEN IN DREI BODENSCHICHTEN (0-30 CM, 30-60 CM, 60-90 CM) ZU DREI ZEITPUNKTEN.	23
Abb. 6: NMIN-VERFÜGBARKEIT IN DEN SPÄTSAATPARZELLEN IN DREI BODENSCHICHTEN (0-30 CM, 30-60 CM, 60-90 CM) ZU FÜNF ZEITPUNKTEN.	23
Abb. 7: CC-BESTAND AM STANDORT MB (LINKS) UND ÖKO-SORTENVERSUCH AM SELBEN STANDORT (RECHTS). STARKER GELBROSTBEFALL BEI EINIGEN SORTEN.	24
Abb. 8: BEFALLSWERTE MIT FUßKRANKHEITEN ON-FARM IN DEN BEIDEN VERSUCHSJAHREN. CC NB NEB IST DIE POPULATION, DIE DIE LANDWIRTE AUS WITZENHAUSEN ERHIELTEN (F11 IN 2011, F12 IN 2012). CC NB MIT DEN KÜRZELN DER LANDWIRTE IST DER NACHBAU IM ZWEITEN JAHR ON-FARM IM JAHR 2012/13.	25
Abb. 9: BEFALLSWERTE MIT FUßKRANKHEITEN ON-FARM IN DEN BEIDEN VERSUCHSJAHREN. CC NB NEB IST DIE POPULATION, DIE DIE LANDWIRTE AUS WITZENHAUSEN ERHIELTEN (F11 IN 2011, F12 IN 2012). CC NB MIT DEN KÜRZELN DER LANDWIRTE IST DER NACHBAU IM ZWEITEN JAHR ON-FARM IM JAHR 2012/13.	26
Abb. 10: ROHPROTEIN UND FEUCHTKLEBERGEHALTE DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN AUF DEN PRAXISBETRIEBEN 2012 UND 2013. ERGEBNISSE LIEGEN EINFACH VOR.	26
Abb. 11: SEDIMENTATIONSWERTE (IN ML) UND FALLZAHL (SEC, DIE WERTE SIND ZEHNFACH VERKLEINERT DARGESTELLT) DER POPULATIONEN UND REFERENZSORTEN AUF DEN PRAXISBETRIEBEN 2012 UND 2013. ERGEBNISSE LIEGEN EINFACH VOR.	27
Abb. 12: SCHAUBILD ZUR DARSTELLUNG DER GENANNTEN SELEKTIONSKRITERIEN. (GROSSE BLASEN = 3 NENNUNGEN, MITTELGROSSE BLASEN = 2 NENNUNGEN, KLEINE BLASEN = EINE NENNUNG).	31
Abb. 13: BLATTKRANKHEITEN, GESAMTBEFALL. VERGLEICH DER PPB CCs IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE DER NICHTGRÜNEN BLATTFLÄCHE IN % (MITTLERE BEFALLSWERTE AUS N=4 MIT GEWICHTUNG 4:3:3 DER DREI BLATTETAGEN), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN. DFH = DOMÄNE FRANKENHAUSEN, FB = GUT FAHRENBACH, MB = MAßHALDERBUCH, NEB = NEU-EICHENBERG.	33
Abb. 14: FUßKRANKHEITEN, GESAMTBEFALL DURCH DIE ERREGER PSEUDOCERCOSPORELLA HERPOTRICHOIDES, RHIZOCTONIA CEREALIS, UND FUSARIUM SPP. VERGLEICH DER PRAKTIKER-CCs IM 2. VERSUCHSJAHR AM STANDORT NEU-EICHENBERG (NEB). VERTEILUNG DER BEFALLSKLASSEN 0-4. (DARGESTELLT IST JEWEILS DER MITTLERE PROZENTUALE ANTEIL DER BONITIERTEN HALME PRO BEFALLSKLASSE. NB= NACHBAU; DFH, FB,, MB, NEB = STANDORT DER VERMEHRUNG IM VORJAHR (SIEHE TAB. 1 FÜR DETAILS).	34
Abb. 15: FUßKRANKHEITEN. VERGLEICH DER PRAKTIKER-CCs IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DIE MITTLEREN BEFALLSWERTE FÜR PS, RC, FS UND GESAMTBEFALL (N=4). DFH = DOMÄNE FRANKENHAUSEN, FB = GUT FAHRENBACH, MB = MAßHALDERBUCH, NEB = NEU-EICHENBERG.	35

ABB. 16: STICKSTOFFGEHALT IN % TM. VERGLEICH DER PRAKTIKER-CCS IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER MITTLERE STICKSTOFFGEHALT IN % TM (N=4). DFH = DOMÄNE FRANKENHAUSEN, FB = GUT FAHRENBACH, MB = MAßHALDERBUCH, NEB = NEU-EICHENBERG.....	36
ABB. 17: STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA. VERGLEICH DER PRAKTIKER-CCS IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DIE MITTLERE STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA (N=4). DFH = DOMÄNE FRANKENHAUSEN, FB = GUT FAHRENBACH, MB = MAßHALDERBUCH, NEB = NEU-EICHENBERG.....	37
ABB. 18: HALMLÄNGE. VERGLEICH DER PRAKTIKER-CCS IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DER MEDIAN, DER ABSTAND ZWISCHEN 1. UND 3. QUARTIL ALS BOX, MINIMUM UND MAXIMUM SOWIE GGF. AUSREIßER UND EXTREMWERTE (O= AUSREIßER ZWISCHEN 1,5 X INTERQUARTILSABSTAND UND 3 X INTERQUARTILSABSTAND; * = EXTREMWERT ÜBER 3 X INTERQUARTILSABSTAND). N=200. DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR, KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN. DFH = DOMÄNE FRANKENHAUSEN, FB = GUT FAHRENBACH, MB = MAßHALDERBUCH, NEB = NEU-EICHENBERG.	38
ABB. 19: ÄHRENLÄNGE. VERGLEICH DER PRAKTIKER-CCS IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DER MEDIAN, DER ABSTAND ZWISCHEN 1. UND 3. QUARTIL ALS BOX, MINIMUM UND MAXIMUM SOWIE GGF. AUSREIßER UND EXTREMWERTE (O= AUSREIßER ZWISCHEN 1,5 X INTERQUARTILSABSTAND UND 3 X INTERQUARTILSABSTAND; * = EXTREMWERT ÜBER 3 X INTERQUARTILSABSTAND). N=200. DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR, KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN. DFH = DOMÄNE FRANKENHAUSEN, FB = GUT FAHRENBACH, MB = MAßHALDERBUCH, NEB = NEU-EICHENBERG.	38
ABB. 20: ERTRAG. VERGLEICH DER PPB CCs IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR ERTRAG IN DT/HA (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. DFH = DOMÄNE FRANKENHAUSEN, FB = GUT FAHRENBACH, MB = MAßHALDERBUCH, NEB = NEU-EICHENBERG.	40
ABB. 21: TKG. VERGLEICH DER PPB CCs IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR TKG IN G (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN. DFH = DOMÄNE FRANKENHAUSEN, FB = GUT FAHRENBACH, MB = MAßHALDERBUCH, NEB = NEU-EICHENBERG.....	40
ABB. 22: BACKVOLUMEN. VERGLEICH DER PPB CCs IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR BACKVOLUMEN IN ML (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. DFH = DOMÄNE FRANKENHAUSEN, FB = GUT FAHRENBACH, MB = MAßHALDERBUCH, NEB = NEU-EICHENBERG.	41
ABB. 23: BLATTKRANKHEITEN. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER GESAMTBEFALL DER OBERSTEN DREI BLATTETAGEN IN % NICHTGRÜNER BLATTFLÄCHE (MITTLERE BEFALLSWERTE AUS N=4 MIT GEWICHTUNG FAHNENBLATT, F-1 UND F-2 IM VERHÄLTNIS 4:3:3.).	42
ABB. 24: BLATTKRANKHEITEN. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER GESAMTBEFALL DER OBERSTEN DREI BLATTETAGEN IN % NICHTGRÜNER BLATTFLÄCHE (MITTLERE BEFALLSWERTE AUS N=4 MIT GEWICHTUNG FAHNENBLATT, F-1 UND F-2 IM VERHÄLTNIS 4:3:3.).	43
ABB. 25: FUßKRANKHEITEN, GESAMTBEFALL IM 1. UND 2. VERSUCHSJAHR. VERTEILUNG DER BEFALLSKLASSEN 0-4 (SIEHE TAB. X FÜR BEFALLSKLASSEN). (DARGESTELLT IST JEWEILS DER MITTELWERT DER BEFALLSKLASSEN IN % BEI N=4).....	44
ABB. 26: FUßKRANKHEITEN. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DIE MITTLEREN BEFALLSWERTE FÜR PS, RC, FS UND GESAMTBEFALL (N=4).	45
ABB. 27: FUßKRANKHEITEN. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DIE MITTLEREN BEFALLSWERTE FÜR PS, RC, FS UND GESAMTBEFALL (N=4).	45

ABB. 28: STICKSTOFFGEGHALT IN % TM. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER MITTLERE STICKSTOFFGEGHALT IN % TM (N=4) ZU DREI ZEITPUNKTEN.....	47
ABB. 29: STICKSTOFFGEGHALT IN % TM. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER MITTLERE STICKSTOFFGEGHALT IN % TM (N=4) ZU DREI ZEITPUNKTEN.....	48
ABB. 30: STICKSTOFFGEGHALT, SCHOSSPHASE. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER MITTLERE STICKSTOFFGEGHALT IN % TM (N=4). DIE WAAGERECHE LINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN, KLEINBUCHSTABEN GEBEN STATISTISCH SIGNIFIKANTE MITTELWERTUNTERSCHIEDE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	48
ABB. 31: STICKSTOFFGEGHALT KORN. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER MITTLERE STICKSTOFFGEGHALT IN % TM (N=4). DIE WAAGERECHE LINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN, KLEINBUCHSTABEN GEBEN STATISTISCH SIGNIFIKANTE MITTELWERTUNTERSCHIEDE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	48
ABB. 32: STICKSTOFFGEGHALT, SCHOSSPHASE. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER MITTLERE STICKSTOFFGEGHALT IN % TM (N=4). DIE WAAGERECHE LINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN, KLEINBUCHSTABEN GEBEN STATISTISCH SIGNIFIKANTE MITTELWERTUNTERSCHIEDE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	49
ABB. 33: STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DIE MITTLERE STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA (N=4) ZU ZWEI ZEITPUNKTEN.....	51
ABB. 34: STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DIE MITTLERE STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA (N=4) ZU DREI ZEITPUNKTEN.....	52
ABB. 35: STICKSTOFFAUFNAHME KORN. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER MITTLERE STICKSTOFFGEGHALT IN KG/HA (N=4). DIE WAAGERECHE LINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN, KLEINBUCHSTABEN GEBEN STATISTISCH SIGNIFIKANTE MITTELWERTUNTERSCHIEDE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	52
ABB. 36: HALMLÄNGE. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DER MEDIAN, DER ABSTAND ZWISCHEN 1. UND 3. QUARTIL ALS BOX, MINIMUM UND MAXIMUM SOWIE GGF. AUSREIßER UND EXTREMWERTE (O= AUSREIßER ZWISCHEN 1,5 X INTERQUARTILSABSTAND UND 3 X INTERQUARTILSABSTAND; * = EXTREMWERT ÜBER 3 X INTERQUARTILSABSTAND). N=200. DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR, KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.....	54
ABB. 37: HALMLÄNGE. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DER MEDIAN, DER ABSTAND ZWISCHEN 1. UND 3. QUARTIL ALS BOX, MINIMUM UND MAXIMUM SOWIE GGF. AUSREIßER UND EXTREMWERTE (O= AUSREIßER ZWISCHEN 1,5 X INTERQUARTILSABSTAND UND 3 X INTERQUARTILSABSTAND; * = EXTREMWERT ÜBER 3 X INTERQUARTILSABSTAND). N=200. DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR, KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.....	54
ABB. 38: ÄHRENLÄNGE. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DER MEDIAN, DER ABSTAND ZWISCHEN 1. UND 3. QUARTIL ALS BOX, MINIMUM UND MAXIMUM SOWIE GGF. AUSREIßER UND EXTREMWERTE (O= AUSREIßER ZWISCHEN 1,5 X INTERQUARTILSABSTAND UND 3 X INTERQUARTILSABSTAND; * = EXTREMWERT ÜBER 3 X INTERQUARTILSABSTAND). N=200. DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR, KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.....	56
ABB. 39: ÄHRENLÄNGE. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DER MEDIAN, DER ABSTAND ZWISCHEN 1. UND 3. QUARTIL ALS BOX, MINIMUM UND MAXIMUM SOWIE GGF. AUSREIßER UND EXTREMWERTE (O= AUSREIßER ZWISCHEN 1,5 X INTERQUARTILSABSTAND UND 3 X INTERQUARTILSABSTAND; * = EXTREMWERT ÜBER 3 X INTERQUARTILSABSTAND). N=200. DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.....	56

ABB. 40: ERTRAG. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR ERTRAG IN DT/HA (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	58
ABB. 41: ERTRAG. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR ERTRAG IN DT/HA (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN.	58
ABB. 42: TKG. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR TKG IN G (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	59
ABB. 43: TKG. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR TKG IN G (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	59
ABB. 44: ANZAHL PFLANZEN/M² BEI ZÄHLUNG NACH DEM WINTER 2011/12. DARGESTELLT SIND DIE ELTERNSORTEN DER CC-POPULATIONEN.	60
ABB. 45: FALLZAHL SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR FALLZAHL IN SEC (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	62
ABB. 46: ROHPROTEINGEHALT. SPÄTSAAT IM 1. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR ROHPROTEINGEHALT IN % (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	63
ABB. 47: BACKVOLUMEN. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR BACKVOLUMEN IN ML (N=4), DIE WAAGERECHE BEZUGSLINIE GIBT DAS VERSUCHSMITTEL AN. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	64
ABB. 48: BACKVOLUMEN. SPÄTSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. ABWEICHUNG DER EINZELNEN POPULATIONEN UND SORTEN VOM VERSUCHSMITTEL IN % (BEZÜGLICH BACKVOLUMEN).	64
ABB. 49: BLATTKRANKHEITEN. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER GESAMTBEFALL DER OBERSTEN DREI BLATTETAGEN IN % NICHTGRÜNER BLATTFLÄCHE, AUFGESCHLÜSSELT NACH BEFALL DER EINZELNEN BLATTETAGEN (MITTLERE BEFALLSWERTE AUS N=8 MIT GEWICHTUNG 4:3:3.)	67
ABB. 50: FUßKRANKHEITEN, GESAMTBEFALL. FRÜHSAAT 2013. VERTEILUNG DER BEFALLSKLASSEN 0-4. (DARGESTELLT IST JEWEILS DER MITTELWERT DER BEFALLSKLASSEN IN % BEI N=8).	68
ABB. 51: FUßKRANKHEITEN. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DIE MITTLEREN BEFALLSWERTE FÜR Ps, Rc, Fs UND GESAMTBEFALL (N=8).	68
ABB. 52: STICKSTOFFGEHALT IN % TM. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DER MITTLERE STICKSTOFFGEHALT IN % TM (N=8) ZU DREI ZEITPUNKTEN.	69
ABB. 53: N-GEHALT KORN. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR N-GEHALT IN % TM (N=8). DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	69
ABB. 54: STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT IST DIE MITTLERE STICKSTOFFAUFNAHME IN KG/HA (N=8).	70
ABB. 55: HALMLÄNGE. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DER MEDIAN, DER ABSTAND ZWISCHEN 1. UND 3. QUARTIL ALS BOX, MINIMUM UND MAXIMUM SOWIE GGF. AUSREIßER (O= AUSREIßER ZWISCHEN 1,5 X	

INTERQUARTILSABSTAND UND 3 X INTERQUARTILSABSTAND). N=400. DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR.	71
ABB. 56: ÄHRENLÄNGE. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND DER MEDIAN, DER ABSTAND ZWISCHEN 1. UND 3. QUARTIL ALS BOX, MINIMUM UND MAXIMUM SOWIE GGF. AUSREIßER (O= AUSREIßER ZWISCHEN 1,5 X INTERQUARTILSABSTAND UND 3 X INTERQUARTILSABSTAND). N=400. DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR, KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.	71
ABB. 57: ERTRAG. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR ERTRAG IN DT/HA (N=8). DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR.	72
ABB. 58: TKG. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR ERTRAG IN DT/HA (N=8). DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR. KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.....	72
ABB. 59: FALLZAHL. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR FALLZAHL IN SEC (N=8). DIE WAAGERECHE LINIE ZEIGT DAS VERSUCHSMITTEL AN, KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.....	73
ABB. 60: ROHPROTEINGEHALT. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR ROHPROTEINGEHALT IN % (N=8). DIE WAAGERECHE LINIE STELLT DAS VERSUCHSMITTEL DAR, KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.....	73
ABB. 61: BACKVOLUMEN. FRÜHSAAT IM 2. VERSUCHSJAHR. DARGESTELLT SIND MITTELWERTE FÜR FALLZAHL IN SEC (N=8). DIE WAAGERECHE LINIE ZEIGT DAS VERSUCHSMITTEL AN, KLEINBUCHSTABEN GEBEN SIGNIFIKANT UNTERSCHIEDLICHE WERTE AUF DEM NIVEAU $p \leq 0,05$ AN.....	74

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
BW	Befallswert (nach Bockmann)
CCP	Composite Cross Population
Fs	<i>Fusarium</i> spp.
Ph	<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>
Rc	<i>Rhizoctonia cerealis</i>
TKG	Tausendkorngewicht

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Das Projekt beschäftigt sich mit dem dynamischen Management genetischer Ressourcen. Am Beispiel von Winterweizen-Evolutionsramschen (auch Composite Crosses (CCs) genannt), die seit der F₅ am Versuchsstandort Neu-Eichenberg der Universität Kassel vermehrt werden und sich zu Beginn des Projektes in der F₁₁ befanden, wird die Auswirkung von unterschiedlichen Selektionsumwelten auf heterogene Weizenpopulationen untersucht. Zusätzlich werden in einem partizipativen Züchtungsansatz Saatgut der Populationen an verschiedene Praxisbetriebe abgegeben, die Entwicklung der Populationen an den Standorten verfolgt und die Selektionskriterien der Landwirte dokumentiert.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes in Bezug auf die einschlägigen Ziele des BÖLN

Das Projekt leistet dadurch einen Beitrag zu den Zielen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau, dass es die direkte Entwicklung und Bereitstellung von Pflanzenmaterial für die Ökologische Pflanzenzüchtung beinhaltet. Langfristig ermöglicht die Arbeit darüber hinaus, Antworten auf die Frage zu geben, wie sich Anpassungsprozesse und damit auch Zuchtziele in der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft unterscheiden und auf dieser Basis eine klare Definition und Abgrenzung ökologischer Zuchtziele vorzunehmen.

Die wesentlichen wissenschaftlichen und technischen Arbeitsziele des Projektes beinhalten

- Dokumentation des Verhaltens einer Composite Cross Population (CCP) an unterschiedlichen Anbaustandorten über zwei Jahre im Vergleich mit einer betriebsüblichen Sorte sowie die Dokumentation der Auswirkung natürlicher Selektion an den verschiedenen Orten auf die Population durch einen Vergleichsanbau im Exaktversuch an der Universität Kassel im zweiten Jahr
- Überprüfung, ob der natürliche Selektionsdruck in einem ökologischen und einem konventionellen Anbausystem über mehrere Jahre hinweg zu Unterschieden im Nährstoffaneignungsvermögen der CCPs geführt hat (Exaktversuch)
- Überprüfung, ob durch mehrjährigen Anbau in Breitsaat ohne mechanische Beikrautkontrolle eine Präadaptation an ein Lebendmulchsystem stattgefunden hat
- Zusammenarbeit mit Landwirten, um die Selektionskriterien zu dokumentieren, die die Landwirte an verschiedenen Standorten als wichtig ansehen, sowie die Demonstration des Populationsansatzes on-farm im Rahmen von Feldtagen
- Erhalt und Weiterführung der Evolutionsramsche und Bereitstellung von Saatgut für interessierte Anbauer

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Das Projekt teilt sich in drei Arbeitspakete (AP) auf, die vernetzt und parallel bearbeitet wurden.

AP 1: Anpassungsfähigkeit einer CC Population an neue Bedingungen der Ökologischen Landwirtschaft

- *Anbau auf Praxisbetrieben über zwei Jahre*
- *Exaktversuch zum Vergleich der Populationen im zweiten Jahr*
- *Feldtage für interessierte Landwirte*

AP 2: Einfluss der Anbaugeschichte auf wichtige Populationseigenschaften

- *Auswirkung der Anbaugeschichte auf das Nährstoffaneignungsvermögen unter ökologischen Anbaubedingungen*
- *Untersuchung der Populationen auf ihre Eignung für den Anbau in Mischung mit Weißklee*

AP 3: Weiterführung der CC Populationen zur Bereitstellung für interessierte Landwirte

AP 1: Anpassungsfähigkeit einer CC Population an neue Bedingungen der Ökologischen Landwirtschaft

Eine CC Population wurde an fünf Praxisbetriebe gegeben und dort in zwei aufeinander folgenden Jahren neben einer hofüblichen Winterweizensorte angebaut. Es wurden die Parameter Feldaufgang, Auswinterung, Beikrautbesatz, Bestandsentwicklung, Blatt- und Fußkrankheiten, Ertrag und morphologische Diversität ermittelt, soweit es den teilnehmenden Praxisbetrieben arbeitstechnisch möglich war, dies zu organisieren.

Zusätzlich wurden bei Feldbegehungen leitfadengestützte Interviews mit allen fünf Betriebsleitern geführt, um zu dokumentieren, welche Selektionskriterien für die Landwirte zur Beurteilung der Bestände wichtig sind.

Im zweiten Versuchsjahr wurden die bei den Landwirten vermehrten Populationen zum Vergleich am Standort Neu-Eichenberg in einem Exaktversuch angebaut. Auch in diesem Versuch wurden Feldaufgang, Auswinterung, Beikrautbesatz, Bestandsentwicklung, Blatt- und Fußkrankheiten, Ertrag und Ertragsparameter sowie morphologische Diversität bonitiert und die Backqualitätsparameter Rohproteingehalt, Fallzahl, Sedimentationswert und Feuchtklebergehalt ermittelt.

In beiden Versuchsjahren wurden Feldtage veranstaltet, um die Thematik der Evolutionsramsche einer interessierten Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

AP 2: Einfluss der Anbaugeschichte auf wichtige Populationseigenschaften

Um den Einfluss der Anbaugeschichte auf die CC Populationen zu untersuchen, wurden in den beiden Versuchsjahren 2011/12 und 2012/13 jeweils zwei Exaktversuche auf dem Versuchsbetrieb der Universität Kassel angelegt. Für die Versuche wurde jeweils im Sommer 2011 geerntetes Saatgut der F₁₀ verwendet, um eine echte Versuchswiederholung zu gewährleisten.

Einer der Versuche (Versuch AP 2a) wurde angelegt, um Auswirkung der Anbaugeschichte auf das Nährstoffaneignungsvermögen unter ökologischen Anbaubedingungen zu untersuchen. In diesem Versuche wurden sechs Populationen, die seit der F₅ unter ökologischen Bedingungen nachgebaut worden waren, mit sechs konventionell nachgebauten Populationen sowie drei Referenzsorten verglichen. (Einfaktorielle Blockanlage, vierfach wiederholt).

Neben der N-Aufnahme der Pflanzen zum Schossbeginn, zur Blüte, in Korn und Stroh konnten auch die Parameter Feldaufgang, Auswinterung, Beikrautbesatz, Bestandsentwicklung, Blatt- und Fußkrankheiten, Ertrag und Ertragsparameter, morphologische Diversität und die Backqualitätsparameter Rohproteingehalt, Fallzahl, Sedimentationswert und Feuchtklebergehalt ermittelt werden. Im zweiten Versuchsjahr wurden darüber hinaus Backtests durchgeführt.

Im zweiten Versuch (Versuch AP 2b) sollte die Eignung zweier Populationen für den Anbau in Mischung mit Weißklee untersucht werden. Zwei Populationen, die drei Generationen lang in Breitsaat und ohne mechanische Beikrautregulierung angebaut worden waren, wurden für den Versuch mit und ohne Weißkleeuntersaat angebaut (Split-Plot Design, vierfach wiederholt). Um die Etablierung des Weißkleees vor dem Winter sicherzustellen, wurde bereits im September gesät.

Im ersten Versuchsjahr litt der früh gesäte Weizen massiv unter Kahlfrösten, so dass der gesamte Versuch umgebrochen werden musste. Im zweiten Versuchsjahr stellte die Etablierung des Weißkleees ein Problem dar. Trotz früher Aussaat entwickelte der Klee sich vor dem Winter kaum, auch eine Nachsaat im Frühjahr brachte nicht den gewünschten Erfolg. Hier ist also allenfalls die Auswirkung eines frühen Saattermins auf die Populationen zu betrachten, zum Mischanbau können keine Aussagen getroffen werden.

AP 3: Weiterführung der CC Populationen zur Bereitstellung für interessierte Landwirte

Zur Weiterführung der Populationen wurden auf dem Versuchsbetrieb Neu-Eichenberg der Universität Kassel wie in den vorausgegangenen Jahren 2005-2011 Vermehrungspartzellen angelegt, in denen die Weizenpopulationen der natürlichen Selektion am Standort ausgesetzt sind. Aus entsprechenden Partzellen wurde 2011 das Versuchssaatgut für die Experimente gewonnen, außerdem werden jedes Jahr Rückstellproben eingelagert.

Die Breitsaatpopulationen wurden ebenfalls ohne bewusste Selektion am gleichen Standort weitergeführt.

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Die evolutionäre Pflanzenzüchtung wurde im Laufe des 20. Jahrhunderts von Züchtern und Phytopathologen entwickelt (Suneson, 1956), die ersten CCPs wurden zu Beginn des 20. Jahrhunderts in Kalifornien erstellt (Harlan and Martini, 1929). So wurde zum Beispiel der „barley composite cross II“ durch die paarweise Kreuzung von 28 Gerstensorten (*Hordeum vulgare* L.) in allen möglichen Kombinationen, d.h. 378 verschiedene F₁ Hybriden erzeugt, die dann gemeinsam als Ramsch ohne bewusste Selektion weitervermehrt wurden (Muona et al., 1982).

CCPs sind bisher für Gerste, Weizen (*Triticum aestivum*), Hafer (*Avena sativa*) und *Phaseolus*-Bohnen hergestellt worden (Phillips and Wolfe, 2005), wobei die Gerste zahlenmäßig an erster Stelle steht. Sie stellen wertvolles Ausgangsmaterial zur Erhaltung und Entwicklung züchterisch nutzbarer genetischer Diversität dar (Goldringer et al., 2001; Murphy et al., 2005; Parzies, 2005; Phillips and Wolfe, 2005) und sie können bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt an interessierte Landwirte gegeben werden, um in einem partizipativen Prozess angepasste Populationen zu entwickeln (Dawson et al., 2008). Eine solche Erhaltung und Anpassung von Populationen unter verschiedenen Umweltbedingungen leistet einen wichtigen Beitrag zur Züchtung und auch zur Konservierung genetischer Ressourcen (Döring et al., 2011; Jarvis et al., 2007; Louwaars et al., 2009).

Verschiedene Studien haben sich mit der Anpassung von CCPs an ihre Umweltbedingungen befasst. Suneson (1956) kommt dabei zu dem Ergebnis, es dauere 8 bis 22 Generationen, bis eine CCP das Niveau einer Hohertrags-Liniensorte erreicht habe. Phillips und Wolfe (2005) nehmen an, 15 Generationen unter dem Einfluss der natürlichen Selektion seien ausreichend, um CCPs mit hohem agronomischem Wert zu entwickeln.

Ergebnisse von David et al. (1997) zeigen, dass Weizen CCPs bereits nach acht Generationen der lokalen Anpassung voneinander unterscheidbar waren, und Goldringer et al. (2006) konnten feststellen, dass sich Weizen CCPs nach 10 Generationen unter natürlicher Selektion bezüglich des Wuchstyps und bezüglich des Termins des Ährenschiebens unterschieden.

Es wurde mehrfach beobachtet, dass sich unter natürlicher Selektion auf Dauer die Erträge verbessern (Murphy et al., 2005; Phillips and Wolfe, 2005), und dass sich Resistenzfrequenzen unter entsprechendem Infektionsdruck verändern (Danquah and Barrett, 2002; Paillard et al., 2000a, 2000b).

Der Schwerpunkt der Studien, die sich mit den Reaktionen von CCPs auf unterschiedlichen Krankheitsdruck befassen, liegt auf der Untersuchung von Ephemememehltau (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*) und *Rhynchosporium*-Blattkrankheit (*Rhynchosporium secalis*) bei Getreide. Paillard et al. (2000a, 2000b) fanden, dass sich in Weizen-CCPs die Frequenz der *B. graminis*-Resistenzgene an verschiedenen Orten in Frankreich verschieden entwickelte, und Webster et al. (1986) stellten fest, dass sich die Resistenzgen-Frequenzen für *R. secalis* in einer Gerste-CCP zwischen der F₅ und F₄₅ in Abhängigkeit vom Krankheitsdruck veränderten. In Jahren mit hohem Krankheitsdruck stieg die Frequenz der Resistenzgene an, in Jahren mit weniger Krankheitsdruck nahm sie ab.

Eine wichtige Frage ist, ob Weizenpopulationen sich durch Selbstbefruchtung innerhalb einiger Generationen zu einer Mischung aus homozygoten Linien entwickeln. Interessanterweise bestätigt die Erfahrung dies nicht. So wurden innerhalb diverser Weizenpopulationen Auskreuzungsraten von 2,5 bis 11 % gefunden, die sicherstellen, dass immer wieder neue Genotypen entstehen und somit auch weitere evolutionär bedingte Anpassung stattfinden kann (Goldringer et al., 2001).

Darüber hinaus konnten in Weizen-CCPs ungewöhnlich hohe Mutationsraten nachgewiesen werden (Raquin et al., 2008). Auf dem Weg der Mutation könnten also neue Eigenschaften in erfolgreichen Genotypen erscheinen, ohne dass durch sexuelle Rekombination der genetische Hintergrund auseinander reißt. Man kann davon ausgehen, dass hohe Mutationsraten die große Plastizität von Weizen erklären. Auf Dauer können sie sogar in homozygoten Linien wieder zu Vielfalt führen (Goldringer et al., 2001; Raquin et al., 2008).

2.1 Partizipative Züchtungsansätze

Das Konzept der partizipativen Selektion und Pflanzenzüchtung ist noch relativ jung, die meisten Projekte sind in den vergangenen 15 bis 20 Jahren begonnen worden (Almekinders and Elings, 2001; Sperling et al., 2001). Dennoch werden zahlreiche Projekte seit Jahren in verschiedenen Ländern mit großem Erfolg betrieben (z. B. Almekinders und Elings, 2001; Ceccarelli et al., 2000; Sperling et al., 1993).

Die partizipative Züchtung kann sowohl innerhalb als auch außerhalb konventioneller Pflanzenzüchtungsvorhaben stattfinden und hat vor allem das Ziel, den Bedürfnissen von Landwirten in low-input Systemen wie dem Ökolandbau oder in Entwicklungsländern besser gerecht zu werden. Da Pflanzen meist unter den Bedingungen am besten gedeihen, unter denen sie selektiert wurden, sind Sorten, die für Hohertragsstandorte mit hohem externem Input entwickelt wurden, an weniger optimalen Standorten meist ungeeignet (Almekinders and Elings, 2001; Murphy et al., 2005). In partizipativen Verfahren werden Landwirte direkt an Selektion und Sortenentwicklung beteiligt und ihre individuellen Erfahrungen und Bedürfnisse an die Sorten fließen von Anfang an in die Züchtungsarbeit mit ein.

Viel ist im Bereich der Sortenevaluierung durch Landwirte geforscht worden, ein Prozess, der im Englischen oft als „Participatory Varietal Selection“ bezeichnet wird (Almekinders and Elings, 2001; Sperling et al., 2001). Aber auch Selektionen aus segregierendem Material sind erfolgreich mit Landwirten zusammen durchgeführt worden (Ceccarelli, 2006; Gyawali et al., 2007). Solche Ansätze, die die Landwirte aktiv an der Züchtung beteiligen, werden meist als „Participatory Plant Breeding (PPB)“ bezeichnet.

Auch in Europa und den USA wird PPB vor allem in low-input Systemen unter variablen Umweltbedingungen mehr und mehr angewendet. Partizipative Ansätze zum Erhalt und Weiterentwicklung von Landrassen vor allem von Gemüse werden in einigen Ländern in Europa verfolgt (Osman and Chable, 2009). Für Weizen wurden in den letzten Jahren vor allem in Großbritannien, aber auch in Frankreich große Anstrengungen unternommen, um in partizipativen Ansätzen moderne Weizenlandrassen für den Ökologischen Anbau zu generieren (Dawson et al., 2008; Desclaux et al., 2008; Wolfe et al., 2006).

2.2 Die europäischen Evolutionsrassen

Für europäische Bedingungen wurden im Jahr 2001 in Großbritannien in Zusammenarbeit des Elm Farm Research Centre mit dem John Innes Institute drei Winterweizen-CCPs aus 9, 12 bzw. 20 Sorten hergestellt (Wolfe et al., 2006). Es wurden bewährte europäische Sorten gewählt, ein Schwerpunkt liegt auf Sorten englischer Herkunft. Die Sortenwahl bildet in etwa den Züchtungsfortschritt zu Beginn des 21. Jahrhunderts ab.

Eine der drei Populationen ist das Ergebnis einer Kreuzung aller Eltern (CCP-YQ, 96 Einzelkreuzungen). Die zweite Population ist das Ergebnis einer Kreuzung von Hohertrags-Elternsorten (CCP-Y, 36 Einzelkreuzungen), und für die dritte Population wurden nur die Sorten miteinander gekreuzt, die hohe Backqualität aufwiesen (CCP-Q, 66 Einzelkreuzungen) (Abb. 1).

	Cadenza	Hereward	Maris Widgeon	Mercia	Monnopol	Pastiche	Renan	Renesana	Soisson	Spark	Thatcher	Buchan	Claire	Deben	High Tiller Line	Norman	Option	Tanker	Wembley
Bezostaya	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Cadenza		Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Hereward			Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Maris Widgeon				Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Mercia					Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Monnopol						Q	Q	Q	Q	Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Pastiche							Q	Q	Q	Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Renan								Q	Q	Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Renesana									Q	Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Soisson										Q	Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Spark											Q	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Thatcher												YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ	YQ
Bezostaya												Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Buchan													Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Claire														Y	Y	Y	Y	Y	Y
Deben															Y	Y	Y	Y	Y
High Tiller Line																Y	Y	Y	Y
Norman																	Y	Y	Y
Option																		Y	Y
Tanker																			Y

Abb. 1: Schematische Darstellung der ursprünglichen Einzelkreuzungen zur Erstellung der CCPs.

Alle drei Populationen wurden in England an drei verschiedenen Standorten ohne bewusste Selektion bis zur F₄ vermehrt und dann 2005 nach Frankreich, Ungarn und Deutschland weitergegeben, wo sie sich seitdem unter verschiedenen klimatischen Bedingungen entwickelt haben. Bereits in der F₄ konnte eine deutliche Tendenz zu Ertragssteigerungen gegenüber dem Mittel der Elternsorten sowohl unter konventionellen als auch unter ökologischen Anbaubedingungen festgestellt werden (Wolfe et al., 2006).

2.3 Vorarbeiten mit den europäischen Evolutionsrassen an der Universität Kassel

Im Jahr 2005 wurde Erntegut der F₄ der drei oben beschriebenen CCPs an das Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz im Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften der Universität Kassel weitergegeben. Seither werden die Populationen sowohl ökologisch als auch konventionell (aber ohne Fungizid- und Insektizideinsatz) angebaut. Die CCPs wurden von Anfang an parallel unter ökologischen und konventionellen Anbaubedingungen vermehrt, ab der F₇ stand ausreichend Saatgut zur Verfügung, um auch innerhalb der beiden Systeme jeweils parallele Populationen anzubauen.

Die Führung paralleler Populationen erlaubt es, zufällige Veränderungen in den Populationen von Umwelteinflüssen (z.B. ökologisch versus konventionell) unterscheiden zu können (Goldringer et al., 2006). Die Populationen befinden sich nach der Aussaat im Herbst 2013 in der F₁₃ (**Abb. 2**).

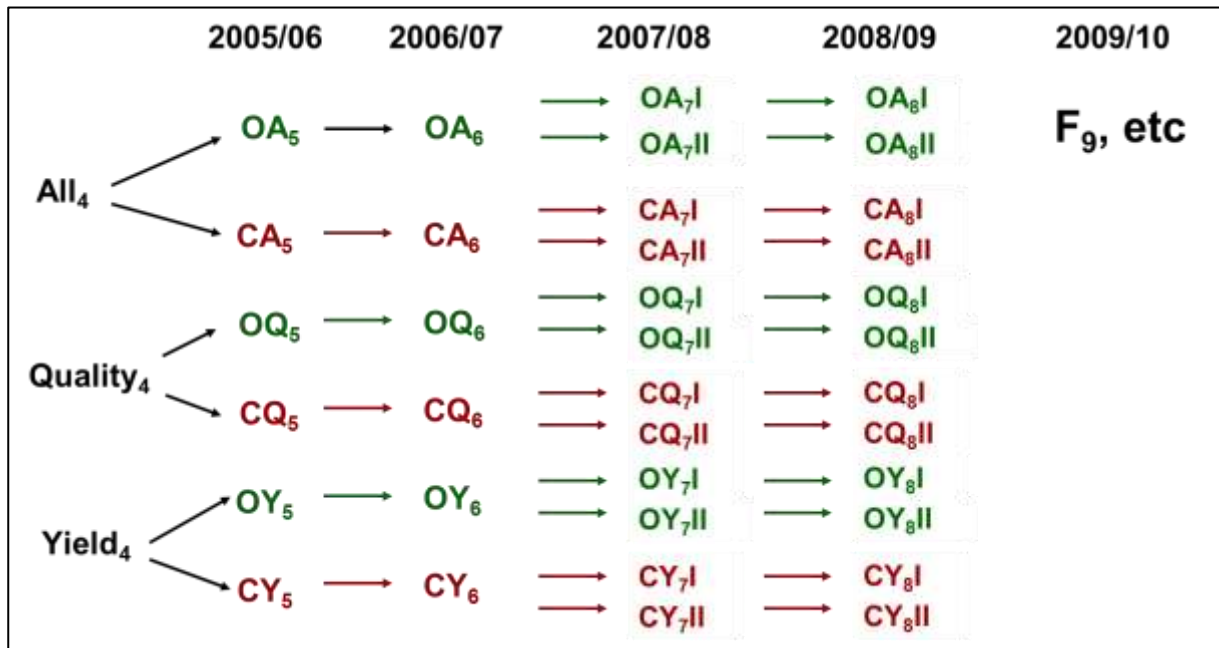


Abb. 2: Schematische Darstellung der Populationsentwicklung seit der F₄ in Witzhausen. O = ökologisch; C = konventionell; A: alle 20 Eltern; Q: 12 Hochqualitätseletern; Y: 9 Hohertragseletern. Die Zahlen beziffern die Generation.

Pro Population werden mindestens 100 m² große Parzellen, also deutlich mehr als 5000 Pflanzen angebaut, um zufällige genetische Drift zu verhindern

Ein wichtiges Ziel der Züchtung für die ökologische Landwirtschaft ist möglichst hohe Konkurrenzkraft gegenüber Beikräutern. Ebenfalls sollte die Bodenbearbeitungsintensität so gering wie möglich gehalten werden, um den Boden zu schonen und Energie einzusparen. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2008 eine Population aus den beiden ökologisch geführten CCP-A zusammengemischt und in zwei parallelen Populationen in Breitsaat angebaut. Die Bestände werden nur einmal im frühen Frühjahr vor dem Schossen gestriegelt. Ansonsten müssen sich die Pflanzen selbst gegenüber den Beikräutern behaupten. Im Jahr 2012/13 befinden sich diese beiden Populationen im fünften Jahr.

Die Erträge der Populationen wurden jedes Jahr erhoben und waren über die Jahre vergleichbar mit gängigen aktuellen Sorten, die zum Vergleich angebaut wurden. Auch die in Breitsaat angebauten Populationen waren stabil im Ertrag. Auch war in Jahren, in denen der Krankheitsdruck hoch war, der Befall in den Evolutionsrassen deutlich geringer als in anfälligen Referenzsorten (Finckh et al., 2010).

3 Material und Methoden

3.1 Versuchsaufbau

Versuch AP 1a ist ein Versuch, der an fünf (2012) bzw. sechs (2013) Praxisstandorten durchgeführt wurde (**Tab. 1, Abb. 2**). Erntegut der OA II F₁₀ (Ernte 2011) wurde im Herbst 2011 an fünf Landwirte verteilt, die auf ihren Betrieben mindestens 400 m² große Parzellen mit dem von der Uni Kassel zur Verfügung gestellten OA II F₁₀ Saatgut anlegten und daneben eine weitere Parzelle mit einer betriebsüblichen Winterweizensorte. Im zweiten Versuchsjahr war vorgesehen, dass die Landwirte die CC-

Population nachbauten und zusätzlich erneut OA II-Erntegut vom Standort NEB (F₁₁, Ernte 2012) erhielten. Die eigene Referenzsorte wurde auch im zweiten Jahr zum Vergleich angebaut.

Für das Anbaujahr 2012/13 konnte ein sechster Landwirt an einem Standort in Südniedersachsen (Gärtnerei Wurzelwerke, Sudershausen, SH) hinzugewonnen werden. (Wedemeyer, siehe. **Tab. 1**). Dieser Betreib erhielt ab Herbst 2012 Saatgut. .

Tab. 1: Übersicht über die teilnehmenden Praxisbetriebe

Betrieb	Region	Bodenart	Bodenpunkte	Höhe	Niederschlag	Temperatur
Georg Schulze-Schilddorf, Maßhalderbuch (MB)	Schwäbische Alb	Mergelrendzinen, toniger bis schluffiger Lehm	ca 33	750 m	780 mm	6,5 °C
Domäne Frankenhäuser, Grebenstein (DFH)	Nordhessen	Hofgeismarer Rötserie, Rötmergel mit teilweiser Lößlehmabdeckung und Auenbereiche der Esse	Spanne: 38-87, Durchschnitt: 60	160-250 m	650 mm	8,5 °C
Werner Vogt-Kaute, Wartmannsroth (WR)	Oberfranken	Buntsandstein, lehmiger Sand	35	280 m	680 mm	8,5 °C
Gut Fahrenbach, Dohrenbach (FB)	Nordhessen	Sandiger Lehm	40	245 m	700 mm	7,9 °C
Uwe Brede, Niederbeisheim (NB)	Nordhessen	Muschelkalkverwitterungsboden	45	260-340 m	580 mm	8,0 °C
Wedemeyer, Gärtnerei Wurzelwerke, Sudershausen (SH)*	Göttinger Umland;	Buntsandsteinverwitterungsböden	ca. 55	ca. 240 m	650 mm	7,8 °C

*Betrieb kam 2012 dazu.

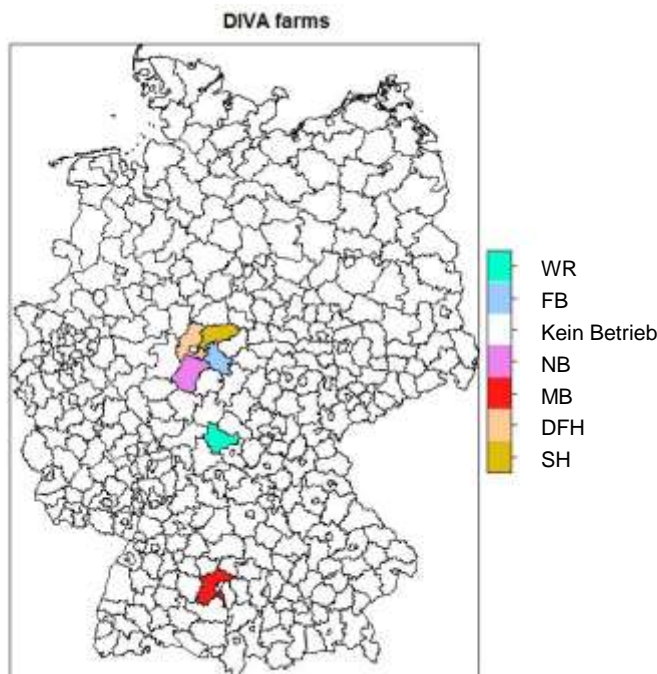


Abb. 3: Überblick über die sechs Praktikerstandorte in einer Kreiskarte von Deutschland. Die Abkürzungen sind in Tab. 1 erklärt.

Versuch AP 1b wurde als Exaktversuch zum Vergleich der Praktikerpopulationen (im Folgenden PPB CCs genannt) angelegt. Alle auf den Betrieben angebauten CCs sowie die eigene OA II F₁₁ wurden in

einem vierfach wiederholten Parzellenversuch angebaut. Somit war der Vergleich der verschiedenen Populationen an einem gemeinsamen Ort möglich. Aus arbeits- und platztechnischen Gründen wurden die AP 1b-Parzellen in den Versuch AP 2a integriert, so dass für AP 1b und AP 2a dieselben Referenzsorten angebaut wurden und auch alle weiteren Versuchsdetails von AP 2a für AP 1b gleichermaßen gelten.

Versuch AP 2a wurde als vierfach wiederholte, randomisierte Blockanlage angelegt. Alle Parzellen wurden doppelt breit angelegt (3 x 11 m), so dass in einer der beiden Teilparzellen die Bonituren und Probennahmen durchgeführt werden konnten, in der anderen die Ernteerhebung. Die Saatedichte betrug in beiden Jahren 350 keimfähige Körner/m².

Als Referenzsorten wurden die im Ökolandbau häufig verwendeten Sorten Achat, Akteur und Capo gewählt, zusätzlich wurde eine Mischung aller 20 Elternsorten angebaut, aus denen die CC-Populationen ursprünglich erstellt wurden. Der Feldaufgang dieser Sortenmischung war im Jahr 2013 aufgrund von lange gelagertem Saatgut aber relativ schlecht und der Pflanzenbestand in den Parzellen blieb im gesamten Versuchsverlauf dünn. Eine Verrechnung der Mischung als Referenzsorte ist deshalb nur begrenzt sinnvoll. Dennoch ist gerade der Vergleich der Populationen mit den Elternsorten sehr interessant, so dass sie aus der Auswertung nicht komplett ausgeschlossen wurden. Wo ein Weglassen der Elternmischung das Ergebnis der statistischen Datenauswertung beeinflusst, wird dies in den Ergebnissen deutlich gemacht.

Der Versuch wurde in beiden Jahren im Oktober, also zu ortsüblichen Terminen angelegt (31.10.11 und 10.10.12). Um diesen Versuchsteil vom deutlich früher gesäten Versuchsteil AP 2b abzugrenzen, wird er im Folgenden trotz des regulären Saattermines häufig als Spätsaat bezeichnet.

Versuch AP 2b diente der Untersuchung von zwei Populationen auf ihre Eignung für den Anbau in Mischung mit Weißklee.

Die Populationen (ehemals eine Mischung aus OA I und OA II) waren über drei Generationen in Breitsaat angebaut worden und sollten mit den beiden OA-Parzellen verglichen werden, die jedes Jahr mit mechanischer Beikrautbekämpfung ökologisch angebaut worden waren. Als Referenz wurde Achat als frühsaatverträgliche Reinsorte angebaut. Die fünf Parzellen wurden vierfach wiederholt und mit und ohne eine Beisat von Weißklee als Lebendmulch (Sorte Lirepa) verglichen (doppelt breit angelegte Split-Plot Parzellen von 11 m Länge, Aussaatstärke 300 keimfähige Körner/m²).

Um die Etablierung des Weißklees noch vor dem Winter zu befördern, wurde der Versuch im Jahr 2011 am 26. September und im Jahr 2012 am 21. September gesät. Im Folgenden wird er in Abgrenzung zum Versuch AP 2a häufig als Frühsaat bezeichnet.

3.3 Datenerfassung

Der Witterungsverlauf am Versuchsstandort Neu-Eichenberg wurde von der dortigen Wetterstation aufgezeichnet.

Blattkrankheiten

Die Dokumentation der Blattkrankheiten erfolgte durch eine einmalige Bonitur, in der die nicht-grüne Blattfläche in Prozent (1-100 % in Einserschritten) geschätzt wurde. Die drei obersten Blattetagen wurden getrennt voneinander bonitiert, aus mindestens sechs Schätzwerten pro Parzelle und Blattetage wurde je ein Mittelwert gebildet.

Fußkrankheiten

Zur Bonitur der Fußkrankheiten wurden an fünf bis sechs Stellen pro Parzelle Halme mit der Wurzel ausgerissen (insgesamt mindestens 30 Halme).

Tab. 2: Boniturschlüssel für Fußkrankheiten

0	Kein Befall
1	Weniger als 50 % des Halmumfangs befallen
2	50 – 100 % des Halmumfangs befallen
Nur <i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>	
3	Morscher Halm, abgeknickt

Die Pflanzen wurden für kurze Zeit gekühlt zwischengelagert und die Wurzeln unmittelbar vor der Bonitur mit einem Hochdruckreiniger gereinigt, um anhaftende Erde und Blattscheiden zu entfernen. Bonitiert wurden alle auftretenden Krankheiten (*Fusarium spp.*, *Rhizoctonia cerealis* und *Pseudocercospora herpotrichoides*) sowie ihre Kombinationen nach dem Boniturschlüssel in Tab. 1

Tab. 1

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

Morphologische Diversität

Um die morphologische Diversität der Populationen zu erfassen, wurde pro Parzelle an 50 Einzelhalmen die Halmlänge in cm-Schritten von Boden bis Ähre und die Ährenlänge in 0,5 cm-Schritten von erstem gefülltem Ährchen bis Spitze (ohne Grannen) gemessen.

Ertrag

Die Versuchsparzellen wurden im ersten Versuchsjahr mit einem Parzellenmähdrescher Typ Hege 125 C (Schnittbreite 1,5 m) gedroschen, im zweiten Versuchsjahr mit einem Parzellenmähdrescher von Haldrup (C-60, Schnittbreite ebenfalls 1,5 m). Die weitere Reinigung des Erntegutes erfolgte mit einer Getreidekleinreinigung des Typs Windfeger Goldsaat 500. Siebgröße Obersieb: Langloch 4 mm, Untersieb Langloch 2 mm.

Die Teilstückerträge wurden auf dt/ha umgerechnet und auf 14 % Restfeuchte standardisiert.

Zur TKG-Bestimmung wurden 500-700 Körner mit einer Körnerzählmaschine (Numigral) gezählt und anschließend gewogen. Das TKG wurde an nicht nachgetrockneten Körnern bestimmt und ihr TKG anschließend auf das TKG bei 14 % Restfeuchte umgerechnet.

Backqualität

Fallzahl, Sedimentationswert, Rohproteingehalt und Feuchtklebergehalt wurden vom Labor Aberham, Großaitingen, bestimmt (Fallzahl: ICC 107 Hagberg-Perten, Sedimentationswert: ICC 116, Rohprotein:

ICC 105/1 Kjeldahl, Feuchtkleber: ICC 137 (ICC 106/2). Alle vier Parameter wurden gepoolt über die vier Wiederholungen durchgeführt. Der Rohproteingehalt wurde ergänzend auch aus dem Stickstoffgehalt der Körner berechnet (N-Gehalt in % * Faktor 5,7).

Die Fallzahl wird in Sekunden bestimmt, der Sedimentationswert in ml, Rohproteingehalt und Feuchtklebergehalt in %. Zur Interpretation der Ergebnisse siehe **Tab. 1**.

Tab. 3: Interpretation der Backqualitätsparameter Fallzahl, Sedimentationswert, Rohprotein- und Feuchtklebergehalt (nach Arbeitsgruppe Getreidequalität im Ökolandbau.; Diepenbrock, 1999; Kirsch and Odenthal, 1993; Klingler, 1995)

Qualitätsparameter	Wert	Definition	Anmerkungen
Fallzahl in sec.	<180	Schlecht	Zeigt starken Auswuchs an, nicht backfähig
	180-239	Mäßig	Kräftiger Trieb, starke Bräunung, schlechter Ausbund
	240-280	Gut	Mittlerer Trieb, gute Teige
	>28	Schlecht	Geringer Trieb, harte Kruste, schwache Bräunung
Sedimentationswert in ml	<22	Gering	
	23-29	Befriedigend	
	30-34	Gut	
	35-40	Sehr gut	
	>40	Aufmischqualität	
Feuchtklebergehalt in %	< 20	Zu gering	
	20-23	Gering	
	24-25	Noch befriedigend	
	26-27	Befriedigend	
	28-30	Gut	
	<30	Sehr gut	
Rohproteingehalt in %	<10,5	Niedrig	
	10,5-12,5	Mittel	Ab 11,5 % Vermarktung als Brotweizen
	12,5-16,5	Hoch	Ab 14 % Aufmischweizen

Im zweiten Versuchsjahr wurde zusätzlich ein Backtest mit Vollkornschrot durchgeführt (ebenfalls Labor Aberham), dieser Test erfolgte vierfach wiederholt. Bei Vollkornbacktests ist ein Backvolumen ab 400 ml als sehr gut anzusehen, 350 bis 400 ml ist gut, unter 350 ml mäßig und 330 ml und darunter schlecht (Aberham, mdl. Mitt).

Den Teigen wurde keine Ascorbinsäure zugesetzt, allerdings war es durch die in einigen Fällen extrem hohen Fallzahlen notwendig Malzmehl zuzusetzen, was auch beim Rapid-Mix-Test standardmäßig getan wird, um ein Auseinanderlaufen der freigeschobenen Brote zu verhindern.

N_{min} Bodenproben

Die N_{min}-Verfügbarkeit im Boden wurde vor und nach dem Winter und zur Blüte in drei Tiefen (0-30, 30-60, 60-90 cm) gemessen. Dazu wurden an mindestens 12 Einstichstellen pro Tiefe und Versuchswiederholung mit dem Göttinger Bohrstock Proben gezogen und gemischt. Die Proben wurden bis zur

Analyse bei -18 °C gelagert und nach den Vorgaben der VDLUFA (1991) in 0,01 molarer CaCl₂-Lösung aufgearbeitet und analysiert.

N-Gehalt

Der N-Gehalt der ganzen Pflanzen wurde zum Beginn des Schossens (BBCH 30) und zur Blüte (BBCH 59/61) bestimmt. Weiterhin wurde der N-Gehalt im Stroh sowie in den Körnern gemessen.

Zur Bestimmung des N-Gehaltes in den Pflanzen wurden in den mittleren Reihen der Versuchspartellen an einem trockenen Tag mindestens 300 g Frischmasse geschnitten und sofort bei 60 °C für 72 h getrocknet. Die getrockneten Proben wurden gemahlen (Schneidmühle, Retsch, Typ SM 1) und der Stickstoffgehalt mit dem Elementaranalysator vario MAX CHN (Firma Elementar Analysesysteme GmbH) bestimmt.

Für die Bestimmung des N-Gehalts im Stroh wurde nach dem Drusch der Einzelähren das Stroh zurückbehalten, getrocknet (60 °C, 72 h), gemahlen und analysiert; für die N-Bestimmung im Korn wurden Proben aus den Mähdruschpartellen getrocknet (ebenfalls 60 °C, 72 h), gemahlen (Ultrazentrifugalmühle, Retsch, Typ ZM 2) und im Elementaranalysator analysiert.

3.4 Datenanalyse

Die Daten wurden mit SPSS (Version 20) verrechnet.

Alle Daten wurden auf Normalverteilung der Residuen (Shapiro-Wilk Test und Q-Q Plots) und auf Varianzhomogenität (Levene-Test) geprüft und bei Bedarf transformiert. Bei Prozentwerten erfolgte die Arcussinuswurzeltransformation, bei Messwerten die logarithmische Transformation.

$$x_p = \arcsin\left(\sqrt{\frac{y_p}{100}}\right)$$

x_p = transformierter Beobachtungswert,

y_p = Beobachtungswert in %

$$x_m = \log(y_m + 1)$$

x_m = transformierter Beobachtungswert,

y_m = Beobachtungswert als Messwert

Waren Normalverteilungsannahme sowie die Voraussetzung der Varianzhomogenität erfüllt, erfolgte die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) mit dem nachfolgenden Tukey-B-Test zur Feststellung signifikanter Mittelwertunterschiede.

War Normalverteilung der Daten aber keine Varianzhomogenität gegeben, wurde der Games-Howell post hoc Test angewendet, wo auch keine Normalverteilung der Daten zu erreichen war, wurde mit dem nichtparametrischen Kruskal-Wallis-H-Test gerechnet.

Da schon vor der Durchführung der Varianzanalyse Hypothesen darüber bestanden, welche Gruppen sich bezüglich ihrer Mittelwerte unterscheiden könnten, wurden lineare Kontraste zwischen diesen a priori definierten Gruppen berechnet. Lineare Kontraste finden dann Anwendung, wenn der Vergleich bestimmter Gruppen innerhalb der analysierten Daten interessiert. Mit linearen Kontrasten lassen sich innerhalb der analysierten Daten auch neue Gruppen bilden, die miteinander verglichen werden können.

In diesem Fall waren Unterschiede zwischen den Populationsgruppen All, Quality und Yield sowie Unterschiede zwischen Populationen und Referenzsorten und Unterschiede zwischen den Anbausystemen von Interesse.

Um mögliche Unterschiede im AP 2b Split Plot zu finden, wurde eine zweifaktorielle ANOVA gerechnet. Da sich keine statistisch signifikante Auswirkung des Faktors Kleeuntersaat zeigen ließ, wurde der gesamte Datensatz nachfolgend in einer einfaktoriellem ANOVA (mit acht Wiederholungen statt vier) verrechnet.

Graphisch dargestellt sind immer die untransformierten bzw. rücktransformierten Daten.

Blattkrankheiten

Für die Blattkrankheiten erfolgte die Auswertung der Daten sowohl getrennt für die einzelnen Blatttagen (F, F-1 und F-2) als auch für die gesamten Pflanzen. Zur Berechnung des Gesamtpflanzenbefalls wurden die drei oberen Blatttagen im Verhältnis 4:3:3 gewichtet, da ihre Assimilationsfläche eine unterschiedliche Relevanz für den Ertrag hat. Es ist davon auszugehen, dass das Fahnenblatt einen höheren Beitrag zur gesamten Korntrockenmasse liefert als die Ähre und die übrigen Blätter (Lupton, 1969). Da die F-2-Blätter teilweise schon so weit abgestorben waren, dass eine Schätzung der nicht-grünen Blattfläche nicht mehr möglich war, wurde auch der Pflanzenbefall der beiden oberen Blatttagen mit der Gewichtung 4:3 berechnet.

Fußkrankheiten

Zur Auswertung des Fußkrankheitsbefalls wurden die nach dem Boniturschlüssel festgelegten Werte in Befallswerte (BW) umgerechnet. Die Umrechnung erfolgte nach folgender Formel:

$$\text{Gesamtbefallswert:} \quad \text{BW ges} = (x_1 + x_2 * 2 + x_3 * 4) / n * 25$$

$$\text{Befallswert } Pseudocercospora \text{ herpotrichoides (p):} \quad \text{BW p} = (x_1 + x_2 * 2 + x_3 * 4) / n * 25$$

$$\text{Befallswert } Fusarium \text{ (f)} \quad \text{BW f} = (x_1 + x_2 * 2) / n * 25$$

$$\text{Befallswert } Rhizoctonia \text{ cerealis (r):} \quad \text{BW r} = (x_1 + x_2 * 2) / n * 25$$

Wobei x_n die Anzahl Halme mit Boniturnote n ist.

4 Ergebnisse

4.1 Klimadaten

Der Witterungsverlauf im Winter 2011/12 war in vielen Bundesländern ausgesprochen ungünstig für Winterungen und führte zu hohen Einbußen. Nachdem der Dezember und Januar mild und nass gewesen waren, setzte im Februar Dauerkahlfrost mit Temperaturen bis -20 °C ein, der etwa drei Wochen andauerte. Nach dem Ende des Frostes fehlten etwa drei Wochen lang alle Niederschläge, so dass die kältegeschädigten Pflanzen noch zusätzlich noch Trockenstress ausgesetzt waren. Im Gegensatz dazu war der Winter 2012/13 zunächst mild, in den Monaten Februar und März schneereich und das Frühjahr kühl. Der Sommer 2013 war regenreich, was alles zusammen zu einer späten Ernte beitrug (16.08.2013) (**Abb. 4**).

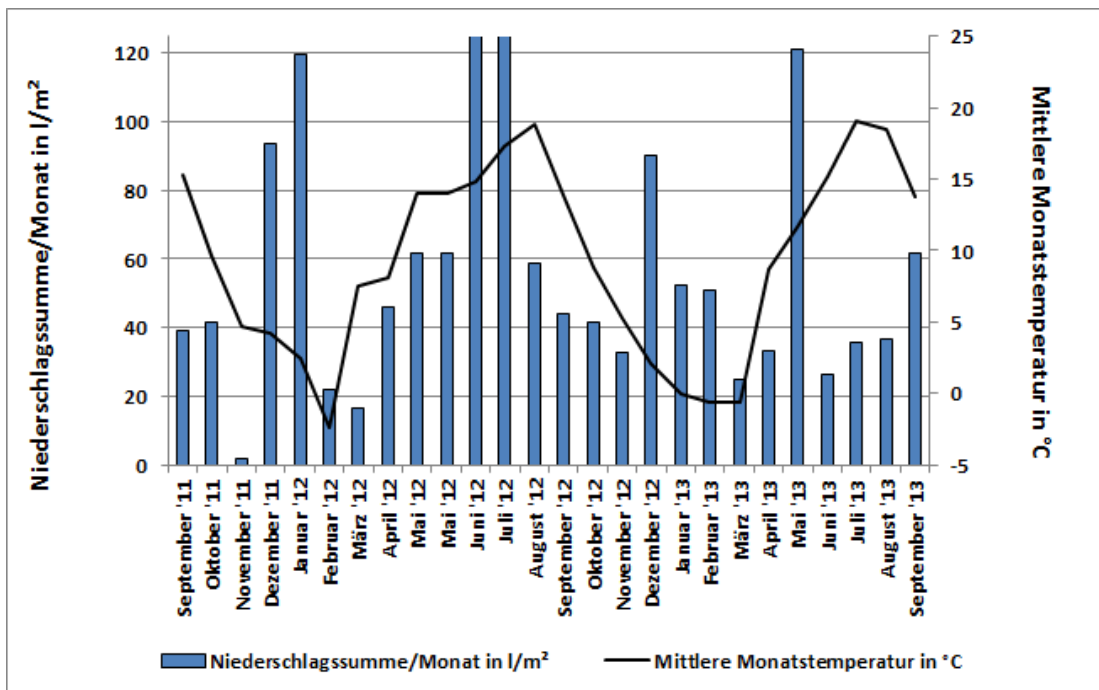


Abb. 4: Witterungsverlauf am Standort Neu-Eichenberg von September 2011 bis Mai 2013.

4.2 Nmin-Daten

Die Nmin-Verfügbarkeit in drei Bodenschichten wurde für die Fröhsaat vor Winter, nach Winter und zur Blüte gemessen (**Abb. 5**), für die Spätsaat wurde sie nach dem Winter 2011/12, zur Blüte 2012, vor und nach Winter 2012/13 und zur Blüte 2013 dokumentiert (**Abb. 6**). In der Spätsaat fehlen die Daten vor Winter 2011/2012. Bei der Spätsaat konnte zur Blüte 2012 in 60-90 cm nicht beprobt werden, weil der Boden zu trocken war.

Im ersten Jahr der Spätsaat sind die Werte nach Winter im Frühjahr 2012 77 kg/ha, und bei der Blüte 15 kg/ha.

Über den Winter 2012/13 fand sowohl in der Früh- als auch in der Spätsaat eine deutliche Verlagerung des N-min in die tieferen Schichten statt. In beiden Jahren waren zur Blüte geringe bis keine Mengen

an N-min in 60-90 cm zu finden. Vor Winter betrug der durchschnittliche gesamt N-Min Gehalt bei der Fröhsaat 67 kg/ha, nach Winter 51 kg/ha und zur Blüte nur noch 20 kg/ha (**Abb. 5**). Im Gegensatz dazu betrug der Gesamt Nmin Gehalt bei der Spätsaat vor Winter 119 kg/ha, nach Winter 82 kg/ha und zur Blüte 26 kg/ha (**Abb. 6**).

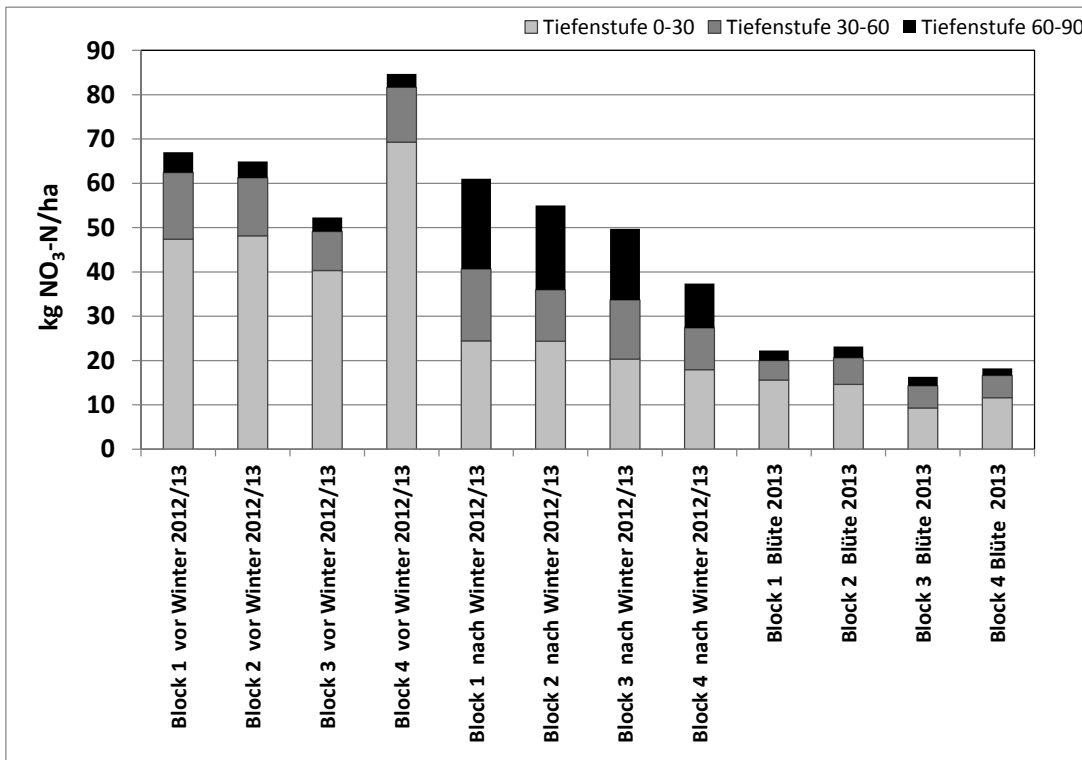


Abb. 5: Nmin-Verfügbarkeit in den Fröhsaatparzellen in drei Bodenschichten (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) zu drei Zeitpunkten.

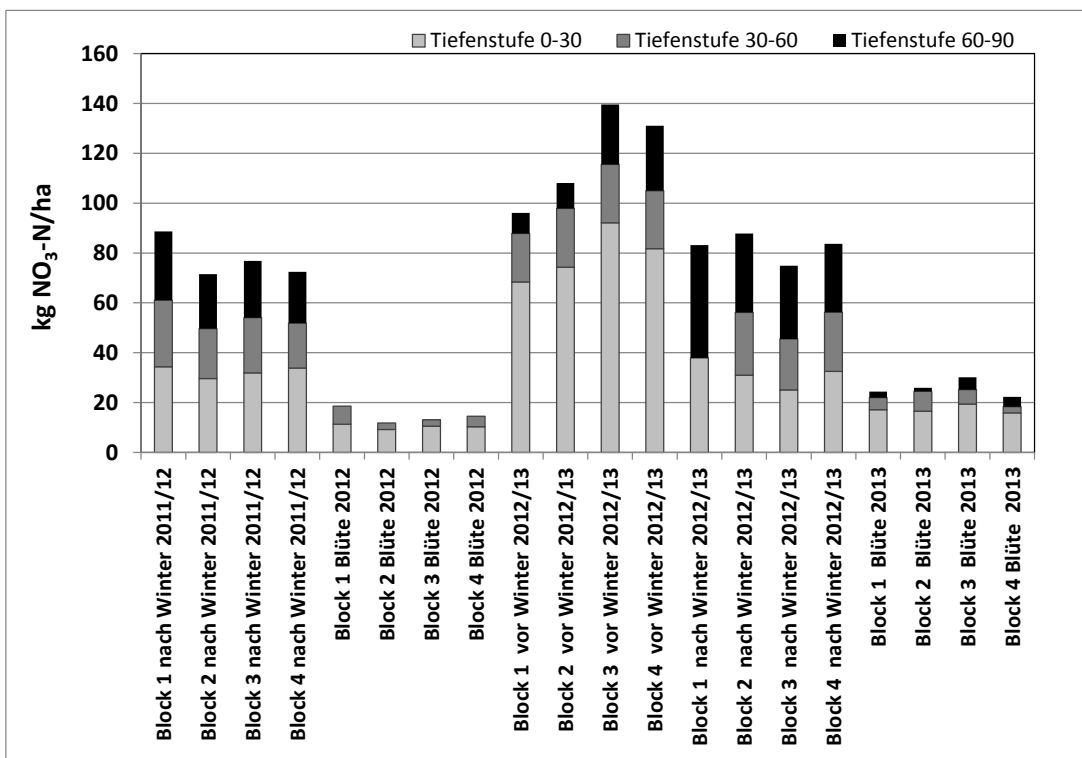


Abb. 6: Nmin-Verfügbarkeit in den Spätsaatparzellen in drei Bodenschichten (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm) zu fünf Zeitpunkten.

4.3 Ergebnisse AP 1 - Anpassungsfähigkeit der CCA Populationen an neue Bedingungen der Ökologischen Landwirtschaft

4.3.1 AP 1a - Anbau auf Praxisbetrieben über zwei Jahre

Die CC-Populationen wurden 2011 an den fünf Standorten Niederbeisheim (NB), Gut Fahrenbach (FB), Domäne Frankenhausen (DFH), Maßhalderbuch (MB) und Wartmannsroth (WR) angebaut (siehe Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., **Abb. x**). Die starken und lang andauernden Kahlfröste im Februar 2012 führten an den Standorten NB und WR zu Totalausfällen durch Auswinterung. An den drei anderen Standorten konnten die Bonituren weitestgehend wie geplant durchgeführt werden.

Im Herbst 2012 erfolgte die Neuaussaat der CC-Populationen. An den Standorten FB, DFH und MB, an denen es eine eigene CC-Ernte gegeben hatte, wurde ein Nachbau der Population (genannt OA FB, OA DFH bzw. OA MB) neben einer betriebsüblichen Referenzsorte und CC-Saatgut der nächsten Generation (OA II NEB F11) vom Standort Neu-Eichenberg (NEB) bei Witzenhausen ausgesät. An den Standorten NB und WR sowie am Standort SH wurde lediglich die CC-Population OA II NEB F11 neben einer Referenzsorte ausgesät. Somit gab es im Sommer 2013 drei Standorte mit zwei Populationen und einer Referenzsorte und drei Standorte mit einer Population und einer Referenzsorte. Einen Überblick gibt Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden..

Tab. 4: Überblick über die angebauten CC-Populationen und Sorten an den Praxisstandorten im 2. Versuchsjahr

	Niederbeisheim	Gut Fahrenbach	Domäne Frankenhausen	Maßhalderbuch	Wartmannsroth	Sudershausen
Betriebssorte 2012/13	Butaro	Naturastar	Achat	Wiwa	Achat	Achat
Eigener CC Nachbau	nein	ja	ja	ja	nein	nein
CC Nachbau Witzenhausen	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Summe Versuchspartzellen (mind. 400 m ²)	2	3	3	3	2	2



Abb. 7: CC-Bestand am Standort MB (links) und Öko-Sortenversuch am selben Standort (rechts). Starker Gelbrostbefall bei einigen Sorten.

Insgesamt waren die Bestände an allen Standorten wenig mit Blattkrankheiten befallen und Bonituren lohnten kaum. Eine Ausnahme war das Jahr 2012 am Standort MB. Dort war der Befallsdruck durch

Gelbrost (*Puccinia striiformis*) in anfälligen Sorten relativ hoch, die Populationen blieben aber gesund (**Abb. 6**).

Fußkrankheiten konnten im ersten Jahr auf den drei erfolgreichen Standorten und im zweiten Jahr auf fünf Standorten (ohne MB) bonitiert werden. *Fusarium* Fußfäule ist die vorwiegende Krankheit, gefolgt von Halmbruch (*Pseudocercospora herpotrichoides*). *Rhizoctonia cerealis* spielt kaum eine Rolle (**Abb. 6**). Mit Ausnahme des Standortes WR 2013 (Gesamtbefallswert = 33,9) liegen alle Befallswerte im moderaten Bereich. In MB 2012 ist fast kein Befall zu verzeichnen.

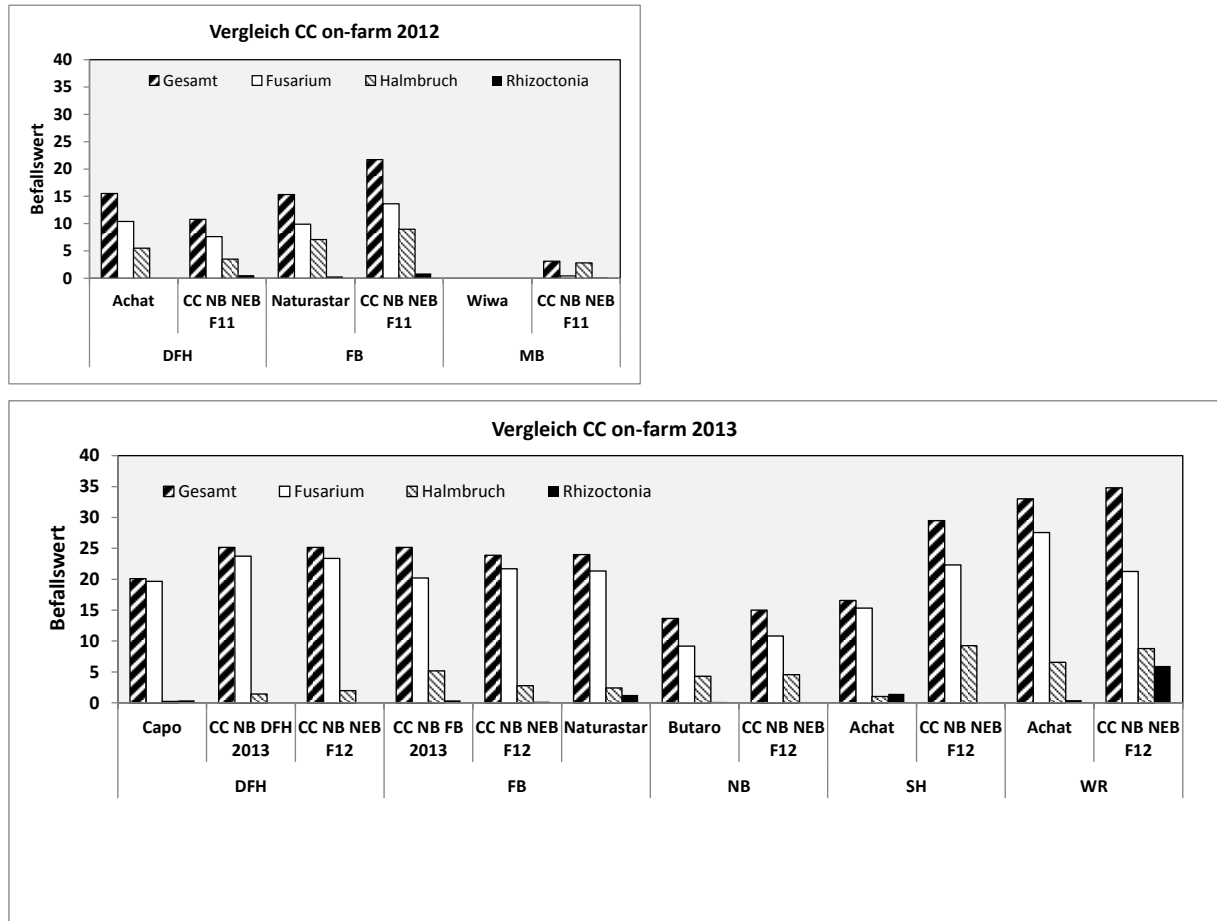


Abb. 8: Befallswerte mit Fußkrankheiten on-farm in den beiden Versuchsjahren. CC NB NEB ist die Population, die die Landwirte aus Witeznhausen erhielten (F11 in 2011, F12 in 2012). CC NB mit den Kürzeln der Landwirte ist der Nachbar im zweiten Jahr on-farm im Jahr 2012/13.

Leider wurden nicht aus allen Standorten vollständige Ertragsdaten geliefert. So fehlen die Daten für die Referenzsorte DFH 2013 und die Erträge aus MB und NB und WR 2013. Diese Daten sind zum Teil durch Berater erhoben worden, die die Daten noch nicht geliefert haben. Es wird erwartet, dass die Daten noch nachgeliefert werden, da die Versuche bei den Landwirten weiter laufen. Da grundsätzlich Großparzellen auf den Betrieben angelegt wurden, kann innerhalb der Betriebe keine statistische Verrechnung erfolgen. Die Daten sind preliminär, weil unvollständig und nur deskriptiv abgebildet (**Abb. 6**). Mit Ausnahme von FB 2012 unterscheiden sich die Erträge der Populationen meist kaum von den Erträgen der Referenzsorten

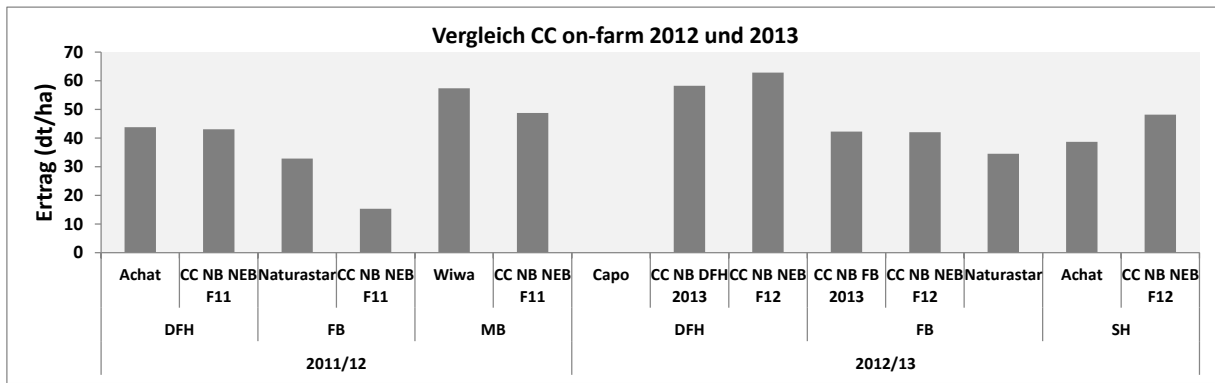


Abb. 9: Befallswerte mit Fußkrankheiten on-farm in den beiden Versuchsjahren. CC NB NEB ist die Population, die die Landwirte aus Witeznhausen erhielten (F11 in 2011, F12 in 2012). CC NB mit den Kürzeln der Landwirte ist der Nachbau im zweiten Jahr on-farm im Jahr 2012/13.

Die Qualitätsuntersuchungen für die Praxisbetriebe wurden einfach durchgeführt. Im Jahr 2012 liegen die Rohproteingehalte der Populationen zwischen 10,6 und 12,2 %, 2013 zwischen 10,5 und 13,4%. 2012 fehlen die Daten für die Referenzsorten, 2013 liegt Achat bei 9,6 und 11% in SH bzw., WR, Werte deutlich unter den Populationen an diesen Standorten. Naturastar in FB liegt bei 11,3, vergleichbar zu den Populationen. Die Feuchtklebergehalte reflektieren die Rohproteinwerte und liegen zwischen 18,2 % (Achat in SH 2013) und 30,9 % (CC NB NEB F12 in DFH 2013) (**Abb. 6**).

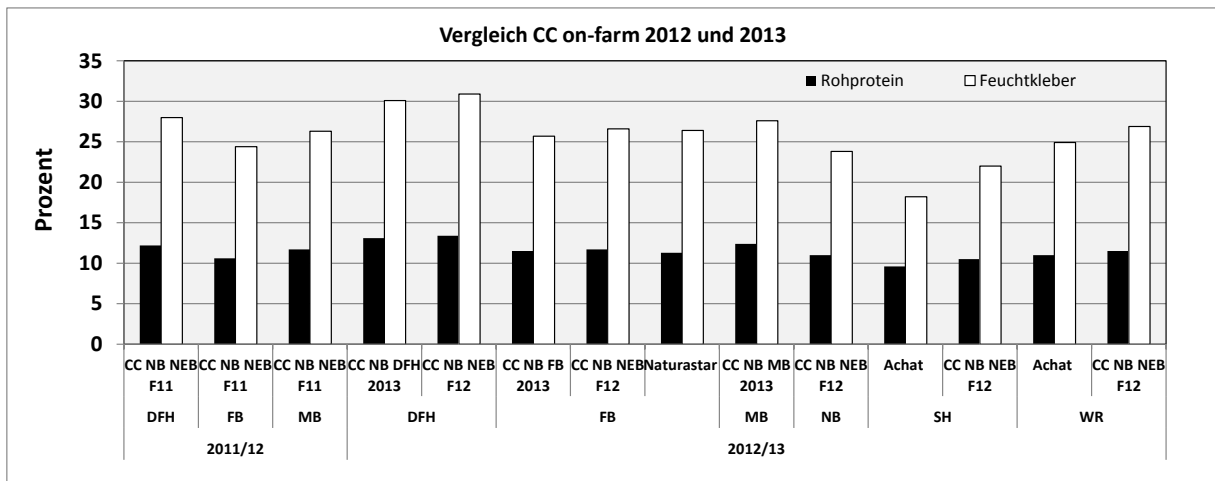


Abb. 10: Rohprotein und Feuchtklebergehalte der Populationen und Referenzsorten auf den Praxisbetrieben 2012 und 2013. Ergebnisse liegen einfach vor.

Die Sedimentationswerte liegen in den Populationen im Jahr 2012 zwischen 26 und 35 ml, im Jahr 2013 zwischen 27 und 43 ml. Für Achat liegen die Werte 2013 bei 29 und 33, für Naturastar bei 36. Die Fallzahlen liegen 2012 bei den Populationen noch im guten Qualitätsbereich zwischen 250 und 295 sec. Im Jahr 2013 sind sie deutlich variabler und meist höher zwischen 341 und 477 sec außer einem sehr geringen Wert von 189 sec in MB. Achat liegt bei 330 und 375 sec, Naturastar bei 413 sec (**Abb. 6**).

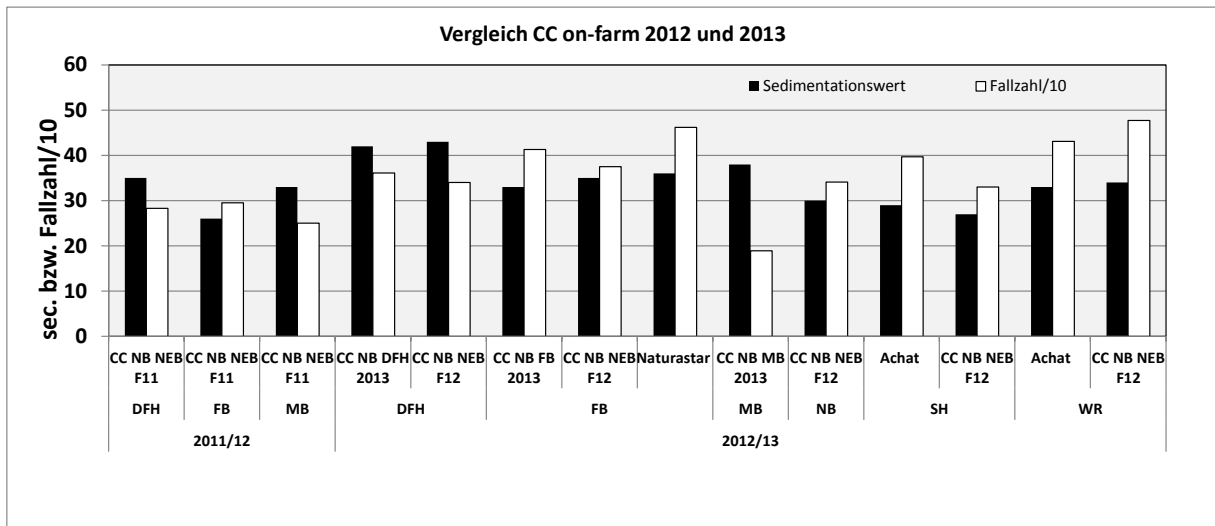


Abb. 11: Sedimentationswerte (in ml) und Fallzahl (sec, die Werte sind zehnfach verkleinert dargestellt) der Populationen und Referenzsorten auf den Praxisbetrieben 2012 und 2013. Ergebnisse liegen einfach vor.

Interviewergebnisse

Im Sommer 2012 wurden alle fünf Landwirte (genannt LW1 – LW 5), die eine Composite Cross Population auf ihrem Betrieb anbauten, in leitfragengestützten Interviews zu ihrer Beurteilung der Bestände befragt. An den Standorten von zwei Landwirten waren die Bestände so stark ausgewintert, so dass eine konkrete Einschätzung des Bestandes kaum möglich war, die Interviews wurden dennoch geführt. Die Befragungen erfolgten im Zeitraum Anfang Juni bis Mitte Juli 2012. Die Ergebnisse sind in Tab. 5 zusammengefasst.

Tab. 5: Zusammenfassung der Interviewergebnisse

Leitfrage	Zusammengefasste Antwort
Auf welcher Fläche wird der CC angebaut, kurze Beschreibung? Warum dort?	<p>LW 1: Direkt im Anschluss an den Landessortenversuch auf einer hofnahen Fläche nach zweijährigem Klee gras. 35 Bodenpunkte, geschützte Lage, allgemein raue Bedingungen, kurze Vegetationszeit.</p> <p>LW 2: Boden: Löß. Weizen wird generell eher auf den Lößstandorten und wenige rauf den tonigen Standorten angebaut. Fruchtfolge: Sechsgliedrig mit 30% Getreideanteil. Der Weizen steht entweder an erster Stelle der FF nach Klee gras oder wie hier gegen Ende der FF nach Möhre.</p> <p>LW 3: Die Bodenpunkte sind bei 35. Buntsandstein. Neigung zu Staunässe. Durchschnittserträge auf diesem Standort: ca. 35dt. Fruchtfolge: Klee(2Jahre), Weizen, Nackthafer, Dinkel, Wintererbsen oder Weiße Lupine, wenn's eine gibt und im letzten Jahr Dinkel.</p> <p>LW 4: Bodenpunkte: 40, lehmiger Sand CCP wurde auf dieser Fläche angebaut, weil es von der Fruchtfolge her passte (Weizen steht nach 2jährigem Klee gras in einer sechsgliedrigen FF) und weil dieser Standort einen ausreichend großen homogenen Bereich bietet.</p> <p>LW 5: Boden: 7ha großer Schlag mit leichter Hangneigung; Bodenpunkte: 28 – 60, im Bereich der Population ca. 45. Muschelkalkverwitterung. Fruchtfolge: 2Jahre Rotklee, Weizen, Gerste, Triticale/Roggen, Ackerbohne/Erbse, abtragendes Getreide. Alle drei bis vier Jahre eine Leguminose, Wechsel zwischen Sommerung und Winterung. Wegen ausschließlicher Samenverwertung nach Rotklee ca. 200 – 300 kg N im Boden. Seit 12 Jahren pfluglose Bodenbearbeitung. Grund für Wahl dieser Fläche: Nachbarschaft zu Butaro, dessen Genetik auf diese Weise nach und nach in die Population eingekreuzt werden soll.</p>

<p>Warum haben Sie sich bereit erklärt, an dem on-farm Versuch teilzunehmen?</p>	<p>LW 1: Auf Anfrage von Maria Finckh. Bereits zu Zeiten des Studiums in Witzenhausen Interesse an CCP.</p> <p>LW 2: keine Angaben</p> <p>LW 3: Positive Erfahrungen mit der Population innerhalb eines Parzellenversuches, der seit zwei Jahren schon auf dem Hof durchgeführt wird.</p> <p>LW 4: Wurde von Frau Finckh angesprochen.</p> <p>LW 5: „Die Zucht liegt uns am Herzen.“ Der Aspekt der Standortanpassung und die Potentiale für eine bäuerliche Züchtung.</p>
<p>Haben Sie bereits Erfahrungen mit dem Anbau von CCs, Landsorten, Populationen usw.?</p>	<p>LW 1: Nein. Es werden verschiedene alte Getreidesorten angebaut. Im LSV wurden Züchtungen von Berthold Heyden mit aufgenommen. Außerdem: Diplomarbeit zu Sortenmischungen.</p> <p>LW 2: Nein.</p> <p>LW 3: Erfahrungen mit Erhaltungszüchtung der EFB33, mit Ackerbohnenpopulationen und Interesse an Maispopulationen.</p> <p>LW 4: keine Angaben</p> <p>LW 5: Ja Seit 16 Jahren Saatgutvermehrung (u.a. Gelbsenf Landsorte) Züchtung von Ackerbohnen (Sorte Billbo und Populationen) und anderen Leguminosen.</p>
<p>Wie beurteilen Sie die Population, die Sie dieses Jahr angebaut haben? Was gefällt, was nicht?</p>	<p>LW 1: Beurteilung hinsichtlich Witterung: Keinerlei Probleme mit Auswinterung, da es zur Zeit der starken Fröste eine Schneedecke gab. Gute Entwicklung, die allgemein etwas gebremst wurde durch trockenes, kaltes Frühjahr. Bereits zu Beginn des Schossens große Variation in CCP erkennbar, was positiv beurteilt wird.</p> <p>LW 2: Beurteilung hinsichtlich Witterung/Vorfrucht: Milder November, in dem Population noch gut aufgelaufen ist. Kahlfröste in Januar und Februar haben nur zu sehr leichter Auswinterung geführt. Trockenes kühles Frühjahr hat den Weizen allgemein geschwächt. Keine Unterschiede zu Weizen mit Vorfrucht Klee gras erkennbar, aber Unterscheide vorhanden hinsichtlich der Standorte. Population und Referenzsorte stehen- wie allgemein der Weizen auf dem Betrieb nicht so üppig wie in anderen Jahren.</p> <p>LW 3: Erfahrung über die letzten Jahre: Population hat sich bislang besser präsentiert, als aufgrund der Zusammensetzung mit v.a. britischen Eltern zu erwarten gewesen wäre (für diesen Standort eignet sich eher Probstdorf-Genetik)</p> <p>Entwicklung hinsichtlich der Witterung: Sowohl Referenzsorte als auch Population gleichermaßen stark ausgewintert wegen exponierter Lage.</p> <p>LW 4: Insgesamt: Heterogener Eindruck der Population stört/ist gewöhnungsbedürftig. Entwicklung: Zu Beginn, im Winter sehr gut. CCP entwickelte sich besser als Referenzsorte und ist weniger ausgewintert. Seit Anfang Mai hat Referenzsorte deutlich aufgeholt. Die Population ist zurückgeblieben und konnte das Unkraut nicht unterdrücken.</p> <p>LW 5: Beurteilung hinsichtlich Witterung/Vorfrucht: Bis Ende Januar standen Population und Butaro gleichermaßen super. Danach durch starke Kahlfröste sehr starke Auswinterung. Insofern keine weitere Beurteilung möglich.</p>
<p>Wie sieht die Population aus im Vergleich zu einer Winterweizen-Liniensorte, die Sie dieses Jahr anbauen? Wo ist die Population überlegen, wo die Liniensorte?</p>	<p>LW 1: Vergleich Population/Wiwa/LSV: Beurteilung hinsichtlich Krankheiten: Insgesamt relativ gesund, manche sind leicht befallen mit Gelbrost, aber der Pilz kann aufgrund der genetischen Vielfalt nicht so richtig zuschlagen. (Es gab eine relativ starke Gelbrostepidemie am Standort. Einige Sorten aus dem LSV waren zu 100% befallen.) Unkrautunterdrückung aufgrund hoher Diversität mäßig im Vergleich zu Sorten aus dem LSV, die über planophile Blattstellung verfügen (wie z.B. Wiwa)</p> <p>LW 2: Vergleich Population/Achat: Keine gravierenden Unterscheide hinsichtlich Auswinterung, Unkrautunterdrückung, Bestandeshöhe und -dichte und Krankheitsbefall Zur Beurteilung hinsichtlich Krankheiten zu früh, da noch kein Pilzdruck vorhanden</p> <p>LW 3: In letzten Jahren: Sie war auf ähnlich hohem Niveau, wie die modernen Vergleichssorten, was sehr positiv zu bewerten ist.</p> <p>LW 4: Insgesamt: Population scheint schwieriger zu sein. Aber man müsste sich sicher auch mehr drauf einstellen. Entscheidend ist auch, was CCP in Verwertung für Vorteile bietet.</p>

	<p>Seit vielen Jahren sehr zufrieden mit Sorte Naturastar, was inzwischen auch die einzige Weizensorte ist, die noch auf dem Betrieb angebaut wird.</p> <p>Schlechte Unkrautunterdrückung der CCP aufgrund von geringerer Homogenität und einem insgesamt weniger hohen Bestand.</p> <p>Ertragseinschätzung: sicherlich 1/3 weniger als Referenzsorte.</p> <p>Krankheiten: In unteren Blattetagen ist CCP etwas weniger von Pilzen (Septoria) befallen als Referenzsorte, ansonsten sind keine Unterscheide auszumachen.</p> <p>LW 5: Alle fünf Sorten und die Population haben unter den Kahlfrösten gelitten.</p>
<p>Wie würden Sie selektieren? Was sind wichtige Merkmale, auf die Sie achten würden bei der Selektion?</p>	<p>LW 1: Selektionsziel allgemein: Brotgetreide</p> <p>Morphologie: Langstrohig, großer Abstand zwischen Ähre und Fahnenblatt, planophile Blattstellung, langes, breites Fahnenblatt, begrannte, lange und gut gefüllte Ähre. Insgesamt kräftige und stabile Pflanze. Sollte gesund und konkurrenzstark sein und über ein hohes Durchwurzelungsvermögen verfügen.</p> <p>Qualitäten: Sehr gute Backqualität und Eiweißwerte. Aber auch „innere Werte“ sind wichtig. Unsicherheit, ob die erwünschten morphologischen Eigenschaften sich mit den erwünschten Qualitäten vereinbaren lassen.</p> <p>LW 2: Selektionsziel allgemein: Für Saatgutvermehrung steht Gesundheit im Vordergrund. Hier am Standort wäre das v.a. eine breite Braunrostresistenz. Ertrag ist wichtiger als Qualität (hohe Feuchtklebergehalte etc.)</p> <p>Morphologie: Tendenziell langstrohige, kräftige Sorten mit guter Unkrautunterdrückung. Lange dicke Ähren.</p> <p>LW 3: Selektionsziel: Futterweizen für Legehennen: d.h. sowohl Ertrag, als auch hohe Eiweißgehalte (Aminosäure!) auf extensivem Standort.</p> <p>Morphologie: Langes Stroh aufgrund des mageren Standortes, Grannen aufgrund guter Erfahrungen mit begrannten Sorten.</p> <p>LW 4: Negativselektion: Genotypen mit sehr harten, glasigen Körnern, da sie sich nicht für den Vermarktungsweg „Müsligetreide an Haushalte“ eignen.</p> <p>Positivselektion: Langstrohige (wegen Unkrautunterdrückung und Strohbedarf für die Mutterkühe) und Pflanzen mit langen Ähren</p> <p>Allgemein: Selektion auf Backqualität</p> <p>LW 5: Selektionsziel allgemein: Backweizen</p> <p>Vorgehen: Einkreuzung von Butaro (wegen guter Protein- und Klebergehalte und Steinbrandresistenz) durch Anbau in direkter Nachbarschaft über mehrere Generationen. Dann Selektion in Richtung größerer Einheitlichkeit der Population.</p> <p>Erwünschte Eigenschaften: Agronomischer Wert, terminierte Abreife, Frohwüchsigkeit, Gesundheit, gute Unkrautunterdrückung, gute Qualität und guter Ertrag.</p> <p>Morphologie: Langes Stroh, breite, horizontale Blätter. Letzteres steht allerdings im Widerspruch zu Erfahrung der letzten Jahre, dass E-Weizen eher schlanke Typen sind.</p>
<p>Was würden Sie sich wünschen, wie die Population in fünf Jahren aussehen soll?</p>	<p>LW 1: Wenn möglich in Richtung des unter Punkt 6 beschriebenen Typs. Dabei sollte Population aber weiterhin hohe Diversität behalten, da Diversität auch Stabilität bedeutet. Wichtig ist gleichmäßige Abreife.</p> <p>Wunsch, die Population weiter unter „natürlicher Selektion“ zu beobachten. Vermutung, dass sich konkurrenzstarke Pflanzen mit hoher Fitness und einer Robustheit gegenüber den schwierigen Wetterbedingungen des Standortes durchsetzen. Weiterhin wird vermutet, dass die Population auf längere Sicht zu Wildpflanzeigenschaften tendieren würde, die nicht mehr die Qualitäten hätte, „die für uns als Mensch notwendig“ sind.</p> <p>LW 2: Müsste erstmal über einen längeren Zeitraum beobachtet werden.</p> <p>LW 3: Zunächst geht es auch darum, die Population erst mal kennen zu lernen. Ansonsten: s.o.</p> <p>LW 4: : keine Angaben</p> <p>LW 5: Beobachtung der Population über die Jahre um die Typen zu ermitteln, die am besten an den Standort angepasst sind. Diese werden dann selektiert.</p> <p>Ziel ist weitgehende Homogenität: „eine bestimmte Richtung“, „ein Sortentyp“.</p>

<p>Wie beurteilen Sie den CCP Züchtungsansatz allgemein? 1)Wo sehen Sie Stärken und Schwächen? 2)Wie beurteilen Sie die derzeitigen Regelungen zum Sortenschutz hinsichtlich der Vermarktung von CCP-Weizen?</p>	<p>LW 1: Aspekt der partizipativen Züchtung: Hofsorte gehört eigentlich zum Idealbild eines Hoforganismus, aber: viele Landwirte haben nicht das Potential zur Züchtung, es fehlt die Zeit für eigene Selektion, es lohnt sich finanziell nicht. Hohe Qualitäten können nicht nebenbei erzielt werden → Den Bereich Züchtung kann die Landwirtschaft nicht leisten. Dieses Feld sollte eher professionellen Züchtern, wie Peter Kunz überlassen werden.</p> <p>Aspekt des Sortenschutzes: Unproblematisch. Der derzeitige Abnehmer des Weizens (ein regionaler Bäcker) würde Weizen nicht aufgrund fehlender Sorten Anerkennung ablehnen. Er interessiert sich in erster Linie für eine hohe Qualität und Regionalität. Hofsorte/Population ist eher ein zusätzliches positives Merkmal.</p> <p>LW 2: Sortenschutz: Wichtig, dass „bäuerliche Sorten“ in irgendeiner Weise geschützt sind, dass sie Allgemeingut bleiben. Und, dass die Arbeit honoriert wird.</p> <p>LW 3: Allgemein: Wie erfolgsversprechend der Anbau von einer Weizenpopulation sein kann, muss sich erst zeigen, sicherlich schwieriger als Mais oder Ackerbohnen.</p> <p>Stärken/Schwächen: Selektion in Richtung einer Futtereignung vermutlich einfacher, weil sich im Erntegut ertragsstärkere Typen eher durchsetzen. Hohe Backqualität zu verwirklichen ist vermutlich schwieriger.</p> <p>Sortengesetzgebung: Derzeit keine Lösung auf Ebene des BSA in Sicht. Gangbares System zur Vermarktung: Clubsorte (es gibt bereits einschlägige Erfahrungen mit Hafer und Ackerbohnen)</p> <p>Vermarktung an Mühlen: Nicht ganz einfach. Aufklärungsbedarf! Es gab schon positive Erfahrungen mit einigen Mühlen bzgl. Sortenmischungen, daran ließe sich anknüpfen.</p> <p>LW 4: Zunächst neuer, unbekannter Ansatz, selbst zu züchten und zu selektieren mit sicherlich einigem Potential. Grundsätzlich auch vorstellbar, selbst aktiv zu werden.</p> <p>Sortengesetzgebung eher kein Thema: Populationen würden auf hofüblichen Vermarktungswegen nicht abgelehnt werden. Einschätzung sogar eher, dass Naturkostgroßhandel „regionale Landsorte“ begrüßen würde.</p> <p>LW 5: 1) Guter Ansatz besonders hinsichtlich Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Umwelten und dem Potential eine bäuerliche Saatgutproduktion zu entwickeln. „Ich kann mir nicht vorstellen, dass es so einfach geht, aber wir müssen das erstmal für ein paar Jahre beobachten.“</p> <p>2) Sortenschutz: Grundsätzlich positiv als ausreichender Schutz für Bauern und Züchter gleichermaßen. Allerdings: die derzeitigen Qualitätskriterien im Weizen sind politisch und nicht praktisch begründet (Hinweis auf Dissertation von Ludger Linnemann in Gießen). Politische Arbeit notwendig, um Weizenpopulationen als Populationssorte auch im Sortenschutz zu verankern. Strategie: Population zunächst als Clubsorte über „Bäuerliche Saatzeit EG“ vermarkten. Wenn sie sich bewährt hinsichtlich Qualität und agronomischer Eigenschaften, muss das BSA davon überzeugt werden. „Ziel darf nicht sein, eine Clubsorte zu entwickeln, Ziel muss schon sein, darauf auch den Sortenschutz zu bekommen.“</p>
<p>Würden Sie in Erwägung ziehen, die Population auf einer größeren Fläche anzubauen, auch außerhalb des Versuchs?</p>	<p>LW 1: Ja. Großes Interesse an Züchtung. Allerdings fehlt derzeit die Zeit dafür. Großes Interesse, den Versuch weiter zu verfolgen.</p> <p>LW 2: Ja. Wenn sie die entsprechenden Erträge und Qualitäten liefert und ein Markt für das Saatgut vorhanden wäre.</p> <p>LW 3: Ja. Wobei Weizen nicht die wichtigste Kultur auf dem Betrieb ist. Außerdem begrenzender Faktor: Steinbrand Bodeninfektion auf Betrieb.</p> <p>LW 4: Im Moment: Nein. Entspricht weder ackerbaulichen Erwartungen noch Ertragsersparungen (soweit bisher abschätzbar).</p> <p>LW 5: Ja.</p>
<p>Wie vermarkten Sie derzeit Ihr Getreide? (Könnten Sie sich Alternativen vorstellen?)</p>	<p>LW 1: Nur Direktvermarktung an regionalen Bäcker mit mehreren Filialen, der seine Bioschiene weiter ausbauen will. Ein kleiner Teil des Getreides wird am Hof verfüttert.</p> <p>LW 2: Naturland Marktgesellschaft: Saatgut. Perspektivisch: Bäuerliche Saatzeitgenossenschaft.</p> <p>LW 3: Legehennenfutter (wird nicht vermarktet, sondern an eigene Hühner verfüttert).</p> <p>LW 4: An eigene Bäckerei, über den Naturkostgroßhandel (in kleinen Gebinden für Haushalte), das restliche Getreide wird als Futtergetreide vermarktet.</p> <p>LW 5: Bäuerliche Saatzeit EG, Naturland Warengesellschaft</p>

	Es gibt auf jeden Fall Mühlen und Bäcker die sich überzeugen lassen von Population. Bäcker und Mühlen müssen technische Be- und Verarbeitungsmöglichkeiten ausnützen und müssten auch darin geschult werden.
Gibt es Bedarf nach Austausch mit anderen Landwirten, die an dem Projekt teilnehmen? Wäre eine Art Züchtungstraining erwünscht?	<p>LW 1: Ja. Austausch geschieht bereits durch die Integration der CCP in den LSV, wo regelmäßig Führungen für Interessierte (Bauern) durchgeführt werden.</p> <p>LW 2: Ja. Züchtung prinzipiell interessant. Jedoch hoher (finanzieller) Aufwand. Mit der bäuerlichen Saatzuchtgenossenschaft wäre Plattform für Austausch bereits vorhanden</p> <p>LW 3: Ja. Es ist wichtig über Feldtage etc. das Thema an Landwirte zu tragen. Ein Züchtungstraining, in dem Möglichkeiten aber auch Grenzen aufgezeigt werden, wäre sicherlich auch sinnvoll.</p> <p>LW 4: Ja. Es wäre vor allem sehr interessant, die Population im Vergleich auf anderen Flächen zu sehen.</p> <p>LW 5: Ja. Züchtungstraining wäre erwünscht. Evtl. nach Vorbild des im Winter geplanten Trainings für Landwirte die bei der Bohnenvorstufenselektion partizipieren. Wir müssen Züchtung wieder selbst in die Hand nehmen.</p>

Die Landwirte schätzen die CC-Bestände alles in allem kaum besser oder schlechter ein als die Sorten, die sie auf ihren Betrieben anbauen. Die Selektionskriterien, die sie im Gespräch anführen, variieren nach eigenen Kriterien (**Abb. 12**).

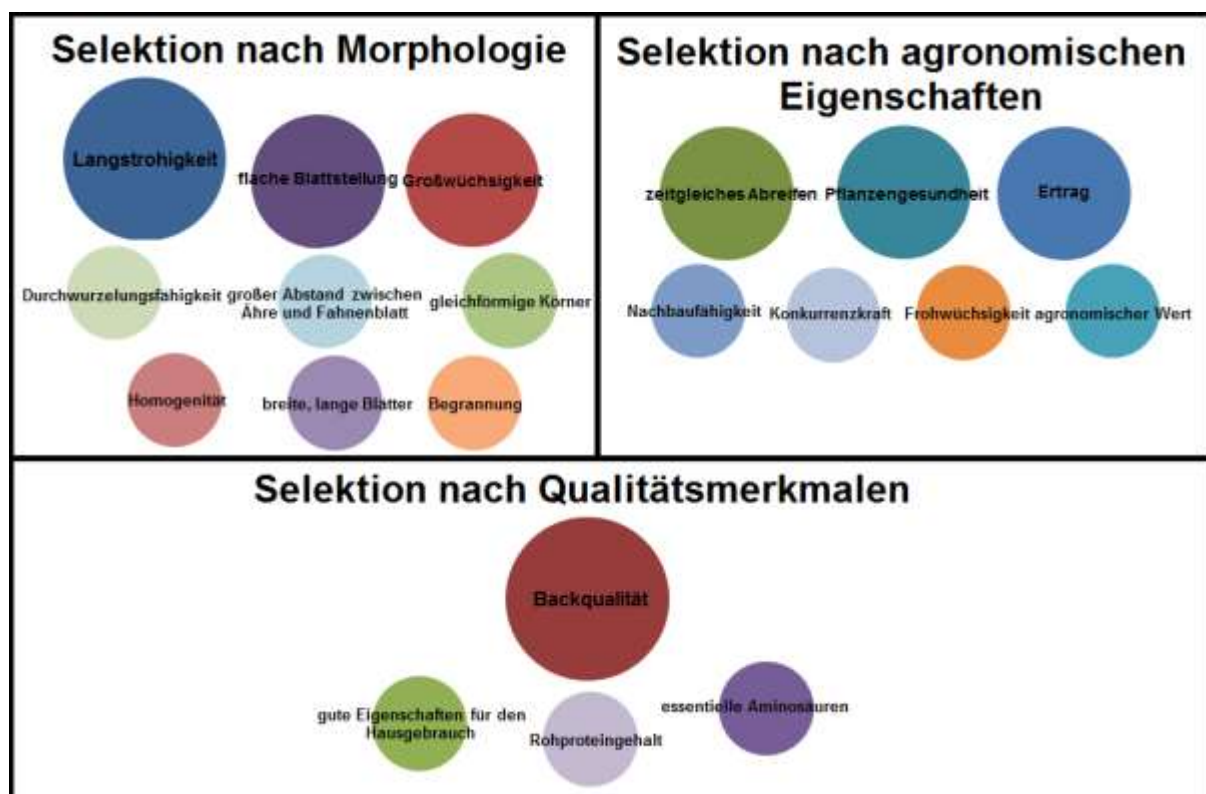


Abb. 12: Schaubild zur Darstellung der genannten Selektionskriterien. (Große Blasen = 3 Nennungen, mittelgroße Blasen = 2 Nennungen, kleine Blasen = eine Nennung).

Da alle fünf Landwirte ihr Getreide entweder direkt vermarkten, verfüttern, in der eigenen Bäckerei verbacken oder eng mit lokalen Bäckern kooperieren, sehen sie in der fehlenden Sortenankennung der Populationen kein großes Problem. Vier der fünf Landwirte können sich vorstellen, CCs auch auf

größeren Flächen anzubauen, vorausgesetzt, dass die erforderlichen Qualitätskriterien (vor allem guter Ertrag und gute Backqualität) zuverlässig erfüllt werden. Sie äußern allerdings Zweifel, ob Züchtung wirklich so einfach ist, ob Landwirte quasi nebenbei die nötigen Qualitäten herausselektieren können.

AP 1a– Zwischendiskussion

Der Nachbau auf den Praxisbetrieben ist soweit die klimatischen Bedingungen es zuließen gelungen. Schwierig gestaltete sich die Gewinnung der Daten, die zum Teil noch nicht vorliegen. Dies liegt an der extremen Arbeitsbelastung der Landwirte bzw. Berater, die kooperierten. Trotzdem sind alle Landwirte außer DFH weiterhin interessiert und bauen auch ein drittes Jahr die Populationen in 2013/14 im Rahmen eines Folgeprojektes (Core Organic COBRA) an. Sowohl die Erträge als auch die Qualitäten der Populationen fallen insgesamt nicht ab gegenüber den Referenzsorten, soweit diese mit erfasst wurden. Kein offensichtlicher Unterschied ist zwischen dem ersten und zweiten Nachbaujahr in den drei Standorten sichtbar. Insgesamt wird es mehrere Jahre in Anspruch nehmen, um Unterschiede zu sehen. Der Vergleich der länger unterschiedlich angebauten Populationen (siehe unten AP 2a) legt diese Vermutung nah.

4.3.2 AP 1b - Exaktversuch zum Vergleich der Populationen im zweiten Jahr

Blattkrankheiten – Ergebnisse

Bei der Bonitur der Blattkrankheiten wurde der prozentuale Anteil der nicht-grünen Blattfläche erfasst. Neben der Bonitur der einzelnen Blattetagen wurde auch der Gesamtbefall der drei obersten Blattetagen errechnet. Da das F-2 Blatt zum Boniturtermin oft schon stark vergilbt war, wurde auch eine Berechnung des Gesamtbefalls der zwei obersten Blattetagen durchgeführt. Wo sich dadurch signifikant andere Ergebnisse ergaben, werden beide Ergebnisse vorgestellt, im Übrigen bezieht sich die Darstellung des Gesamtbefalls auf die drei obersten Blattetagen

Die Spannweite der Daten liegt beim Gesamtbefall mit Blattkrankheiten für die drei Blattetagen gemeinsam zwischen 6,9 % (Achat) und 10,3 % (Akteur) (Abb. x), das Versuchsmittel liegt bei 9,1 %. Für das Fahnenblatt beträgt die Spanne 2,1 % (Achat) bis 3,4 % (FB), das Versuchsmittel liegt bei 2,8 %. Für F-1 beträgt die Spanne 6,8 % (Achat) bis 10,6 % (Akteur), das Versuchsmittel liegt bei 9,1 %. Für F-2 beträgt die Spanne 13,4 % (Achat) bis 19,9 % (Akteur), das Versuchsmittel liegt bei 17,4 % (Daten nicht gezeigt). Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt für den Gesamtbefall aller drei Blattetagen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Sorten Achat und Akteur (**Abb. 13**), bei der Berechnung von nur zwei Blattetagen tritt dieser Unterschied nicht mehr auf.

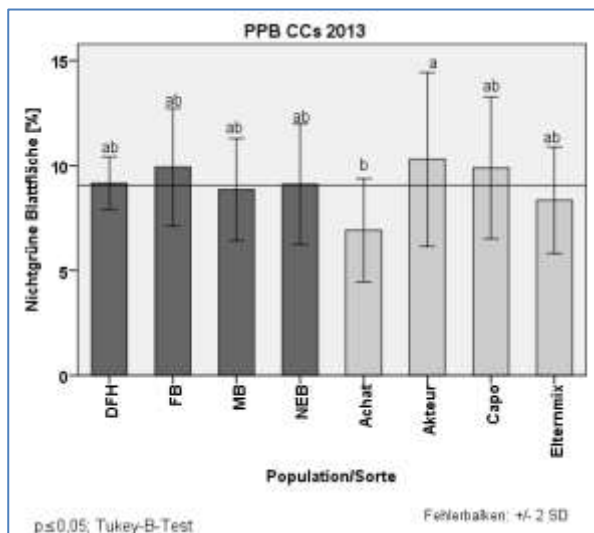


Abb. 13: Blattkrankheiten, Gesamtbefall. Vergleich der PPB CCs im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte der nicht-grünen Blattfläche in % (mittlere Befallswerte aus $n=4$ mit Gewichtung 4:3:3 der drei Blättagen), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an. DFH = Domäne Frankenhausen, FB = Gut Fahrenbach, MB = Maßhalderbuch, NEB = Neu-Eichenberg.

Ebenfalls statistisch signifikante Unterschiede ergibt die varianzanalytische Verrechnung der Daten für das Fahnenblatt (F), auch hier liegt der Befall der Referenzsorte Achat signifikant unter den übrigen Sorten und Populationen, während der Befall der Population FB signifikant höher ist. Die Werte liegen allerdings alle unter 4% Befall und sind daher als nicht ertragsrelevant einzustufen.

Gleiches zeigt sich beim Fahnenblatt-2 (F-2), auch hier ist Achat signifikant schwächer befallen, Akteur hingegen signifikant stärker. Für das Fahnenblatt-1 (F-1) ergibt die varianzanalytische Verrechnung keine signifikanten Unterschiede (Daten nicht dargestellt).

Blattkrankheiten – Zwischendiskussion

Es zeigt sich im Vergleich der PPB Populationen mit den Referenzsorten vor allem die geringe Schwankung zwischen den einzelnen Populationen. Ein Jahr Vermehrung an unterschiedlichen Standorten hat bezüglich der Resistenzen gegen Blattbefall offenbar keine gravierenden Unterschiede der Populationen bewirkt.

Da der Befallsdruck insgesamt sowohl 2011/12 als auch 2012/13 auf den Betrieben sehr gering war, war ein Einfluss auf den Parameter Blattkrankheiten aber auch kaum zu erwarten. Änderungen bei Anfälligkeiten gegenüber Gelbrost konnten nicht beobachtet werden, da dieser Erreger am Versuchstandort keine Rolle spielte. Bei höherem Befallsdruck hätten die Populationen sich möglicherweise stärker angepasst.

Fußkrankheiten – Ergebnisse

Die Bonitur der Fußkrankheiten wurde für *Pseudocercospora herpotrichoides* (Ph), *Rhizoctonia cerealis* (Rc) und *Fusarium* spp. (Fs) wie oben beschrieben durchgeführt.

Der Anteil der verschiedenen Befallsklassen schwankt je nach Sorte und Population leicht. Bei keiner der Sorten oder Populationen tritt aber ein hoher Anteil der Befallsklassen 2 und 3 auf (**Abb. 14**).

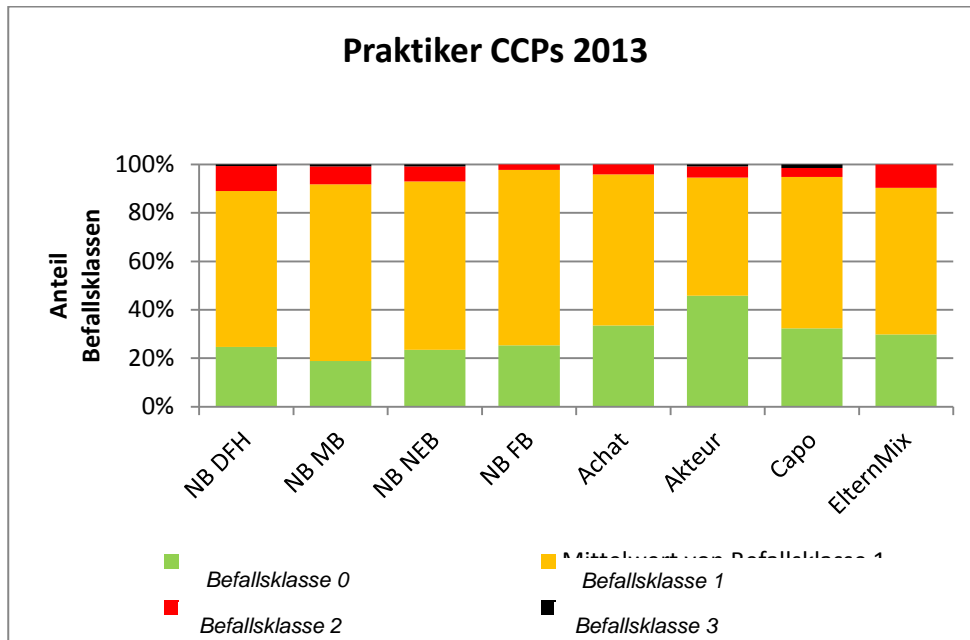


Abb. 14: Fußkrankheiten, Gesamtbefall durch die Erreger *Pseudocercospora herpotrichoides*, *Rhizoctonia cerealis*, und *Fusarium spp.* Vergleich der Praktiker-CCs im 2. Versuchsjahr am Standort Neu-Eichenberg (NEB). Verteilung der Befallsklassen 0-4. (Dargestellt ist jeweils der mittlere prozentuale Anteil der bonitierten Halme pro Befallsklasse. NB= Nachbau; DFH, FB,, MB, NEB = Standort der Vermehrung im Vorjahr (Siehe Tab. 1 für Details). .

- Die Befallswerte für den Vergleich der Praktiker-Populationen liegen für den Gesamtbefall zwischen 15,1 (Akteur) und 22,8 (NB MB), das Versuchsmittel liegt bei 19,6.
- Für Ph beträgt die Spanne 0,6 (NB FB) bis 5,4 (Capo), das Versuchsmittel liegt bei 2,7.
- Für Rc beträgt die Spanne 0,0 (NB MB, Akteur, Capo) bis 1,5 (Mischung der Elternsorten), das Versuchsmittel liegt bei 0,4.
- Für Fs beträgt die Spanne 13,0 (Akteur) bis 20,4 (NB MB), das Versuchsmittel liegt bei 17,1 (**Abb. 15**).

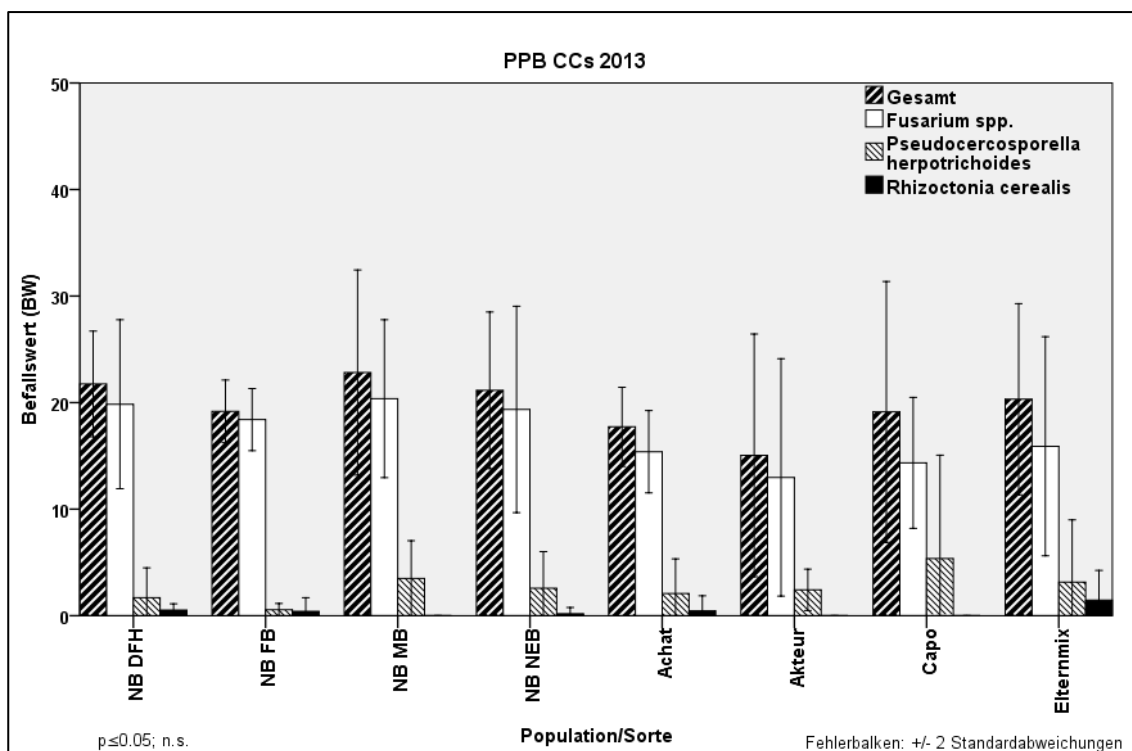


Abb. 15: Fußkrankheiten. Vergleich der Praktiker-CCs im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind die mittleren Befallswerte für Ps, Rc, Fs und Gesamtbefall (n=4). DFH = Domäne Frankenhausen, FB = Gut Fahrenbach, MB = Maßhalderbuch, NEB = Neu-Eichenberg.

Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt weder für die einzelnen Krankheiten noch für den Gesamtbefall statistisch signifikante Unterschiede.

Ein Gruppenvergleich mittels linearer Kontraste zeigt für den Vergleich der Populationen mit den Referenzsorten für den Gesamtbefall und für Fs einen statistisch absicherbaren Unterschied (**Tab. 6**).

Tab. 6: Befall mit Fußkrankheiten bei den Populationen und Referenzsorten (Gesamtbefall, Fusarium, Pseudocercospora, Rhizoctonia).

Vergleichsgruppe 1	Vergleichsgruppe 2	Gesamtbefall 1	Gesamtbefall 2	p-Wert	Fusarium-Befall 1	Fusarium-Befall 2	p-Wert	Pseudocercospora Befall 1	Pseudocercospora Befall 2	p-Wert	Rhizoctonia Befall 1	Rhizoctonia Befall 2	p-Wert
PPB CCS	Ref. sorten	21,2	17,3	0,018 *	19,5	14,2	0,039 *	2,1	3,3	0,395	0,3	0,1	0,477
PPB CCS	Eltern- mix	21,2	20,3	0,795	19,5	15,9	0,209	2,1	3,1	0,606	0,3	1,5	0,268

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

Fußkrankheiten – Zwischendiskussion

Insgesamt ist *Fusarium* spp. die dominierende Fußkrankheit, der Befall mit *Rhizoctonia cerealis* ist zu vernachlässigen. Das geringe Auftreten von Rs ist erwartungsgemäß, da diese Krankheit vor allem auf sandigen Standorten auftritt.

Der Befallswert kann als Maß für die Befallsschwere angesehen werden, und mit einem mittleren Befallswert von 19,6 für den Gesamtbefall ist der Befall mit Fußkrankheiten insgesamt als leicht anzusehen. Für *Pseudocercospora herpotrichoides* alleine wird erst 30 als der kritische Befallswert angesehen, ab dem von einer Relevanz der Krankheit auszugehen ist (von Kröcher, 2002).

N-Aufnahme – Ergebnisse

Um mögliche Unterschiede im N-Aneignungsvermögen der Populationen zu erfassen, wurden die Pflanzen zu drei Zeitpunkten beprobt (Schossen, Blüte, Ernte) und der Stickstoffgehalt der oberirdischen Pflanzenmasse bestimmt. Zusätzlich wurde vor dem Winter, nach dem Winter und zur Blüte die Nmin-Verfügbarkeit im Boden in drei Tiefen gemessen. Der N-Gehalt der Pflanzen wurde in % TM gemessen und dann in kg/ha umgerechnet.

N-Gehalt in %

Die varianzanalytische Verrechnung der Daten und die Gruppenvergleiche zeigen keine statistisch absicherbaren Unterschiede im N-Gehalt (Abb. 16). Die Spannweite der Daten liegt für den N-Gehalt

während der Schossphase zwischen 2,8 % (NB FB) und 3,3 % (Mischung der Elternsorten), das Versuchsmittel liegt bei 3,0 %. Während der Blüte liegt der N-Gehalt zwischen 1,2 % (NB FB, NB MB, Capo) und 1,5 % (Achat), das Versuchsmittel beträgt 1,3 %. Zur Ernte enthalten Korn und Stroh gemeinsam zwischen 2,4 % (Akteur und NB NEB) und 2,6 % (NB DFH und Mischung der Elternsorten), das Versuchsmittel liegt bei 2,5 %. Dabei entfällt der größere Anteil am N-Gehalt auf die Körner (1,8 % (Akteur) bis 2,0 % (alle anderen), Versuchsmittel 2,0 %), der N-Gehalt im Stroh ist nur gering (0,5 % (alle bis auf Akteur und Mischung der Elternsorten) bis 0,6 % (Akteur und Mischung der Elternsorten), Versuchsmittel 0,5 %).

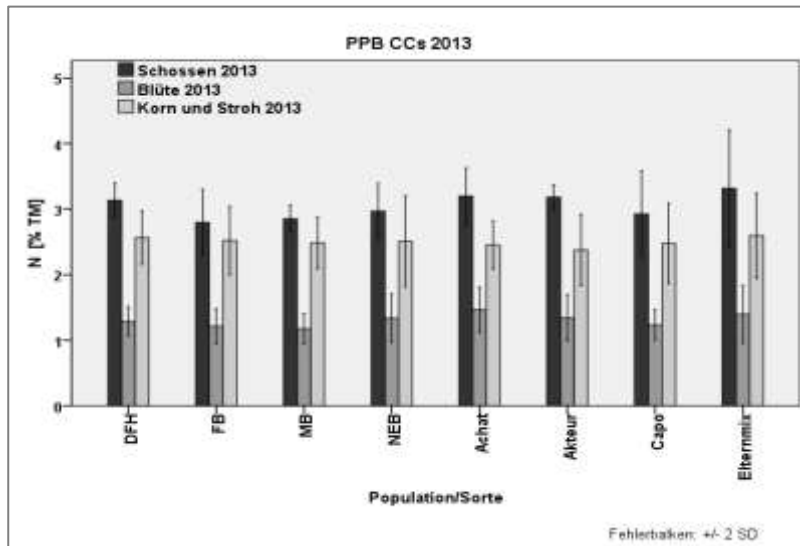


Abb. 16: Stickstoffgehalt in % TM. Vergleich der Praktiker-CCs im 2. Versuchsjahr. Dargestellt ist der mittlere Stickstoffgehalt in % TM ($n=4$). DFH = Domäne Frankenhausen, FB = Gut Fahrenbach, MB = Maßhalderbuch, NEB = Neu-Eichenberg.

N-Aufnahme in kg/ha

Auch nach Umrechnung der Messdaten ergeben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede in der N-Aufnahme (**Abb. 17**), der Gruppenvergleich zeigt allerdings während Schossen und Blüte für den Vergleich der Populationen mit der Mischung der Elternsorten statistisch abgesicherte Unterschiede (**Tab. 14**). Die Daten variieren für die N-Aufnahme in kg/ha während der Schossphase zwischen 20,4 kg/ha (Mischung der Elternsorten) und 34,2 kg/ha (Akteur), das Versuchsmittel liegt bei 29,5 kg/ha. Während der Blüte liegt die N-Aufnahme zwischen 43,5 kg/ha (Mischung Elternsorten) und 72,0 kg/ha (Achat), das Versuchsmittel beträgt 60,7 kg/ha. Zur Ernte haben Korn und Stroh gemeinsam zwischen 106,0 kg/ha (NB MB) und 126,8 kg/ha (Capo) aufgenommen, das Versuchsmittel liegt bei 118,2 kg/ha. Dabei entfällt der größere Anteil an der N-Aufnahme auf die Körner (87,0 kg/ha (NB MB) 109,5x kg/ha (Capo), Versuchsmittel 99,4 kg/ha), die N-Aufnahme ins Stroh ist nur gering (17,3 kg/ha (Capo) bis 22,6 kg/ha (Akteur), Versuchsmittel 19,4 kg/ha

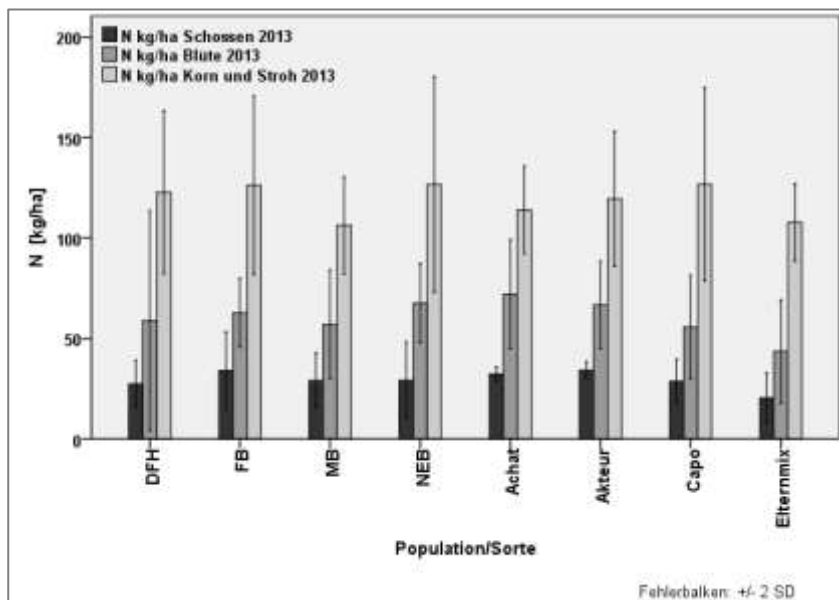


Abb. 17: Stickstoffaufnahme in kg/ha. Vergleich der Praktiker-CCs im 2. Versuchsjahr. Dargestellt ist die mittlere Stickstoffaufnahme in kg/ha (n=4). DFH = Domäne Frankenhausen, FB = Gut Fahrenbach, MB = Maßhalderbuch, NEB = Neu-Eichenberg.

Tab. 7: Stickstoffaufnahme in kg/ha der Populationen und Referenzsorten zu drei Zeitpunkten

Vergleichsgruppe 1	Vergleichsgruppe 2	Schossen 1	Schossen 2	p-Wert	Blüte 1	Blüte 2	p-Wert	Korn und Stroh 1	Korn und Stroh 2	p-Wert
PPB CCS	Ref. sorten	30,1	31,7	0,504	61,9	64,7	0,611	120,1	120,1	0,954
PPB CCS	Eltern- mix	30,1	20,4	0,011 *	61,9	43,4	0,035 *	120,1	107,7	0,233

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

N-Aufnahme –Zwischendiskussion

Bei Betrachtung des N-Gehaltes und der N-Aufnahme der PPB CCs zeigen sich weder zwischen den einzelnen Populationen noch zwischen Populationen und Referenzsorten nennenswerte Unterschiede. Allein die Elternsorten waren zu Beginn ihrer Entwicklung den übrigen Sorten und Populationen unterlegen – ein Unterschied, der sich bis zur Ernte aber weitgehend ausglich.

Diese Ergebnisse zeigen einerseits die nach wie vor große Ähnlichkeit der Populationen nach einjährigem Anbau an unterschiedlichen Standorten, andererseits aber auch die Ebenbürtigkeit der Populationen mit den Referenzsorten.

Morphologische Diversität – Ergebnisse

Zur Erfassung der morphologischen Diversität der Populationen wurde an 50 Einzelhalmen pro Parzelle Halm- und Ährenlänge erfasst. Hier wird einerseits die Streuung innerhalb der Populationen dargestellt, an der das Ausmaß der noch vorhandenen Variabilität innerhalb einer Population ablesbar ist, andererseits werden die Mittelwerte dargestellt, die sich aus den jeweiligen Parzellenmitteln der vier Versuchswiederholungen ergeben und die zur varianzanalytischen Verrechnung der Daten herangezogen wurden.

Die Spannweite der Mittelwerte liegt bei der Halmlänge zwischen 65,3 cm (Mischung der Elternsorten) und 99,3 cm (Capo), das Versuchsmittel liegt bei 88,5 cm. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt für die Referenzsorte Capo eine signifikant höhere Halmlänge während die Mischung der Elternsorten signifikant kürzer ist als die übrigen Sorten und Populationen (

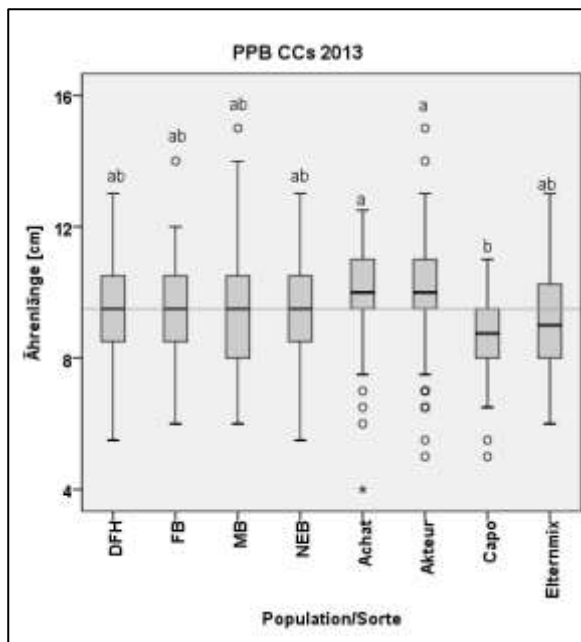


Abb. 18). Die Höhenunterschiede zwischen den vier Populationen sind gering, der Unterschied zwischen Populationen und Elternmix ist jedoch hoch signifikant (**Tab. 8**). Die Populationen unterscheiden sich von den Referenzsorten allerdings in der Streuung der Halmlängen (

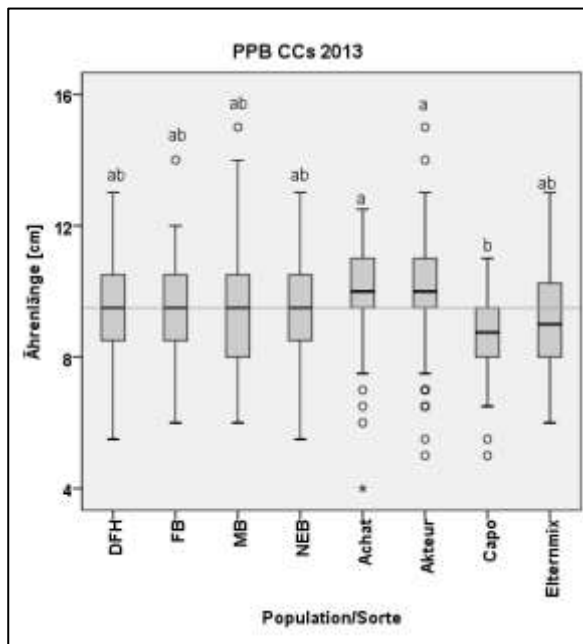


Abb. 18).

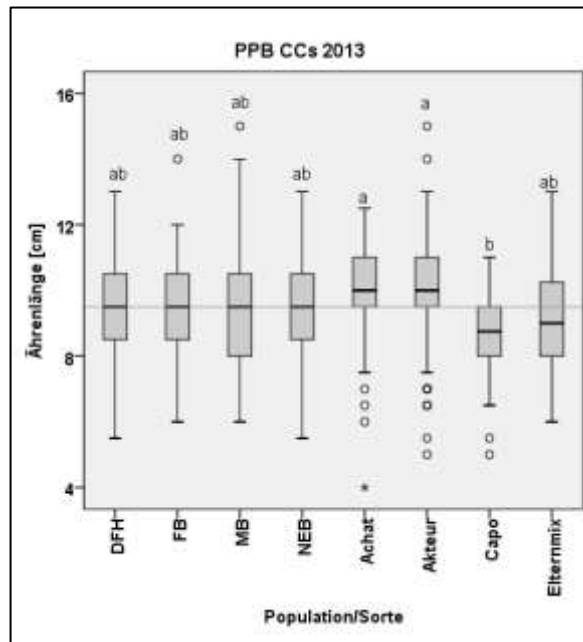
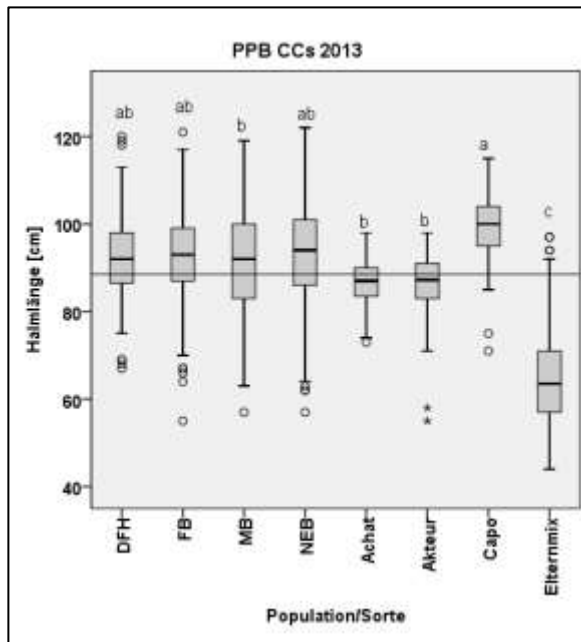


Abb. 18: Halmlänge. Vergleich der Praktiker-CCs im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind der Median, der Abstand zwischen 1. und 3. Quartil als Box, Minimum und Maximum sowie ggf. Ausreißer und Extremwerte (○= Ausreißer zwischen 1,5 x Interquartilsabstand und 3 x Interquartilsabstand; * = Extremwert über 3 x Interquartilsabstand). n=200. Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar, Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an. DFH = Domäne Frankenhausen, FB = Gut Fahrenbach, MB = Maßhalderbuch, NEB = Neu-Eichenberg.

Abb. 19: Ährenlänge. Vergleich der Praktiker-CCs im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind der Median, der Abstand zwischen 1. und 3. Quartil als Box, Minimum und Maximum sowie ggf. Ausreißer und Extremwerte (○= Ausreißer zwischen 1,5 x Interquartilsabstand und 3 x Interquartilsabstand; * = Extremwert über 3 x Interquartilsabstand). n=200. Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar, Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an. DFH = Domäne Frankenhausen, FB = Gut Fahrenbach, MB = Maßhalderbuch, NEB = Neu-Eichenberg.

Die Mittelwerte streuen bei der Ährenlänge zwischen 8,7 cm (Capo) und 10,2 cm (Akteur), das Versuchsmittel liegt bei 9,5 cm. Die Streuung der Daten ist sowohl für die CCs als auch für die Sorten hoch, die mittleren Ährenlängen der vier Populationen liegen alle auf dem gleichen Niveau (

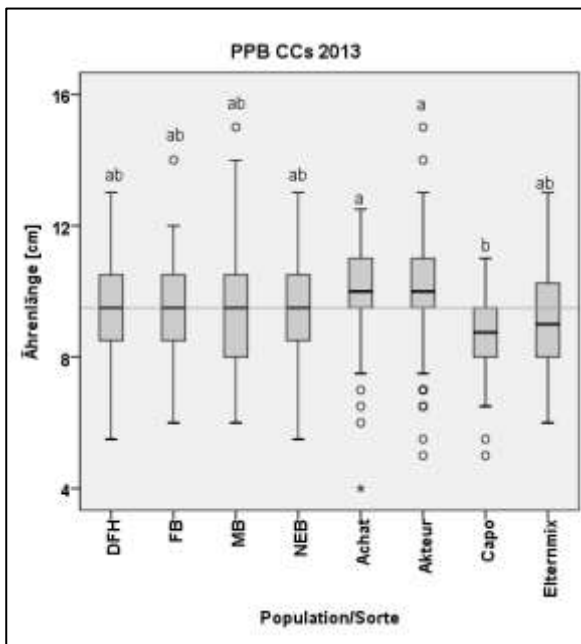


Abb. 18). Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt signifikant kürzere Ähren bei Capo, signifikant längere bei Achat und Akteur, die Mischung der Elternsorten und die vier Populationen bilden eine gemeinsame Untergruppe. Ein Gruppenvergleich mittels linearer Kontraste zeigt für den Vergleich der Populationen mit den Referenzsorten für die Ährenlänge keine statistisch signifikanten Unterschiede (**Tab. 8**)

Tab. 8: Halm- und Ährenlänge der Populationen und Referenzsorten

Vergleichsgruppe 1	Vergleichsgruppe 2	Halmlänge 1 [cm]	Halmlänge 2 [cm]	p-Wert	Ährenlänge 1 [cm]	Ährenlänge 2 [cm]	p-Wert
PPB CCS	Ref. sorten	92,5	90,1	0,230	9,5	9,6	0,383
PPB CCS	Eltermix	92,5	65,3	0,000**	9,5	9,3	0,196

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

Morphologische Diversität – Zwischendiskussion

Die Populationen zeigen sich für Halmlänge und Ährenlänge wieder recht einheitlich, während die Sorten untereinander stärker variieren. Innerhalb der Sorten ist die Streuung der Halmlänge aber erwartungsgemäß geringer als bei den Populationen. Die Mischung der Elternsorten allerdings variiert bezüglich Halmlänge so stark wie die aus ihr hervorgegangenen Populationen. Die Streuung der Ährenlänge hat bei den Sorten wie bei den Populationen einen relativ großen Umfang, ist offenbar weniger stark genetisch determiniert als die Höhe des Bestandes.

Ertrag – Ergebnisse

Die Ertragshebung ergab für den Vergleich der Praktiker-Populationen eine Streuung zwischen 51,4 dt/ha (MB) und 63,4 dt/ha (Akteur), das Versuchsmittel liegt bei 58,6 dt/ha ohne statistisch signifikante Unterschiede (**Abb. 21**).

Bezüglich Tausendkorngewicht (TKG) gibt es eine Spanne zwischen 44,2 g (Elternmix) und 51,2 g (Achat), das Versuchsmittel liegt bei 48,1g. Hier schneidet die Referenzsorte Capo signifikant besser als die übrigen Versuchsglieder ab, während der Nachbau der Populationen aus NEB und DFH signifikant schlechter ist (keine Varianzhomogenität, daher Games-Howell Post-hoc Test), doch insgesamt sind die Unterschiede nur gering (**Abb. 21**).

Die Gruppenvergleiche der Referenzsorten mit den Populationen und der Elternsortenmischung mit den Populationen ergeben ebenfalls keine absicherbaren Unterschiede für Ertrag und TKG (Daten nicht dargestellt).

Ertrag – Zwischendiskussion

Insgesamt sind die Ertragsunterschiede der nachgebauten Populationen und Referenzsorten nicht groß, allein der etwas geringere Ertrag der MB-Population (Nachbau im rauesten Klima) könnte einen Hinweis geben, dass größere Unterschiede in der Selektionsumgebung sich auch im Nachbau noch stärker zeigen (die Populationen NEB, FB und DFH wurden alle in Nordhessen vermehrt, waren also ähnlicheren klimatischen Bedingungen ausgesetzt) (siehe auch **Tab. 1**). Im TKG drückt sich dieser mögliche Einfluss allerdings nicht aus. Der zwischen den Populationen und den Referenzsorten nicht wesentlich unterschiedliche Ertrag weist auf ein relativ stabiles Ertragspotenzial der CC-Populationen hin.

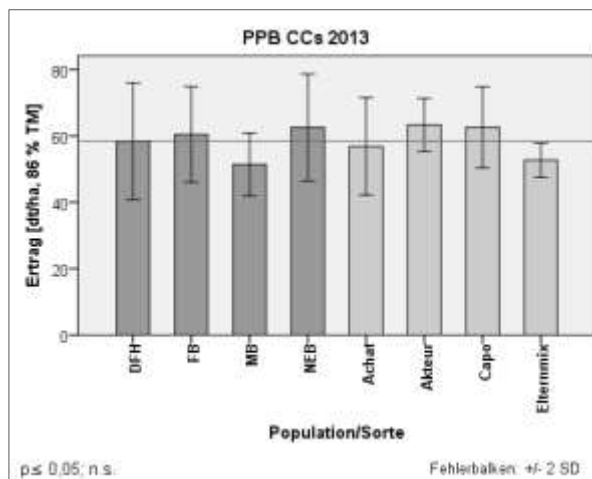


Abb. 20: Ertrag. Vergleich der PPB CCs im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Ertrag in dt/ha ($n=4$), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. DFH = Domäne Frankenhausen, FB = Gut Fahrenbach, MB = Maßhalderbuch, NEB = Neu-Eichenberg.

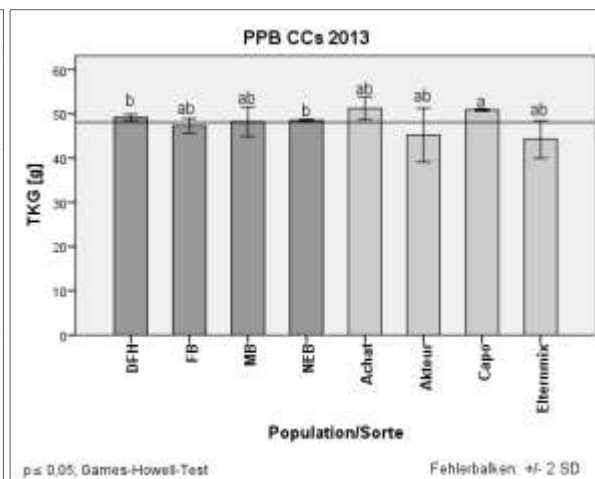


Abb. 21: TKG. Vergleich der PPB CCs im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für TKG in g ($n=4$), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an. DFH = Domäne Frankenhausen, FB = Gut Fahrenbach, MB = Maßhalderbuch, NEB = Neu-Eichenberg.

Verglichen mit dem Ertragsniveau des AP 2b Versuches, in dem dieselben Referenzsorten mit den 12 CCPs aus unterschiedlichen Anbausystemen verglichen wurden, liegt der PPB-Vergleich mit einem

mittleren Ertrag von 58,6 dt/ha nur 1,6 dt/ha unter dem Versuchsmittel des AP 2b-Versuches und das mittlere TKG ist mit 48,1 g gegenüber 48,3 g im AP 2b-Versuch praktisch dasselbe.

Backqualität - Ergebnisse

Neben der Untersuchung von vier indirekten Parametern für die Backqualität (Fallzahl, Sedimentationswert, Rohproteingehalt und Feuchtklebergehalt) konnte ein vierfach wiederholter Backtest mit Vollkornschrot durchgeführt werden.

Die Fallzahl variiert zwischen 242 sec (Mischung der Elternsorten) und 392 sec (Capo), das Versuchsmittel liegt bei 301 sec ohne statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern (Daten nicht dargestellt). Insgesamt ist die Fallzahl der Referenzsorten jedoch signifikant höher als die der Populationen (**Tab. 9**).

Der Rohproteingehalt zeigt eine Spannweite zwischen 10,1 % (Akteur) und 11,6 % (DFH), das Versuchsmittel liegt bei 11,2 % ohne signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern (nicht gezeigt) oder zwischen Gruppen (**Tab. 9**).

Der Backtest ergibt für das Backvolumen eine Spannweite zwischen 363 ml (Mischung der Elternsorten) und 408 ml (Achat), das Versuchsmittel liegt bei 390 ml ohne statistisch absicherbare Unterschiede (**Abb. 22**). Nur das Backvolumen der Elternsortenmischung ist signifikant geringer als das mittlere Backvolumen der Populationen zusammen (**Tab. 9**).

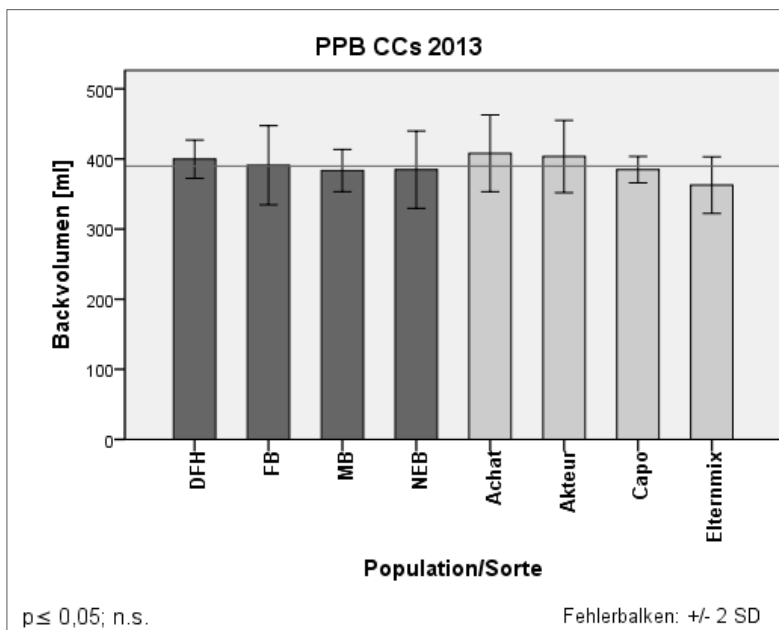


Abb. 22: Backvolumen. Vergleich der PPB CCs im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Backvolumen in ml ($n=4$), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. DFH = Domäne Frankenhausen, FB = Gut Fahrenbach, MB = Maßhalderbuch, NEB = Neu-Eichenberg.

Tab. 9: Backvolumen, Fallzahl und Rohproteingehalt der Populationen und Referenzsorten

Vergleichsgruppe 1	Vergleichsgruppe 2	Backvolumen 1 [ml]	Backvolumen 2 [ml]	p-Wert	Fallzahl 1 [sec]	Fallzahl 2 [sec]	p-Wert	Rohproteingehalt 1 [%]	Rohproteingehalt 2 [%]	p-Wert
PPB CCS	Ref. sorten	389,7	398,7	0,295	264,9	369,6	0,001 *	11,3	11,0	0,200

PPB	Eltern-mix	389,7	362,4	0,038 *	264,9	242,5	0,578	11,3	11,2	0,845
CCS										

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

Backqualität – Zwischendiskussion

Die Untersuchung der verschiedenen Backqualitätsparameter zeigt (wie auch der Ertrag, N-Aufnahme und Halm- und Ährenlänge) eine recht große Stabilität der PPB-Populationen.

Ein Backvolumen von durchschnittlich 390 ml ist bei einem Vollkornbacktest ein gutes Ergebnis, die Fallzahlen liegen hoch und sehr hoch (besonders im Fall der Referenzsorten), nur der Rohproteingehalt ist mit einem Versuchsmittel von 11,2 eher gering (erst ab einem Rohproteingehalt von 11,5 % kann Weizen als Brotweizen vermarktet werden (Diepenbrock, 1999).

4.4 Ergebnisse AP 2 - Einfluss der Anbaugeschichte auf wichtige Populations-eigenschaften

4.4.1 AP 2a - Auswirkung der Anbaugeschichte auf das Nährstoffaneignungsvermögen unter ökologischen Anbaubedingungen

Blattkrankheiten – Ergebnisse

In beiden Versuchsjahren ergeben sich weder für den Gesamtbefall aller drei Blattetagen noch für die einzelnen Blattetagen statistisch signifikante Unterschiede (**Abb. 23** und **Abb. 24**).

Die Spannweite der Daten liegt **2012** beim Gesamtbefall mit Blattkrankheiten für die drei Blattetagen gemeinsam zwischen 11,5 % (Mischung der Elternsorten) und 17,1 % (OY II), das Versuchsmittel liegt bei 14,2 %. Für das Fahnenblatt (F) beträgt die Spanne 2,5 % (Capo) bis 3,8 % (Akteur, OY II), das Versuchsmittel liegt bei 3,1 %. Für F-1 beträgt die Spanne 6,9 % (Capo) bis 12,3 (CQ II), das Versuchsmittel liegt bei 9,4 %. Für F-2 beträgt die Spanne 26,1 % (Mischung der Elternsorten) bis 41,1 % (OY II), das Versuchsmittel liegt bei 33,7 %.

2013 liegt die Spannweite der Daten beim Gesamtbefall mit Blattkrankheiten für die drei Blattetagen gemeinsam zwischen 6,9 % (Achat) und 10,4 % (CA I), das Versuchsmittel liegt bei 9,5 %. Für F beträgt die Spanne 2,1 % (Achat) bis 3,6 % (CA II), das Versuchsmittel liegt bei 3,1 %. Für F-1 beträgt die Spanne 6,8 % (Achat) bis 10,8 (CY I), das Versuchsmittel liegt bei 9,4 %. Für F-2 beträgt die Spanne 13,4 % (Achat) bis 20,5 % (OQ II), das Versuchsmittel liegt bei 18,2 %.

Obwohl einige Gruppenvergleiche in beiden Jahren statistisch absicherbare Unterschiede im Blattbefall einzelner Blattetagen ergaben (**Tab. 10**), sind die Unterschiede absolut sehr gering und bei dem insgesamt geringen Befallsniveau haben diese Unterschiede im Blattbefall kaum Relevanz.

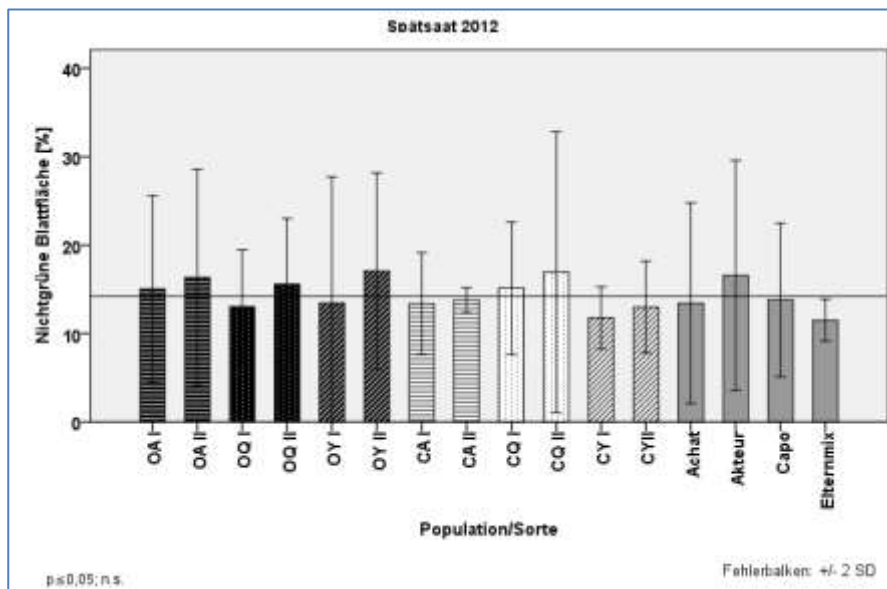


Abb. 23: Blattkrankheiten. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt ist der Gesamtbefall der obersten drei Blattetagen in % nichtgrüner Blattfläche (mittlere Befallswerte aus n=4 mit Gewichtung Fahnenblatt, F-1 und F-2 im Verhältnis 4:3:3.).

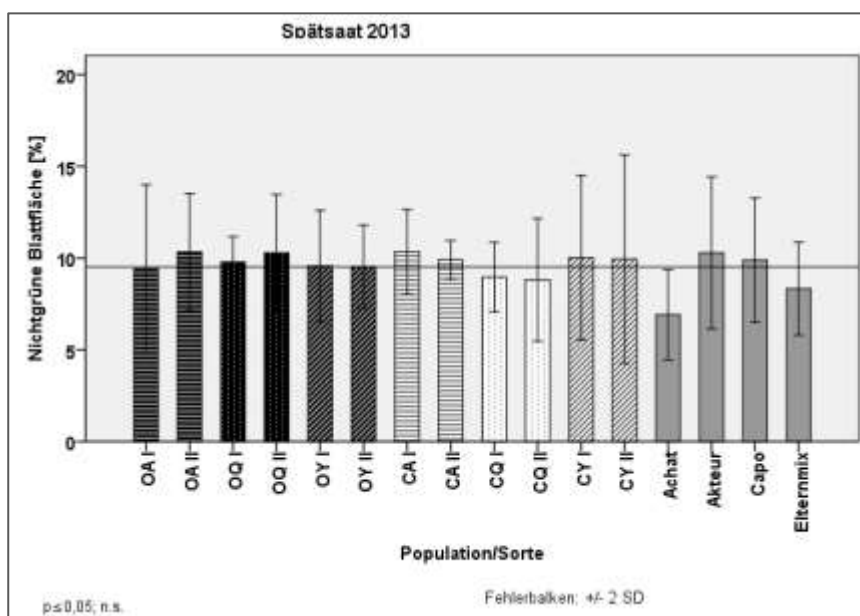


Abb. 24: Blattkrankheiten. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt ist der Gesamtbefall der obersten drei Blattetagen in % nichtgrüner Blattfläche (mittlere Befallswerte aus n=4 mit Gewichtung Fahnenblatt, F-1 und F-2 im Verhältnis 4:3:3.).

Tab. 10: Blattkrankheiten 2012 und 2013. Gesamtbefall, Fahnenblatt, F-1 und F-2 der Populationen und Referenzsorten

Vergleichsgruppe 1	Vergleichsgruppe 2	Gesamtbefall 1 [%]	Gesamtbefall 2 [%]	p-Wert	Fahnen-	Fahnen-	p-Wert	F-1 1 [%]	F-1 2 [%]	p-Wert	F-2 [%]	F-2 [%]	p-Wert
2012													
CCS	Ref. sorten	14,4	14,6	0,971	3,0	3,2	0,869	9,7	8,8	0,284	34,5	35,7	0,828
CCS	Eltermix	14,4	11,5	0,005 **	3,0	2,7	0,662	9,7	8,3	0,138	34,5	26,1	0,025 *
All-CCs	Quality CCs	14,5	15,2	0,752	2,8	3,2	0,477	9,3	11,1	0,125	35,3	35,1	0,974
Quality-	Yield-CCs	15,2	13,7	0,451	3,2	1,1	0,939	11,1	8,8	0,045 *	35,1	32,6	0,625

CCs													
All-CCs	Yield-CCs	14,5	13,7	0,621	2,8	1,1	0,525	9,3	8,8	0,624	35,3	32,6	0,587
Öko	Konv.	15,1	14,0	0,432	3,2	3,0	0,243	10,4	9,3	0,197	35,5	33,3	0,611
2013													
CCS	Ref. sorten	9,6	9,0	0,031 *	3,1	2,6	0,008 *	9,6	9,1	0,202	18,6	17,4	0,095
CCS	Elternmix	9,6	8,3	0,134	3,1	2,4	0,026 *	9,6	8,4	0,240	18,6	16,2	0,136
All-CCs	Quality CCs	10,0	9,5	0,348	3,3	3,0	0,385	9,7	9,1	0,482	19,2	18,4	0,410
Quality-CCs	Yield-CCs	9,5	9,8	0,460	3,0	3,5	0,188	9,1	9,9	0,399	18,4	18,0	0,819
All-CCs	Yield-CCs	10,0	9,8	0,954	3,3	3,5	0,607	9,7	9,9	0,888	19,2	18,0	0,294
Öko	Konv.	9,7	9,7	0,640	3,3	3,1	0,654	9,6	9,6	0,969	18,6	18,4	0,681

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

Blattkrankheiten – Zwischendiskussion

Die Ergebnisse der Blattbonituren in der Spätsaat 2012 und 2013 zeigen nur wenig Unterschiede. Im ersten Versuchsjahr lag das Gesamtniveau nichtgrüner Blattfläche etwas höher als im folgenden Jahr (mittlerer Gesamtbefall 2012: 14,2 % nichtgrüne Blattfläche, mittlerer Gesamtbefall 2013: 9,5 %). In beiden Jahren war der Befall mit Blattkrankheiten jedoch moderat und die Unterschiede zwischen den Behandlungen sind innerhalb der Versuchsjahre gering.

Geringfügige statistisch absicherbare Unterschiede zwischen den verglichenen Gruppen sollten nicht überbewertet werden, da die Unterschiede keinerlei Ertragsrelevanz haben. Insgesamt zeigen sich bei den Blattkrankheiten weder ein starker Einfluss der ursprünglichen Elternsortenwahl noch des Anbau- und Vermehrungssystems. Möglicherweise hätte sich bei stärkerem Befallsdruck ein anderes Ergebnis gezeigt.

Fußkrankheiten – Ergebnisse

Sowohl der Gesamtbefall als auch die Befallswerte für die einzelnen Krankheiten ist im 2. Versuchsjahr etwas höher (Gesamtbefall 12,5 im Jahr 2012 und Gesamtbefall 19,5 im Jahr 2013). Anteile der höheren Befallsklassen 3 und 4 waren aber in beiden Jahren nur gering (**Abb. 25**).

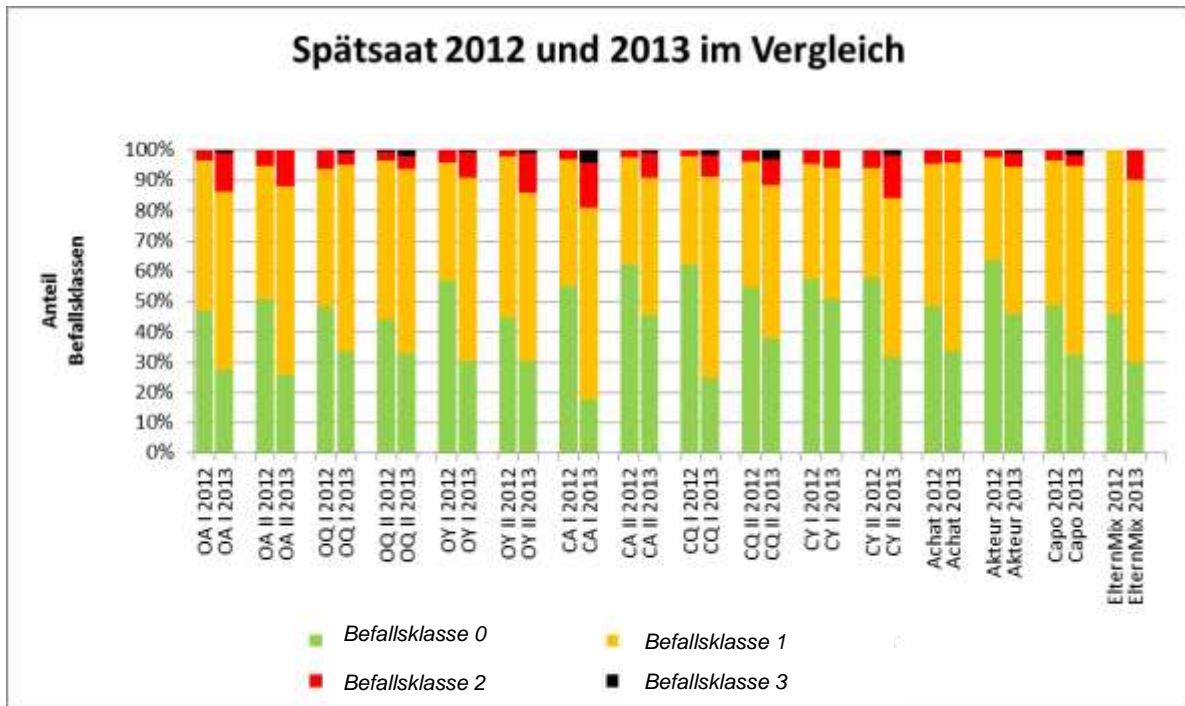


Abb. 25: Fußkrankheiten, Gesamtbefall im 1. und 2. Versuchsjahr. Verteilung der Befallsklassen 0-4 (Siehe Tab. X für Befallsklassen). (Dargestellt ist jeweils der Mittelwert der Befallsklassen in % bei $n=4$).

In beiden Jahren ist *Fusarium* sp. (Fs) solani die dominierende Krankheit (BW 10,5 im Jahr 2012, BW 15,6 im Jahr 2013), gefolgt von *P. herpotrichoides* (Ph) (BW 2,4 in 2012, BW 4,3 in 2013), während *R. cerealis* (Rc) in beiden Jahren an letzter Stelle steht (BW 0,05 in 2012, BW 0,4 in 2013) (**Abb. 26**, **Abb. 27**). Weder für die einzelnen Krankheiten noch für den Gesamtbefall ergeben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten.

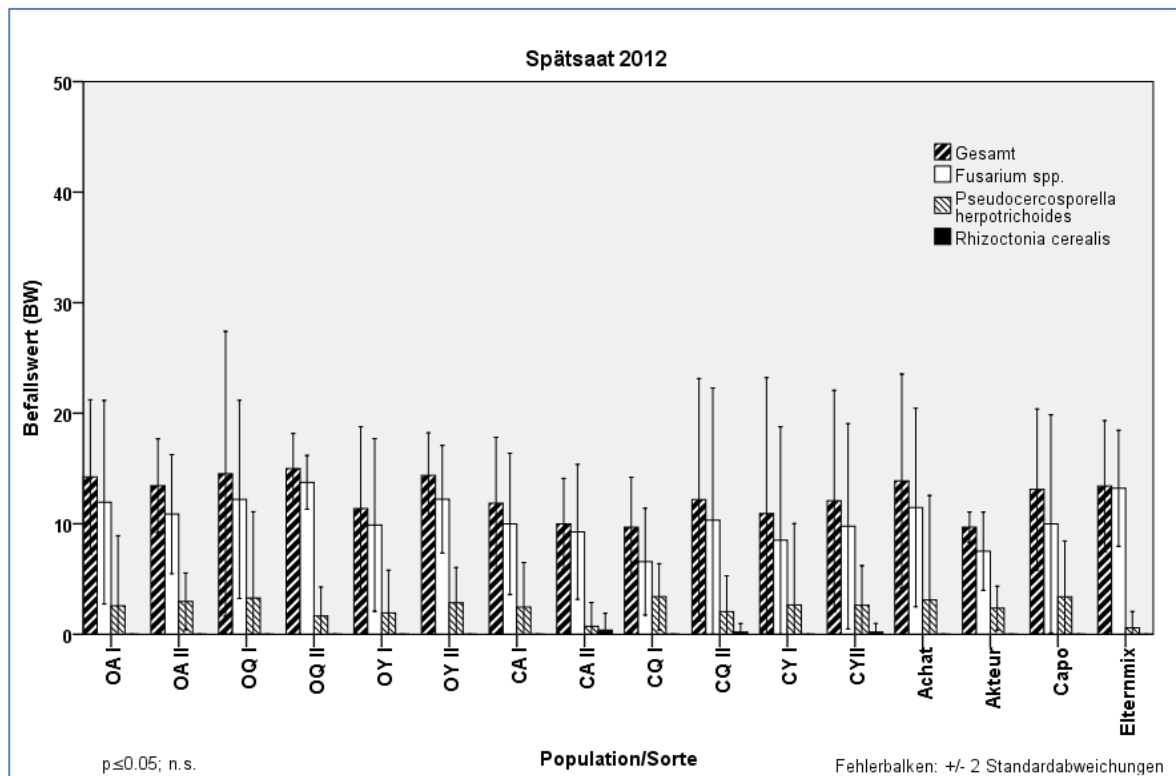


Abb. 26: Fußkrankheiten. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt sind die mittleren Befallswerte für Ps, Rc, Fs und Gesamtbefall ($n=4$).

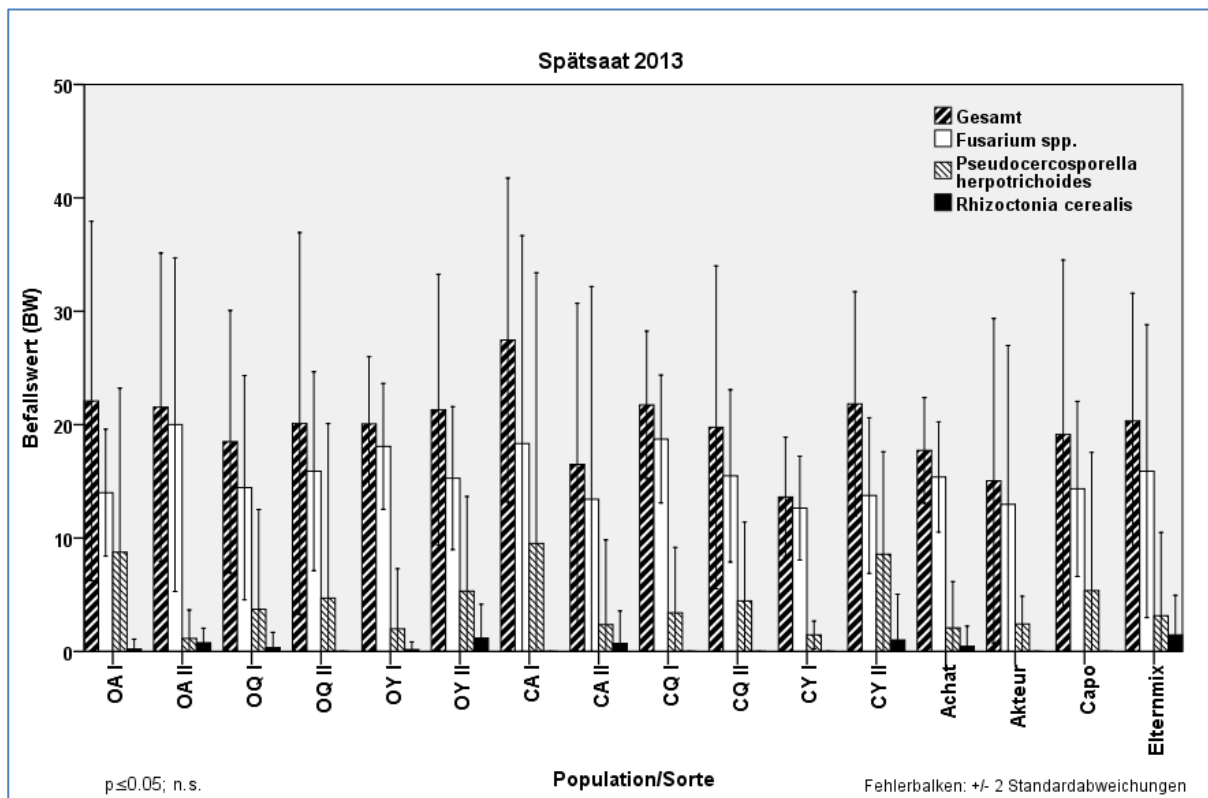


Abb. 27: Fußkrankheiten. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind die mittleren Befallswerte für Ps, Rc, Fs und Gesamtbefall ($n=4$).

2012 liegen die Befallswerte für den Gesamtbefall zwischen 9,7 (Akteur und CQ I) und 15,0 (OQ II), das Versuchsmittel liegt bei 12,5. Für Ph beträgt die Spanne 0,6 (Mischung Elternsorten) bis 3,4 (Capo und CQ I) das Versuchsmittel liegt bei 2,4. Für Rc beträgt die Spanne 0,0 (alle Populationen und Sorten bis auf CQ II, CY II und CA II) bis 0,4 (CA II), das Versuchsmittel liegt bei 0,05. Für Fs beträgt die Spanne 7,5 (Akteur) bis 13,7 (OQ II), das Versuchsmittel liegt bei 10,5

2013 liegen die Befallswerte liegen für den Gesamtbefall zwischen 13,6 (CY I) und 27,5 (CA I), das Versuchsmittel liegt bei 19,9. Für Ph beträgt die Spanne 1,1 (OA II) bis 9,5 (CA I), das Versuchsmittel liegt bei 4,3. Für Rc beträgt die Spanne 0,0 (Akteur, CA I, Capo, CQ I, CQ II, OQ II) bis 1,5 (Mischung der Elternsorten), das Versuchsmittel liegt bei 0,4. Für Fs beträgt die Spanne 12,6 (CY I) bis 20,0 (OA II), das Versuchsmittel liegt bei 15,6.

Im Jahr **2012** liegt der Gesamtbefall bzw. der Befall mit *Fusarium* spp. in den ökologisch nachgebauten Populationen bei 13,8 und 11,8 % im Gegensatz zu den konventionell nachgebauten Populationen mit 11,1 und 9,1 %. Dieser zwar statistisch absicherbare Unterschied ist biologisch als nicht relevant einzustufen (**Tab. 12**).

Tab. 11: Fußkrankheiten 2012. Gesamtbefall, *Fusarium* spp, *Pseudocercospora herpotrichoides* und *Rhizoctonia cerealis* der Populationen und Referenzsorten

Vergleichsgruppe 1	Vergleichsgruppe 2	Gesamtbefall 1 [BW]	Gesamtbefall 2 [BW]	p-Wert	Fusarium spp. 1 [BW]	Fusarium spp. 2 [BW]	p-Wert	P. herpotrichoides 1 [BW]	P. herpotrichoides 2 [BW]	p-Wert	R. cerealis [BW]	R. cerealis [BW]	p-Wert
CCS	Ref. sorten	12,5	12,2	0,889	10,4	9,6	0,499	2,4	2,9	0,541	0,1	0,0	0,134
CCS	Elternmix	12,5	13,4	0,441	10,4	13,2	0,126	2,4	0,6	0,069	0,1	0,0	0,134
All-CCs	Quality CCs	12,4	12,8	0,917	10,5	10,7	0,827	2,2	2,6	0,562	0,1	0,0	0,764
Quality-CCs	Yield-CCs	12,8	12,2	0,652	10,7	10,1	0,766	2,6	2,5	0,819	0,0	0,0	1,000
All-CCs	Yield-CCs	12,4	12,2	0,674	10,5	10,1	0,607	2,2	2,5	0,725	0,1	1	0,764
Öko	Konv.	13,8	11,1	0,016 *	11,8	9,1	0,004 **	2,5	2,3	0,651	0,0	0,4	0,134

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

Fußkrankheiten – Zwischendiskussion

Der Befallsdruck mit Fußkrankheiten war in beiden Versuchsjahren nur gering. Der Winter 2011/12 wirkte sich nicht nachteilig aus, der Befall lag nach dem milderen und schneereichen Winter 2012/13 höher.

Ein Einfluss der Elternwahl für die Populationserstellung ist bei den Fußkrankheiten nicht zu beobachten, ein kleiner Unterschied zwischen den ökologisch und konventionell vermehrten Populationen im ersten Versuchsjahr ist biologisch nicht relevant und bestätigt sich im 2. Jahr auch nicht.

Die Reihung der Krankheiten nach Befallsschwere ist für beide Versuchsjahre gleich ($F_s > Ph > R_c$) und entspricht den Erwartungen am Standort.

N-Aufnahme – Ergebnisse

Um mögliche Unterschiede in N-Aneignungsvermögen der Populationen zu erfassen, wurden die Pflanzen zu drei Zeitpunkten beprobt (Schossen, Blüte, Ernte) und der Stickstoffgehalt der oberirdischen Pflanzenmasse bestimmt. Zusätzlich wurde vor dem Winter, nach dem Winter und zur Blüte die Nmin-Verfügbarkeit im Boden in drei Tiefen gemessen (siehe **Abb. 6**)

Der N-Gehalt der Pflanzen wird sowohl als % TM als auch in kg/ha dargestellt.

N-Gehalt in %

Im Versuchsjahr **2012** liegt die Spannweite der Daten für den N-Gehalt während der Schossphase zwischen 2,7 % (OQ II) und 3,8 % (Mischung der Elternsorten und CY I), das Versuchsmittel liegt bei

3,3 %. Während er Blüte liegt der N-Gehalt zwischen 1,3 % (CA I, CQ II, OA II, OQ II) und 1,8% (OY I), das Versuchsmittel beträgt 1,5 %. Zur Ernte enthalten Korn und Stroh gemeinsam zwischen 2,4 % (Akteur) und 2,9 % (Mischung der Elternsorten), das Versuchsmittel liegt bei 2,7 %. Dabei entfällt der größere Anteil am N-Gehalt auf die Körner (1,9 % (Akteur) bis 2,3 % (Capo), Versuchsmittel 2,1 %), der N-Gehalt im Stroh ist nur gering (0,5 % (Akteur, CA I, Capo, CQ II, CY II, OA II und OQ II) bis 0,7 % (CY II, Elternsortenmischung und OY I), Versuchsmittel 0,6 %). (**Abb. 28**)

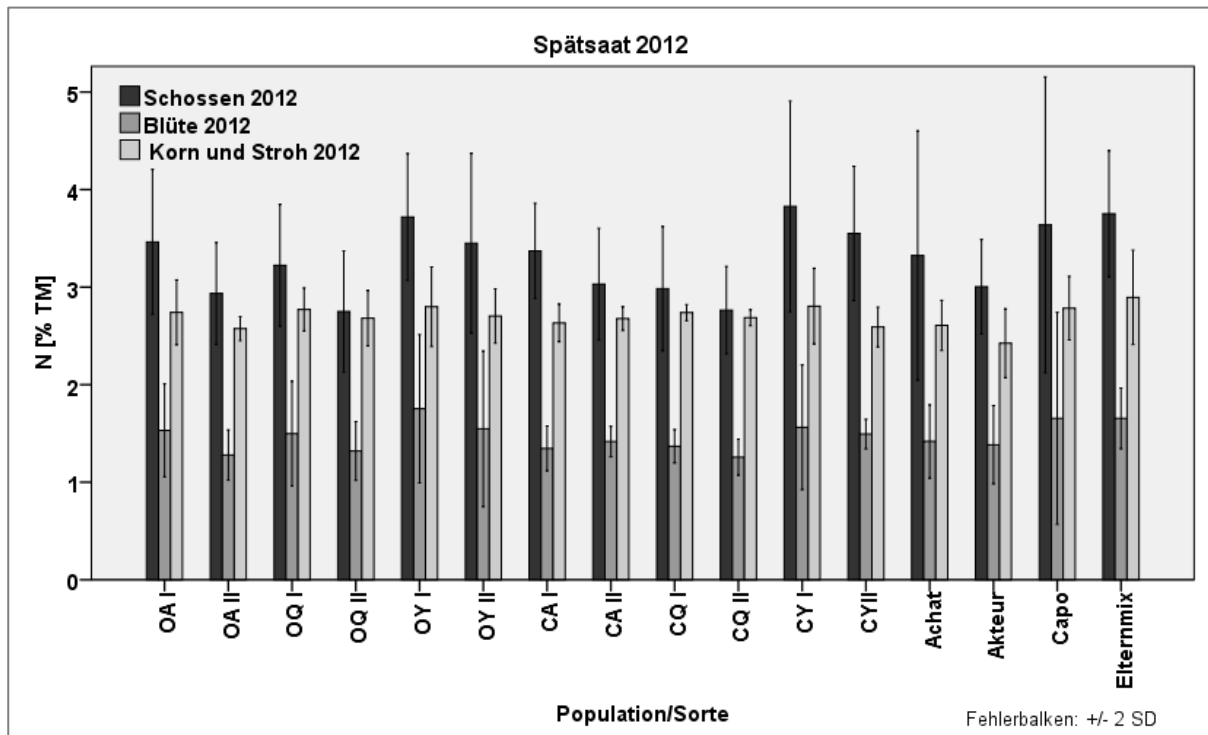


Abb. 28: Stickstoffgehalt in % TM. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt ist der mittlere Stickstoffgehalt in % TM (n=4) zu drei Zeitpunkten.

Die Zahlen für das Versuchsjahr **2013** umfassen für den N-Gehalt während der Schossphase eine Spannweite von 2,5 % (OQ I) und 3,3 % (Mischung Elternsorten, das Versuchsmittel liegt bei 2,8 %. Während der Blüte liegt der N-Gehalt zwischen 1,2 % (CA II, Capo, CY I und OQ I) und 1,5 % (Achat), das Versuchsmittel beträgt 1,3 %. Zur Ernte enthalten Korn und Stroh gemeinsam zwischen 2,4 % (Akteur, CY I, OA I,) und 2,6 % (CQ II, Mischung der Elternsorten, OA II und OQ II), das Versuchsmittel liegt bei 2,5%. Dabei entfällt der größere Anteil am N-Gehalt auf die Körner (1,8 % (Akteur) bis 2,1 % (CQ I, CQ II, OA II, OQ I und OQ II), Versuchsmittel 2,0 %), der N-Gehalt im Stroh ist nur gering (0,5% (alle außer Akteur und Mischung der Elternsorten) bis 0,6% (Akteur und Mischung der Elternsorten), Versuchsmittel 0,5 %) (**Abb. 29**).

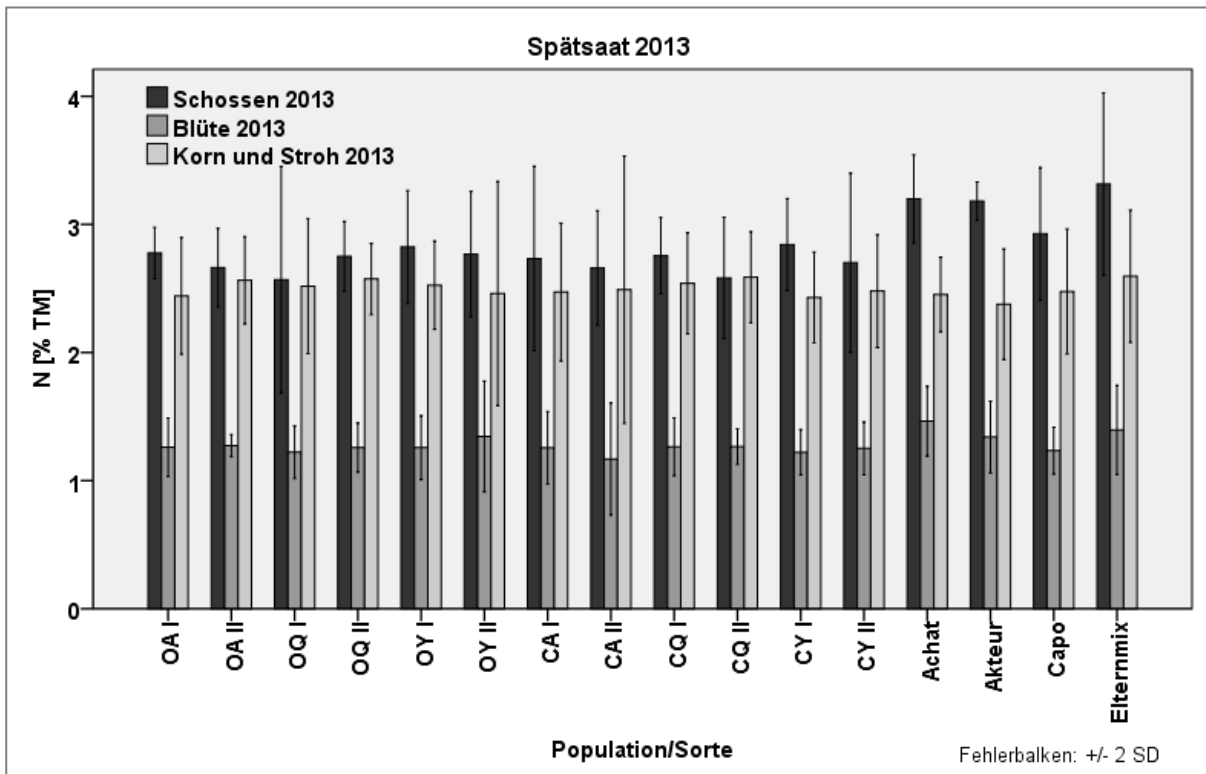


Abb. 29: Stickstoffgehalt in % TM. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt ist der mittlere Stickstoffgehalt in % TM (n=4) zu drei Zeitpunkten.

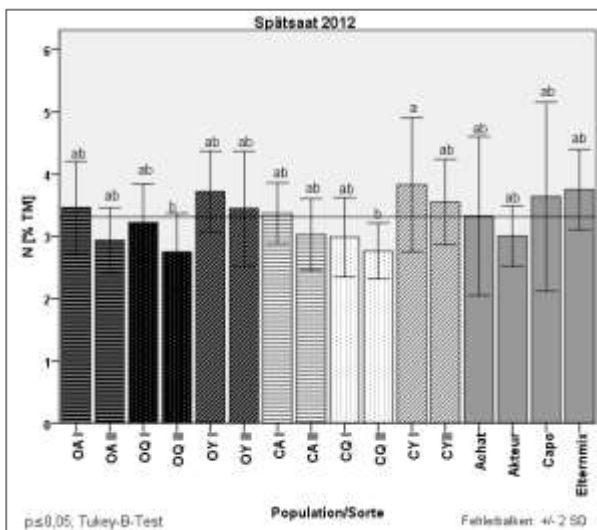


Abb. 30: Stickstoffgehalt, Schossphase. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt ist der mittlere Stickstoffgehalt in % TM (n=4). Die waagerechte Linie gibt das Versuchsmittel an, Kleinbuchstaben geben statistisch signifikante Mittelwertunterschiede auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

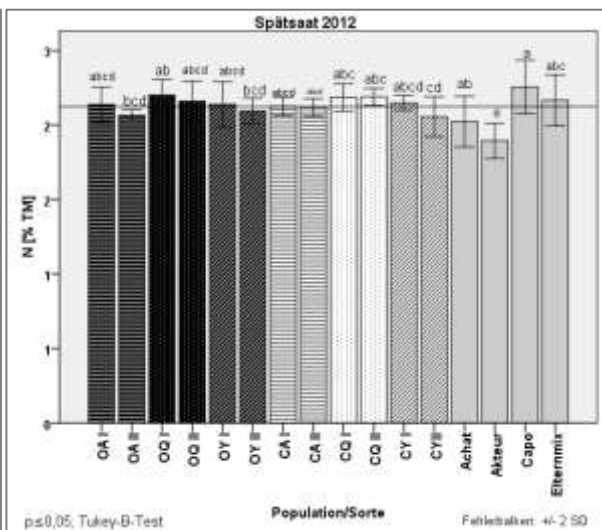


Abb. 31: Stickstoffgehalt Korn. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt ist der mittlere Stickstoffgehalt in % TM (n=4). Die waagerechte Linie gibt das Versuchsmittel an, Kleinbuchstaben geben statistisch signifikante Mittelwertunterschiede auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Im Jahr **2012** liegt während des Schossens der N-Gehalt der Population CY I mit 3,8% signifikant am höchsten, der Gehalt der Populationen OQ II und CQ II ist mit 2,7 und 2,8 % signifikant niedriger (Abb. 30). Während der Blüte zeigen sich keine statistisch relevanten Unterschiede, aber die Körner weisen relevante Unterschiede im N-Gehalt auf (Abb. 31), während dies für das Stroh wiederum nicht der Fall ist (nicht dargestellt).

Im Jahr **2013** sind die N Gehalte zum Schossen deutlich geringer und nur der Stickstoffgehalt der Referenzsorte Akteur und der Population CA II unterscheiden sich statistisch absicherbar (Abb. 32).

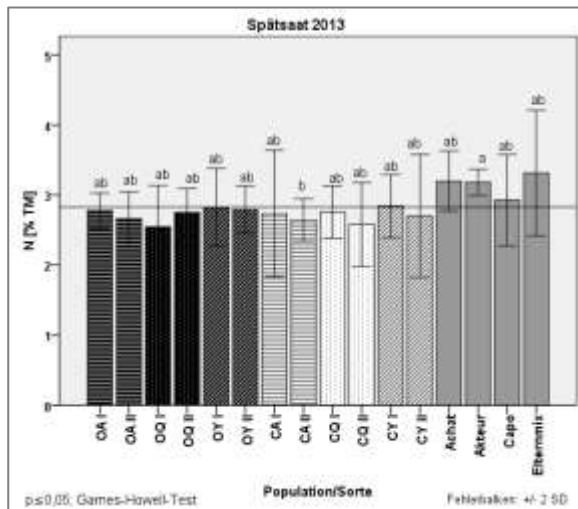


Abb. 32: Stickstoffgehalt, Schossphase. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt ist der mittlere Stickstoffgehalt in % TM ($n=4$). Die waagerechte Linie gibt das Versuchsmittel an, Kleinbuchstaben geben statistisch signifikante Mittelwertunterschiede auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Die Gruppenvergleiche zeigen im Jahr **2012** während des Schossens, der Blüte, im Korn und Stroh getrennt, aber nicht in Korn und Stroh gemeinsam statistisch signifikante Unterschiede.

Während des Schossens und der Blüte zeigen sich beim Vergleich der A-, Q- und Y-Populationen Unterschiede. Für den N-Gehalt im Korn werden neben Unterschieden der A-, Q- und Y- Populationen auch Unterschiede zwischen den Populationen und Referenzsorten sichtbar, beim Stroh zeigen sich Gruppenunterschiede beim Vergleich der Q-Populationen mit den Y-Populationen. Vergleiche der ökologisch vermehrten mit den konventionell vermehrten Populationen fallen in allen Fällen nicht statistisch signifikant aus. Der Vergleich der Populationen mit dem Elternmix fällt in der Schossphase statistisch signifikant aus, später nicht mehr (**Tab. 12**).

Im Jahr **2013** zeigen die Gruppenvergleich in der Schossphase Unterschiede zwischen den Populationen und Referenzsorten und beim Korn einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der Gruppe der Quality- und Yield-Populationen (**Tab. 12**).

Tab. 12: Stickstoffaufnahme in % TM der Populationen und Referenzsorten zu drei Zeitpunkten in die Jahren 2012 und 2013.

Vergleichs- gruppe 1 -	Vergleichs- gruppe 2	Schossen 1 [% TM]	Schossen 2 [% TM]	p-Wert	Blüte 1 [% TM]	Blüte 2 [% TM]	p-Wert	Korn 1 [% TM]	Korn 2 [% TM]	p-Wert	Stroh 1 [% TM]	Stroh 2 [% TM]	p-Wert	Korn und Stroh 1 [% TM]	Korn und Stroh 2 [% TM]	p-Wert
2012																
CCS	Ref. sorten	3,2	3,3	0,603	1,4	1,5	0,73 1	2,1	2,1	<0,01 **	0,6	0,5	0,660	2,7	2,6	0,08 0
CCS	Eltern- mix	3,2	3,7	0,019 *	1,4	1,6	0,06 9	2,1	2,2	0,282	0,6	0,7	0,204	2,7	2,9	0,20 5
All-CCs	Quality CCs	3,2	2,9	0,059	1,4	1,4	0,57 4	2,1	2,2	<0,01 **	0,1	,01	0,696	2,7	2,7	0,09 9
Quality- CCs	Yield- CCs	2,9	3,6	<0,01 **	1,4	1,6	0,02 5 *	2,2	2,1	<0,01 **	0,1	0,1	0,044 *	2,7	2,7	0,91 4
All-CCs	Yield- CCs	3,2	3,6	<0,01 **	1,4	1,6	0,04 6 *	2,1	2,1	0,938	0,1	0,1	0,078	2,7	2,7	0,18 5
Öko	Konv.	3,2	3,2	0,987	1,5	1,4	0,23 4	2,1	2,1	0,812	0,6	0,6	0,329	2,7	2,7	0,53 4
2013																
CCS	Ref- sorten	2,7	3,1	<0,01 **	1,2	1,3	0,05 6	2,0	1,9	0,118	0,5	0,5	0,970	2,5	2,4	0,42 9
CCS	Eltern- mix	2,7	3,3	0,073	1,2	1,4	0,06 5	2,0	2,0	0,816	0,5	0,6	0,128	2,5	2,6	0,53 7
All-CCs	Quality CCs	2,7	2,6	0,629	1,2	1,2	0,77 5	2,0	2,1	0,144	0,5	0,5	0,695	2,5	2,5	0,54 2
Quality- CCs	Yield- CCs	2,6	2,8	0,191	1,2	1,3	0,84 6	2,1	1,9	0,033 *	0,5	0,5	0,513	2,5	2,5	0,42 4
All-CCs	Yield- CCs	2,7	2,8	0,400	1,2	1,3	0,63 1	2,0	1,9	0,489	0,5	0,5	0,798	2,5	2,5	0,87 2
Öko	Konv.	2,7	2,7	0,839	1,3	1,2	0,44 1	2,0	2,0	0,629	0,5	0,5	0,850	2,5	2,5	0,85 8

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

N-Gehalt in kg/ha

Nach der Umrechnung der Messdaten in % liegt die Spannweite der Daten **2012** für die N-Aufnahme in kg/ha während der Blüte zwischen 36,8 kg/ha (CA I) und 55,1 kg/ha (Akteur), das Versuchsmittel liegt bei 45,8 kg/ha, die Daten zur Schossphase fehlen leider. Zur Ernte haben Korn und Stroh gemeinsam zwischen 86,7 kg/ha (Mischung der Elternsorten) und 121,2 kg/ha (Akteur) aufgenommen, das Versuchsmittel liegt bei 103,7 kg/ha. Dabei entfällt der größere Anteil an der N-Aufnahme auf die Körner (65,0 kg/ha (CY II) bis 89,5 kg/ha (Akteur), Versuchsmittel 74,8 kg/ha), die N-Aufnahme ins Stroh ist geringer 26,0 kg/ha (CQ II) 33,4 kg/ha (CY I), Versuchsmittel 29,0 kg/ha (**Abb. 33**).

2013 liegt die Spannweite der Daten für die N-Aufnahme in kg/ha während der Schossphase zwischen 20,4 kg/ha (Mischung der Elternsorten) und 37,9 kg/ha (CQ I), das Versuchsmittel liegt bei 33,0 kg/ha. Während der Blüte liegt die N-Aufnahme zwischen 43,5 kg/ha (Mischung der Elternsorten) und 72,0 kg/ha (Achat), das Versuchsmittel beträgt 63,8 kg/ha. Zur Ernte haben Korn und Stroh gemeinsam zwischen 108,1 kg/ha (Mischung der Elternsorten) und 132,6 kg/ha (OA II) aufgenommen, das Versuchsmittel liegt bei 123,1 kg/ha. Dabei entfällt der größere Anteil der N-Aufnahme auf die Körner (89,9 kg/ha (Mischung der Elternsorten) bis 112,4 kg/ha (OA II), Versuchsmittel 103,1 kg/ha), die N-Aufnahme ins Stroh ist geringer (17,3 kg/ha (Capo) bis 22,6 kg/ha (Akteur), Versuchsmittel 20,1 kg/ha (**Abb. 34**).

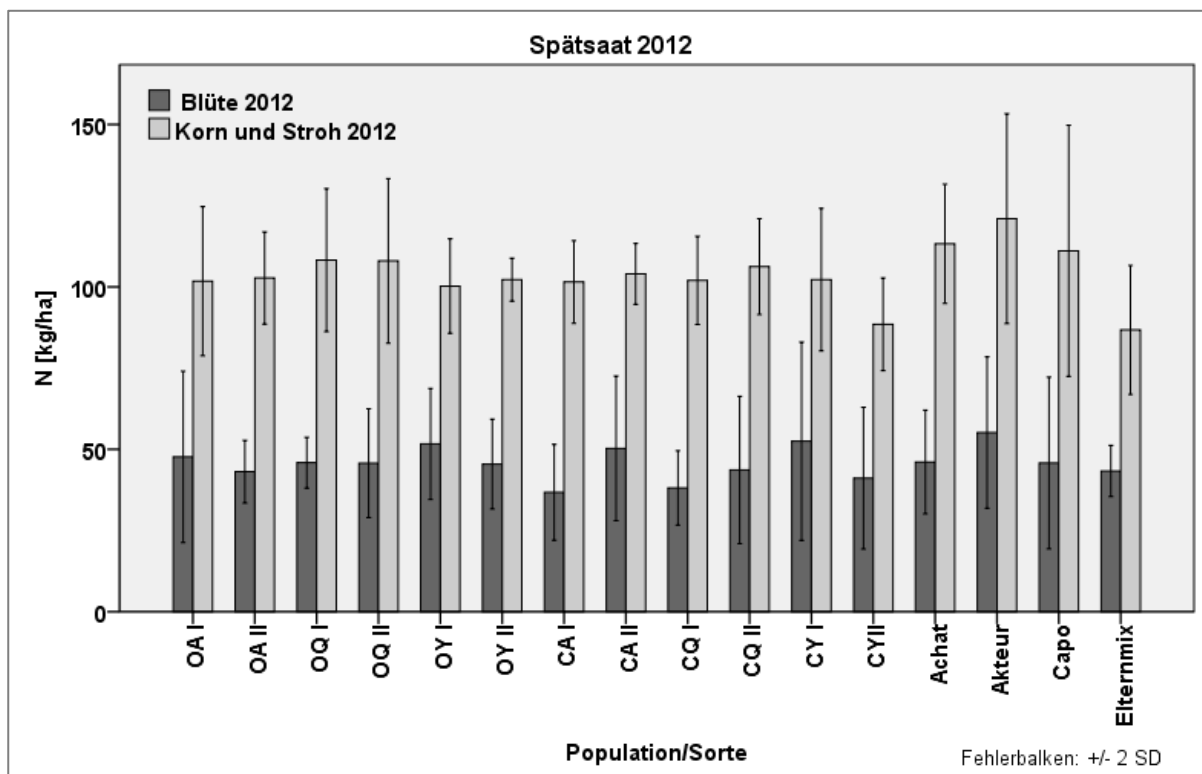


Abb. 33: Stickstoffaufnahme in kg/ha. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt ist die mittlere Stickstoffaufnahme in kg/ha ($n=4$) zu zwei Zeitpunkten.

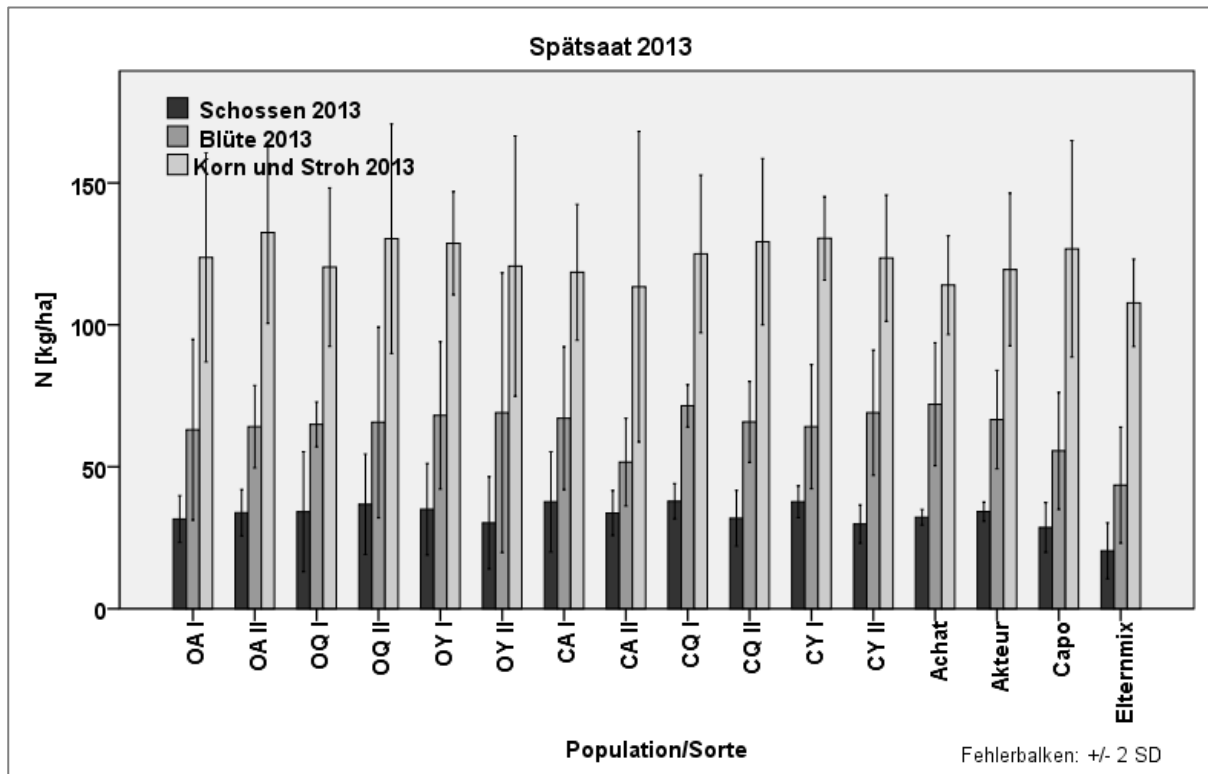


Abb. 34: Stickstoffaufnahme in kg/ha. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt ist die mittlere Stickstoffaufnahme in kg/ha (n=4) zu drei Zeitpunkten.

Im Jahr **2012** unterscheiden sich die Varianten signifikant in der N-Aufnahme ins Korn pro ha für die übrigen Zeitpunkte gibt es diese Unterschiede nicht (Abb. 35). Im Gegensatz dazu gibt es für **2013** keinerlei statistisch signifikante Mittelwertunterschiede (Daten nicht dargestellt).

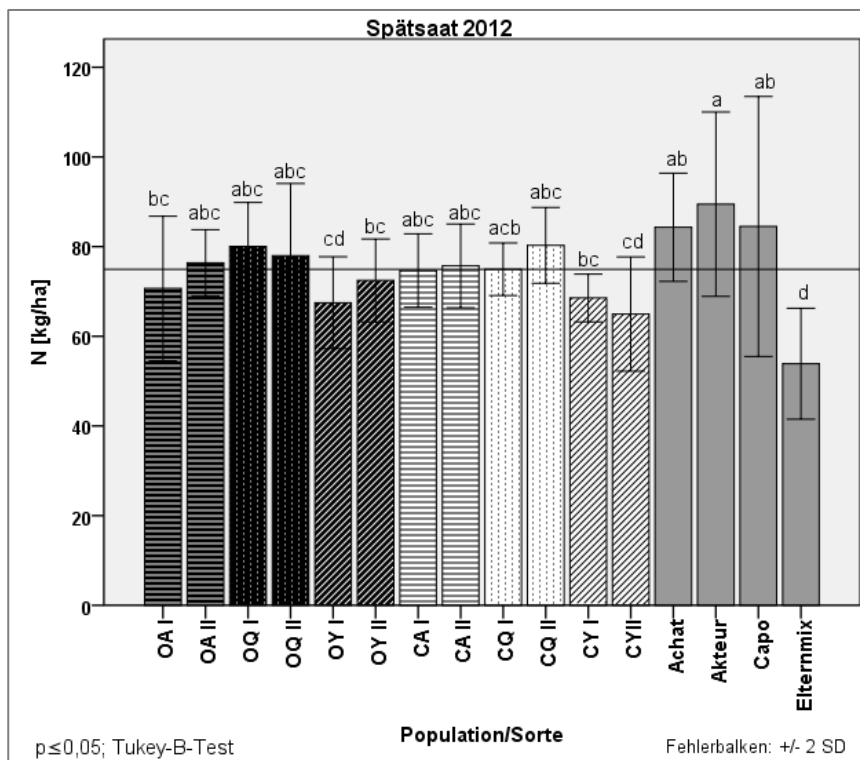


Abb. 35: Stickstoffaufnahme Korn. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt ist der mittlere Stickstoffgehalt in kg/ha (n=4). Die waagerechte Linie gibt das Versuchsmittel an, Kleinbuchstaben geben statistisch signifikante Mittelwertunterschiede auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Die Gruppenunterschiede zwischen Populationen und Referenzsorten und zwischen den A-, Q- und Y-Populationen zeigen **2012** statistisch abgesicherte Unterschiede. Der Vergleich der Populationen mit der Mischung der Elternsorten fällt ebenfalls für Korn und für Korn und Stroh gemeinsam statistisch signifikant aus. Im Gegensatz dazu setzt sich 2013 nur der Elternmix signifikant von den CCs ab (Tab. 13).

Tab. 13: Stickstoffaufnahme in kg/ha der Populationen und Referenzsorten zu drei Zeitpunkten (2012)

Vergleichsgruppe 1-	Vergleichsgruppe 2	Blüte 1 [N kg/ha]	Blüte 2 [N kg/ha]	p-Wert	Korn 1 [N kg/ha]	Korn 2 [N kg/ha]	p-Wert	Stroh 1 [N kg/ha]	Stroh 2 [N kg/ha]	p-Wert	Korn und Stroh 1 [N kg/ha]	Korn und Stroh 2 [N kg/ha]	p-Wert	Blüte 1 [N kg/ha]	Blüte 2 [N kg/ha]	p-Wert
2012																
CCS	Ref. sorten	45,1	49,0	0,237	73,7	86,1	<0,01 **	28,6	29,1	0,857	102,3	115,1	<0,01 **	45,1	49,0	0,237
CCS	Elternmix	45,1	43,3	0,725	73,7	53,9	<0,01 **	28,6	32,8	0,556	102,3	86,7	<0,01 **	45,1	43,3	0,725
All-CCs	Quality CCs	44,4	43,3	0,754	74,3	78,3	0,092	28,2	27,8	0,821	102,5	106,1	0,319	44,4	43,3	0,754
Quality-CCs	Yield-CCs	43,3	47,7	0,225	78,3	68,4	<0,01 **	27,8	29,8	0,471	106,1	98,3	0,035 *	43,3	47,7	0,225
All-CCs	Yield-CCs	44,4	47,7	0,365	74,3	68,4	0,012 *	28,2	29,8	0,553	102,5	98,3	0,250	44,4	47,7	0,365
Öko	Konv.	46,6	43,7	0,329	74,2	73,2	0,602	29,7	27,5	0,291	103,9	100,7	0,293	46,6	43,7	0,329
2013																
CCS	Elternmix	34,3	20,4	0,016 *	65,3	43,5	<0,01 **	104,8	89,9	0,044 *	20,5	18,2	0,447	125,0	107,7	0,059

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

N-Aufnahme Zwischendiskussion

Bei Betrachtung des gemessenen N-Gehaltes der Populationen und Sorten in % zeigt sich nicht das gleiche Bild wie bei Betrachtung der berechneten N-Aufnahme in kg/ha. Während der in der Schossphase und im Korn gemessene N-Gehalt im ersten Versuchsjahr etwas höher liegt als im zweiten, haben die Pflanzen im ersten Jahr weniger Stickstoff pro Hektar aufnehmen können als im zweiten. Dies spiegelt recht deutlich die auch spät im Sommer noch lückigen Pflanzenbestände des ersten Versuchsjahres, die der extrem schwierige Winter mit seinem Kahlfrösts hinterließ. Das schlechte Abschneiden in N-Aufnahme pro ha der Elternmischung ist eher nicht genetisch bedingt sondern der Tatsache geschuldet, dass das Saatgut sehr alt war. Die Vermehrung im Jahr 2011/12 war wegen des harten Winters fehlgeschlagen und es musste auf deutlich überlagerte Proben zurückgegriffen werden. Die grundsätzliche Überlegung, die hinter der Messung der N-Aufnahme der CC-Populationen stand, ist die unterschiedliche Herkunft der Populationen aus einem ökologischen und einem konventionellen Anbausystem. Es wurde angenommen, die konventionell vermehrten Populationen können in schwächerem Ausmaß als die ökologisch vermehrten in der Lage sein, sich den nötigen Stickstoff anzueignen.

Die Ergebnisse zeigen dies nicht. Signifikant unterschiedliche N-Gehalte oder N-Aufnahme-Mengen der beiden Populationsgruppen finden sich in beiden Versuchsjahren nicht. Ein Grund könnte darin liegen, dass die Bodengüte der Fläche auf der die konventionellen Populationen seit 2005 vermehrt wurden deutlich hinter der der ökologischen zurückstand und die Stickstoffverfügbarkeit an beiden Standorten möglicherweise nicht wesentlich unterschiedlich war. Ab der F14 werden die Standorte der Vermehrungsflächen deutlich ähnlicher sein. Es bleibt abzuwarten, ob die differenzierte Düngung mit der Zeit zu Unterschieden zwischen den Populationen führen wird.

Morphologische Diversität – Ergebnisse

Zur Erfassung der morphologischen Diversität der Populationen wurde an 50 Einzelhalmen pro Parzelle Halm- und Ährenlänge erfasst. Hier wird einerseits die Streuung innerhalb der Populationen dargestellt, an der das Ausmaß der noch vorhandenen Variabilität innerhalb einer Population ablesbar ist, andererseits werden die Mittelwerte dargestellt, die sich aus den jeweiligen Parzellenmitteln der vier Versuchswiederholungen ergeben und die zur varianzanalytischen Verrechnung der Daten herangezogen wurden.

Die Spannweite der Halmlängen liegt **2012** zwischen 64,6 cm (Mischung der Elternsorten) und 85,0 cm (CA II), das Versuchsmittel liegt bei 77,2 cm (**Abb. 37**). **2013** liegt die Spannweite zwischen 65,3 cm (Mischung der Elternsorten) und 99,3 cm (Capo), das Versuchsmittel liegt bei 90,5 cm (**Abb. 37**).

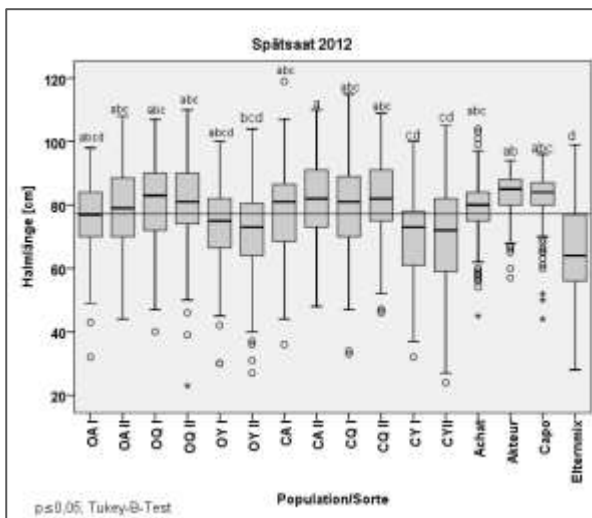


Abb. 36: Halmlänge. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt sind der Median, der Abstand zwischen 1. und 3. Quartil als Box, Minimum und Maximum sowie ggf. Ausreißer und Extremwerte (○ = Ausreißer zwischen 1,5 x Interquartilsabstand und 3 x Interquartilsabstand; * = Extremwert über 3 x Interquartilsabstand). n=200. Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar, Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

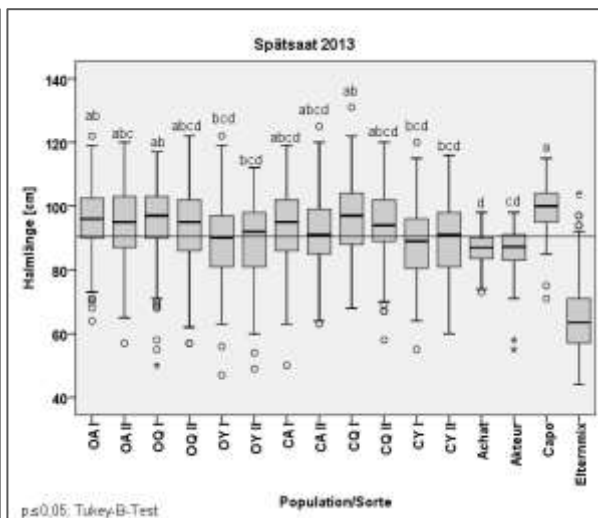


Abb. 37: Halmlänge. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind der Median, der Abstand zwischen 1. und 3. Quartil als Box, Minimum und Maximum sowie ggf. Ausreißer und Extremwerte (○ = Ausreißer zwischen 1,5 x Interquartilsabstand und 3 x Interquartilsabstand; * = Extremwert über 3 x Interquartilsabstand). n=200. Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar, Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Die Streuung der Sorten ist in beiden Jahren geringer als die der Populationen, die Mischung der Elternsorten variiert wie die Populationen erheblich in der Pflanzenhöhe.

Im ersten Versuchsjahr lassen sich vier Untergruppen bilden, statistisch signifikant am besten und am schlechtesten stellen sich die Mischung der Elternsorten und CA II dar (**Abb. 36**). Im zweiten Versuchsjahr sind erneut die Elternsorten am niedrigsten, Capo am höchsten, die Yield-Populationen

liegen wie auch Achat und Akteur knapp unter dem Versuchsmittel, alle anderen Populationen darüber (**Abb. 37**). Interessant ist die Reihung der jeweiligen Mittelwerte. In beiden Jahren sind die Yield-Populationen am niedrigsten, gefolgt von den übrigen Populationen in etwas wechselnder Abfolge. Die Mischung der Elternsorten ist in beiden Jahren am niedrigsten, die Sorte Capo hoch bzw. am höchsten, die Position der Sorten Achat und Akteur im Gesamtbild verschiebt sich zwischen den Jahren stark (**Tab. 14**).

Tab. 14: Aufsteigende Reihung der mittleren Halmlängen (n=4) für beide Versuchsjahre im Vergleich

Reihung Popula- tion/Sorte 2012	Mittlere Halmlän- ge in cm 2012 (aufsteigend)	Reihung Popula- tion/Sorte 2013	Mittlere Halmlän- ge in cm 2013 (aufsteigend)
Elternmix	64,6	Elternmix	65,3
CY I	69,7	Achat	86,5
CYII	70,3	Akteur	86,7
OY II	71,9	CY I	88,1
OY I	74,4	OY II	89,2
OA I	76,1	OY I	89,3
OA II	78,5	CY II	89,5
Achat	78,7	CA I	91,9
CA I	78,7	CA II	92,1
CQ I	79,1	OQ II	93,8
OQ I	80,3	CQ II	94,4
OQ II	80,6	OA II	95,1
CQ II	82,2	OQ I	95,4
Capo	82,4	OA I	95,5
Akteur	83,2	CQ I	96,5
CA II	84,9	Capo	99,3

Die Ährenlängen variieren **2012** zwischen 8,1 cm (CQ II) und 14,3 cm (CY I), das Versuchsmittel liegt bei 9,5 cm ohne statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Varianten (**Abb. 38**). **2013** liegt die Spannweite zwischen 8,7 cm (Capo) und 10,2 cm (Akteur), das Versuchsmittel liegt bei 9,1 cm. In diesem Versuchsjahr weist Achat die höchste Ährenlänge auf, die nachfolgende Reihung der Populationen zeigt jedoch eindeutigen Tendenzen (**Abb. 39**). Die Streuung der Sorten ist in beiden Jahren kaum geringer als die der Populationen.

In beiden Jahren sind die Halmlängen der A und Q Populationen signifikant höher als die der Y Populationen. Der Elternsortenmix ist signifikant kürzer als die Populationen. Die Unterschiede zwischen den Populationen und den Referenzsorten sind relativ gering und nicht einheitlich. Ein Vergleich der ökologisch vermehrten mit den konventionell vermehrten Populationen bleibt ohne statistisch bedeutsamen Unterschied (**Tab. 15**).

Bei der Ährenlänge ergeben sich konsistent längere Ähren bei den Referenzsorten im Vergleich zu den Populationen auch wenn die Unterschiede absolut gering erscheinen (**Tab. 15**).

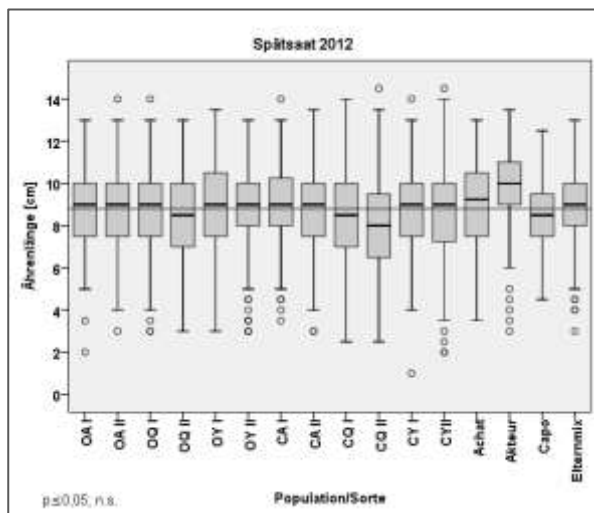


Abb. 38: Ährenlänge. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt sind der Median, der Abstand zwischen 1. und 3. Quartil als Box, Minimum und Maximum sowie ggf. Ausreißer und Extremwerte (○= Ausreißer zwischen 1,5 x Interquartilsabstand und 3 x Interquartilsabstand; * = Extremwert über 3 x Interquartilsabstand). n=200. Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar, Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

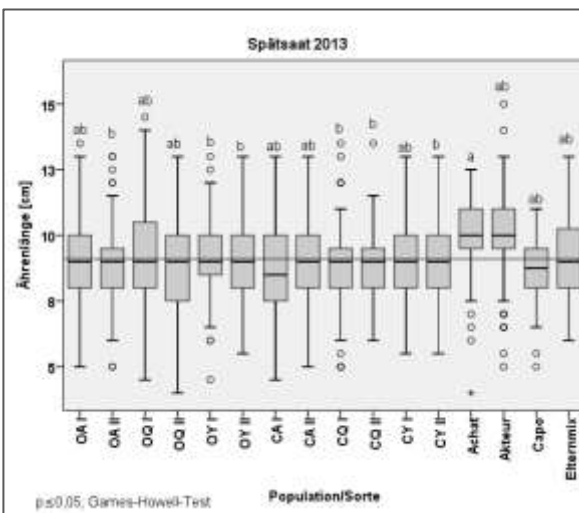


Abb. 39: Ährenlänge. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind der Median, der Abstand zwischen 1. und 3. Quartil als Box, Minimum und Maximum sowie ggf. Ausreißer und Extremwerte (○= Ausreißer zwischen 1,5 x Interquartilsabstand und 3 x Interquartilsabstand; * = Extremwert über 3 x Interquartilsabstand). n=200. Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Tab. 15: Halm- und Ährenlänge in cm der Populationen und Referenzsorten in beiden Versuchsjahren

Vergleichsgruppe 1	Vergleichsgruppe 2	Halmlänge 2012 1 [cm]	Halmlänge 2012 2 [cm]	p-Wert	Halmlänge 2013 1 [cm]	Halmlänge 2013 2 [cm]	p-Wert	Ährenlänge 2012 1 [cm]	Ährenlänge 2012 2 [cm]	p-Wert	Ährenlänge 2013 1 [cm]	Ährenlänge 2013 2 [cm]	p-Wert
CCS	Ref. sorten	77,2	81,4	0,012 *	92,6	90,9	0,130	8,8	9,2	0,046 *	8,9	9,6	0,001 *
CCS	Elternmix	77,2	64,6	< 0,01 **	92,6	65,3	< 0,01 ****	8,8	9,1	0,294	8,9	9,3	0,463
All-CCs	Quality CCs	79,6	80,5	0,589	93,7	95,0	0,269	8,8	8,6	0,432	8,9	8,9	0,977
Quality-CCs	Yield-CCs	80,5	71,6	< 0,01 **	95,0	92,6	< 0,01 **	8,6	9,0	0,120	8,9	9,0	0,376
All-CCs	Yield-CCs	79,6	71,6	< 0,01 **	93,7	92,6	< 0,01 **	8,8	9,0	0,415	8,9	9,0	0,443
Öko	Konv.	77,0	77,5	0,710	93,0	92,1	0,331	8,9	8,6	0,228	9,0	8,8	0,133

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

Morphologische Diversität – Zwischendiskussion

Die mittlere Halmhöhe der Populationen und Sorten liegt im 1. Versuchsjahr um 13,3 cm niedriger als im Folgejahr. Da auch die Erträge im 2. Versuchsjahr deutlich besser waren, kann man davon ausgehen, dass die gesamte Nährstoffversorgung im Versuch 2013 besser war. Die Ertragsunterschiede lassen sich auch mit der starken Auswinterung im ersten Versuchsjahr erklären, doch ein Einfluss der ungünstigen Witterungsverhältnisse im Winter auf die endgültige Halmhöhe erscheint eher unwahrscheinlich.

Zur Beurteilung der deutlichen Trennung der Y-Populationen von den Q- und A-Populationen in beiden Jahren ist es interessant, die Höhe der Ausgangseltern der jeweiligen Populationen heranzuziehen. In einer Arbeit von Leiser (2007) wurden morphologische Charakteristika der einzelnen Elternsorten dokumentiert. Dabei ergab sich für die Höhe der Yield-Eltern ein Durchschnitt von 87,5 cm während die Quality-Eltern im Durchschnitt 97,1 cm hoch wurden. Der Unterschied in der Höhe der Populationen liegt offenbar bereits in der Auswahl der Elternsorten begründet und ist nicht auf eine unterschiedliche Entwicklung der Populationen über die Jahre hinweg zu verstehen. Auch frühere Messungen (Finckh et al., 2010) haben diese Längenunterschiede bereits dokumentiert.

Dass die Mischung der Elternsorten im Versuch in beiden Jahren nur um 65 cm hoch wurde, könnte damit zusammenhängen, dass das Elternsorten-Saatgut zur Aussaat 2011 bereits drei Jahre gelagert worden war.

Eine entsprechende Messung der Ährenlängen liegt für die Elternsorten nicht vor, die Versuchsergebnisse zeigen für die Ährenlänge aber auch weniger eindeutige Tendenzen als bei der Halmlänge. Da die Ährenlänge sich bereits zwischen Populationen und Referenzsorten kaum unterscheidet, ist ein Einfluss der Elternsorten kaum zu erwarten.

Ein Einfluss des Anbausystems zeigt sich bei der Halm- und Ährenlänge nicht.

Ertrag und Ertragskomponenten – Ergebnisse

Ertrag in dt/ha und TKG

Die Ertragsbestimmung aus einer Mähdruschprobe ergab im Jahr **2012** eine Spannweite zwischen 29,0 dth/ha (Mischung der Elternsorten) und 54,9 dt/ha (Akteur), das Versuchsmittel liegt bei 41,2 dt/ha. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt ein signifikant besseres Abschneiden der Sorte Akteur, während die Mischung der Elternsorten, alle vier Y-Populationen sowie die Population OA I unter dem Versuchsmittel liegen und sich statistisch signifikant vom übrigen Mittelfeld der Populationen und Sorten unterscheiden (**Abb. 40**). Damit schneiden im Jahr 2012 ausgerechnet die Hochertrags-Populationen schlechter als die übrigen Populationen ab.

Im Jahr **2013** ergibt die Ertragsbestimmung aus der Mähdruschprobe eine Spannweite zwischen 52,7 dth/ha (Mischung der Elternsorten) und 66,8 dt/ha (CY I), das Versuchsmittel liegt bei 60,2 dt/ha. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Populationen, die Y-Populationen liegen in diesem Versuchsjahr aber am oder über dem Versuchsmittel, während die A- und Q-Populationen eher am oder unter dem Versuchsmittel liegen (Ausnahme: OA II) (**Abb. 41**).

Das Versuchsmittel liegt im Jahr 2013 mit 60,2 dt/ha um 19 dt/ha höher als im Vorjahr.

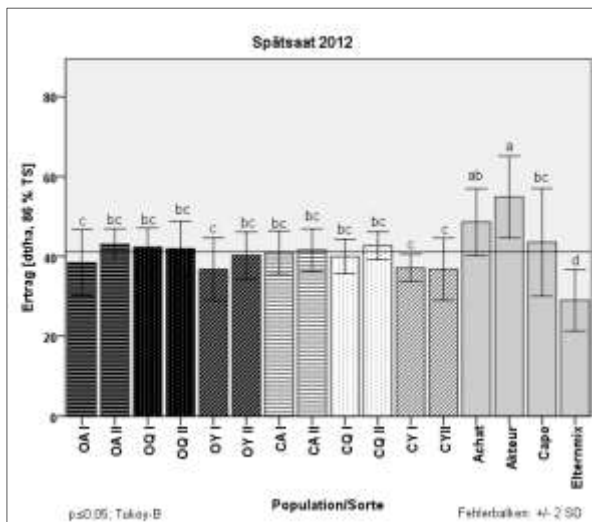


Abb. 40: Ertrag. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Ertrag in dt/ha ($n=4$), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

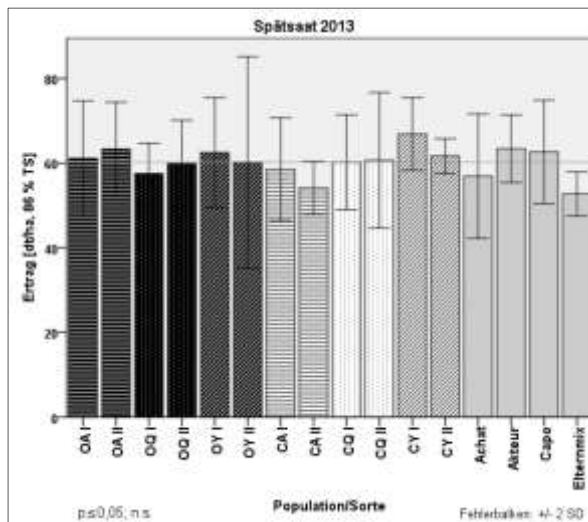


Abb. 41: Ertrag. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Ertrag in dt/ha ($n=4$), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an.

Betrachtet man die Reihung der Ertragsdaten in den beiden Versuchsjahren, ergeben sich für die beiden Jahre sehr unterschiedliche Bilder. Während die Yield-Populationen im ersten Versuchsjahr entgegen der Erwartung sehr niedrige Erträge haben, liegen die Yield-Erträge von drei Yield-Populationen im zweiten Jahr höher als die übrigen Populationen. Die Überlegenheit der Referenzsorten im 1. Versuchsjahr zeigt sich im zweiten Versuchsjahr nicht so eindeutig. Was in beiden Jahren Bestand hat, ist das schlechte Abschneiden der Elternsortenmischung (**Tab. 16**).

Tab. 16: Aufsteigende Reihung der mittleren Erträge in dt/ha (86 % TM) ($n=4$) für beide Versuchsjahre im Vergleich

Reihung Popula- tion/Sorte 2012	Mittlerer Ertrag in dt/ha 2012 (auf- steigend)	Reihung Popula- tion/Sorte 2013	Mittlerer Ertrag in dt/ha 2013 (auf- steigend)
Elternmix	29,0	Elternmix	52,7
CYII	36,8	CA II	54,2
OY I	36,8	Achat	56,9
CY I	37,1	OQ I	57,5
OA I	38,4	CA I	58,5
CQ I	39,9	OQ II	59,9
OY II	40,2	OY II	60,2
CA I	40,9	CQ I	60,2
CA II	41,6	CQ II	60,6
OQ II	41,9	OA I	61,1
OQ I	42,3	CY II	61,6
CQ II	42,6	OY I	62,5
OA II	43,0	Capo	62,6
Capo	43,5	OA II	63,3
Achat	48,5	Akteur	63,4
Akteur	54,8	CY I	66,8

Beim TKG liegt im Jahr **2012** die Spannweite zwischen 46,9 g (Mischung der Elternsorten) und 52,0 g (OA I), das Versuchsmittel liegt bei 49,4 g. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt einige signifikante Unterschiede zwischen den Populationen und Sorten aber keine klare Tendenz in eine bestimmte Richtung (**Abb. 42**).

Im Jahr **2013** liegt die Spannweite des TKG zwischen 44,2 g (Mischung der Elternsorten) und 51,2 g (Achat), das Versuchsmittel liegt bei 48,3 g. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten (keine Varianzhomogenität, Games-Howell-Test) zeigt wie im Vorjahr einige signifikante Unterschiede aber noch keine klare Tendenz in eine bestimmte Richtung (**Abb. 43**).

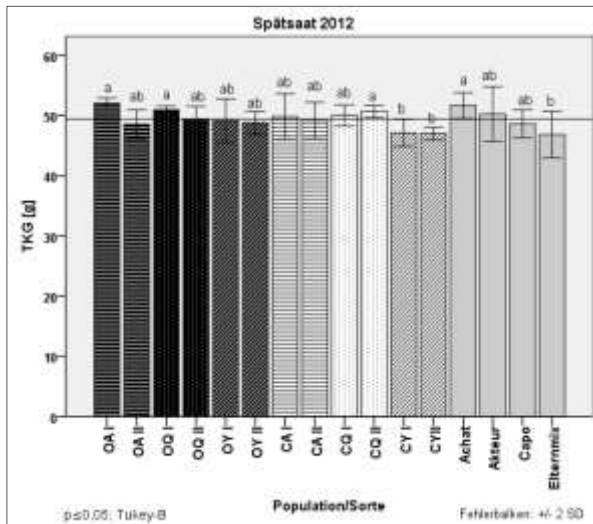


Abb. 42: TKG. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für TKG in g ($n=4$), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

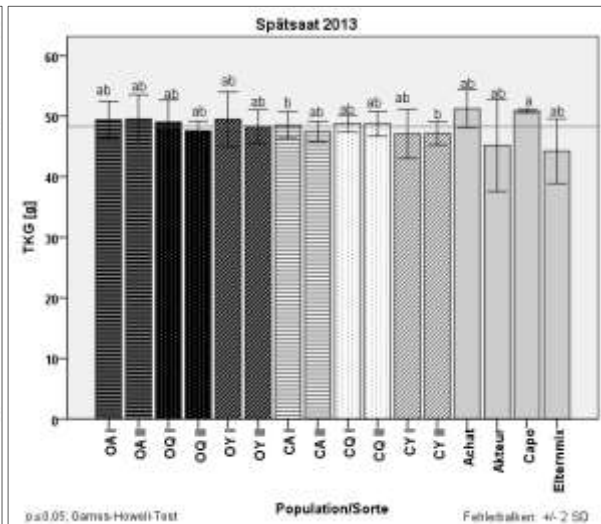


Abb. 43: TKG. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für TKG in g ($n=4$), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Der Gruppenvergleich zeigt im Jahr **2012** beim Ertrag für den Vergleich der Populationsgruppen All, Quality und Yield einen signifikant niedrigeren Ertrag der Yield-Gruppe. Die sechs ökologisch vermehrten Populationen unterscheiden sich nicht signifikant von der Gruppe der sechs konventionell vermehrten Populationen, der Ertrag der Referenzsorten liegt signifikant über dem Ertrag der Populationen. Im Vergleich mit der Mischung der Elternsorten liegen die Populationen signifikant höher (**Tab. 17**).

Im Jahr **2013** fällt beim Ertrag nur der Gruppenvergleich CCs versus Elternsortenmischung statistisch signifikant aus (**Tab. 17**).

Für das TKG zeigt der Gruppenvergleich **2012** für den Vergleich der Populationen ein signifikant niedrigeres TKG der Yield-Gruppe. Das TKG der sechs ökologisch vermehrten Populationen ist zwar statistisch absicherbar höher als das der Gruppe der sechs konventionell vermehrten Populationen, der Unterschied beträgt aber nur 0,8 g. Das TKG der Referenzsorten unterscheidet sich nicht signifikant vom TKG der der Populationen, während das TKG der Populationen signifikant höher als das TKG der Elternsortenmischung ist.

Im Jahr **2013** fallen für das TKG die Gruppenvergleiche zwischen den Populationsgruppen All, Quality und Yield sowie zwischen den Populationen und den Referenzsorten nicht signifikant aus, nur der Vergleich der Populationen mit der Mischung der Elternsorten zeigt einen relevanten Unterschied.

Beim Gruppenvergleich der sechs ökologischen mit den sechs konventionellen CCs ist in diesem Jahr das TKG der konventionell vermehrten Populationen ebenfalls leicht geringer als das der ökologisch vermehrten aber nicht statistisch absicherbar (**Tab. 17**).

Tab. 17: Ertrag [dt/ha] und TKG [g] der Populationen und Referenzsorten in beiden Versuchsjahren

Vergleichsgruppe 1	Vergleichsgruppe 2	Ertrag 2012 1 [dt/ha]	Ertrag 2012 2 [dt/ha]	p-Wert	Ertrag 2013 1 [dt/ha]	Ertrag 2013 2 [dt/ha]	p-Wert	TKG 2012 1 [g]	TKG 2012 2 [g]	p-Wert	TKG 2013 1 [g]	TKG 2013 2 [g]	p-Wert
CCS	Ref. sorten	40,1	49,0	<0,01 **	60,7	61,0	0,824	49,4	50,2	0,148	48,5	49,1	0,333
CCS	Elternmix	40,1	29,0	<0,01 **	60,7	52,7	0,015 *	49,4	46,9	<0,01 **	48,5	44,2	<0,01 **
All-CCs	Quality CCs	41,0	41,7	0,565	59,6	59,5	0,895	49,9	50,3	0,312	48,8	48,5	0,513
Quality-CCs	Yield-CCs	41,7	37,7	<0,01 **	59,5	62,9	0,148	50,3	48,0	<0,01 **	48,5	62,9	0,590
All-CCs	Yield-CCs	41,0	37,7	0,011 *	59,6	62,9	0,116	49,9	48,0	<0,01 **	48,8	62,9	0,245
Öko	Konv.	40,4	39,8	0,532	60,8	60,6	0,818	49,8	49,0	0,013 *	48,9	48,0	0,135

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

Ertrag und Ertragskomponenten – Zwischendiskussion

Die Ertragsdaten für das Jahr 2012 sind mit den besonders niedrigen Erträgen der Y-Populationen nicht erwartungsgemäß. Ein Grund ist in der besonders starken Auswinterung der Y-Populationen zu finden, die wiederum wahrscheinlich in der geringen Winterhärte der Elternsorten begründet liegt.

Alle Elternsorten wurden im Winter 2011/2012 auch als Reinbestände angebaut. Von den 20 Sorten überlebten nur vier den Winter in nennenswertem Umfang (**Abb. 44**).

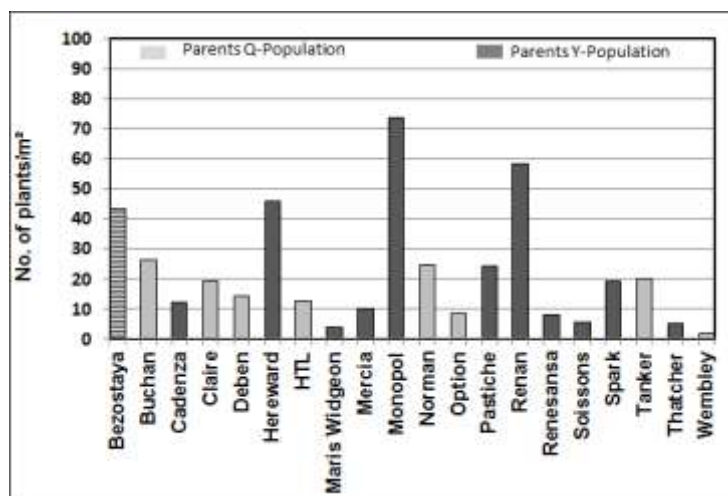


Abb. 44: Anzahl Pflanzen/m² bei Zählung nach dem Winter 2011/12. Dargestellt sind die Elternsorten der CC-Populationen.

Eine Erklärung für das gute Abschneiden der vier Sorten könnte in der Herkunft dieser Sorten liegen. Da die CCs in England erzeugt wurden, gingen relativ viele englische und damit wenig winterharte Winterweizensorten in die Kreuzungen ein. 'Bezostaya' hingegen ist eine Sorte mit ukrainischem Hintergrund, die wegen ihrer ausgesprochenen Winterhärte gerne eingekreuzt wird, wenn Winterfestigkeit gewünscht ist, 'Monopol' und 'Renan' stammen aus Deutschland bzw. Frankreich und haben damit einen stärker kontinentalen Hintergrund, und allein 'Hereward' ist eine englische Sorte. Ein genauerer Blick auf die Pedigree-Daten zeigt aber auch hier eine deutsche Sorte – 'Disponet' – als Kreuzungspartner. Diese hat 'Hereward' vermutlich mit einer gewissen Winterhärte ausgestattet. Von diesen vier Sorten ist aber nur 'Bezostaya' in die Kreuzung der Yield-Population mit eingegangen (**Abb. 1**), was die starke Auswinterung der Yield-Populationen erklären kann.

Die Ertragsdaten aus dem 2. Versuchsjahr entsprechen den Erwartungen besser, hier sind die Unterschiede allerdings nicht statistisch abgesichert. Ein Grund für das deutlich höhere Ertragsniveau im 2. Versuchsjahr liegt zum einen sicherlich an den starken Auswinterungsschäden 2012, zum anderen kann aber auch argumentiert werden, dass die gesamte Nährstoffversorgung des Versuches im 2. Jahr besser war (siehe auch Nmin-Daten in **Abb. 6**). Die höheren Halmlängen im 2. Versuchsjahr geben einen weiteren Hinweis in diese Richtung und während die Vorfrucht im 1. Jahr Raps war, stand der Versuch im 2. Jahr nach zweijährigem Klee gras.

Bei der Berechnung der linearen Kontraste für TKG zeigt sich, dass dieser Parameter als einer von wenigen in der Lage ist, die beiden Herkunftsgruppen öko und konventionell in einem Jahr statistisch signifikant voneinander zu trennen. Die Ergebnisse sind im zweiten Versuchsjahr ähnlich aber nicht statistisch absicherbar. Insgesamt sind die Unterschiede im TKG zwischen den Gruppen aber als gering einzustufen.

Backqualität - Ergebnisse

Im zweiten Versuchsjahr konnten die Backqualitätsparameter vierfach wiederholt erhoben werden. Im ersten Jahr liegen nur Rohproteindaten vor.

Fallzahl 2. Versuchsjahr

Die Fallzahlen variieren zwischen 181 (Population OY I) und 392 (Capo), das Versuchsmittel liegt bei 280.

Ein Vergleich mit den gepoolten Proben ergibt vergleichbare Fallzahlen (Daten nicht dargestellt).

Die Fallzahlen der Sorten Capo und Achat sind signifikant höher als die der Populationen und übrigen Referenzsorten, die Population OY liegt signifikant unter den übrigen Versuchsgliedern. Interessant ist auch hier die Reihung der Populationen: während alle vier Q-Populationen und die drei Referenzsorten Achat, Akteur und Capo nach oben vom Versuchsmittel abweichen, weichen alle Y-Populationen sowie die Mischung der Elternsorten nach unten ab. Die beiden OA-Populationen liegen ebenfalls unter dem Versuchsmittel, während CA I und CA II relativ genau auf dem Versuchsmittel liegen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

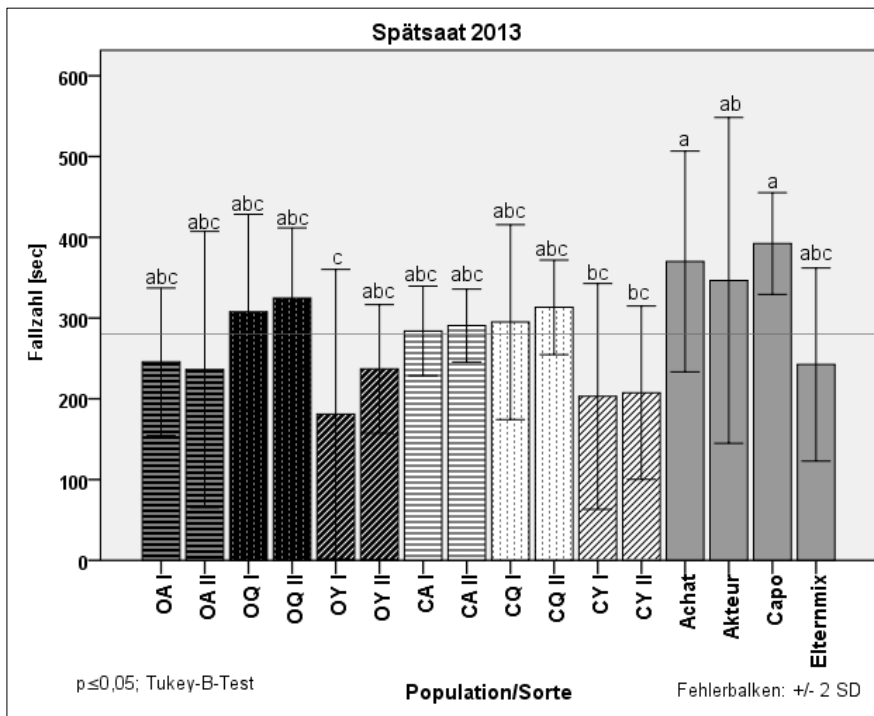


Abb. 45: Fallzahl Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Fallzahl in sec ($n=4$), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Rohproteingehalt 1. und 2. Versuchsjahr

Ebenfalls varianzanalytisch verrechnet werden konnte der Rohproteingehalt, der sich aus dem N-Gehalt der Körner berechnen lässt. Diese Berechnung war in beiden Versuchsjahren möglich. Ein Vergleich der für 2012 und 2013 berechneten Daten mit den jeweils gepoolten Proben zeigt in beiden Fällen recht große Übereinstimmung (Daten nicht dargestellt).

Für **2012** ergibt sich eine Spannweite zwischen 10,8 % (Akteur) und 12,8 % (Capo), das Versuchsmittel liegt bei 12,1 %. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten aus dem ersten Versuchsjahr zeigt statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Populationen und Sorten (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Für **2013** variieren die Proteinwerte zwischen 8,3 % (Population OY II) und 11,9 % (OQ I) ohne statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern, das Versuchsmittel liegt bei 11,0 % (Daten nicht dargestellt).

Der Gruppenvergleich der Populationsgruppen ergibt eine statistisch signifikante Reihung der Gruppen von Yield über All bis Quality. Die sechs ökologisch vermehrten Populationen unterscheiden sich nicht signifikant von der Gruppe der sechs konventionell vermehrten Populationen, beim Vergleich der Populationen mit den Referenzsorten zeigt sich eine höhere Fallzahl der Sorten, der Vergleich der Populationen mit der Elternsortenmischung ist ohne signifikanten Unterschied (

Tab. 19).

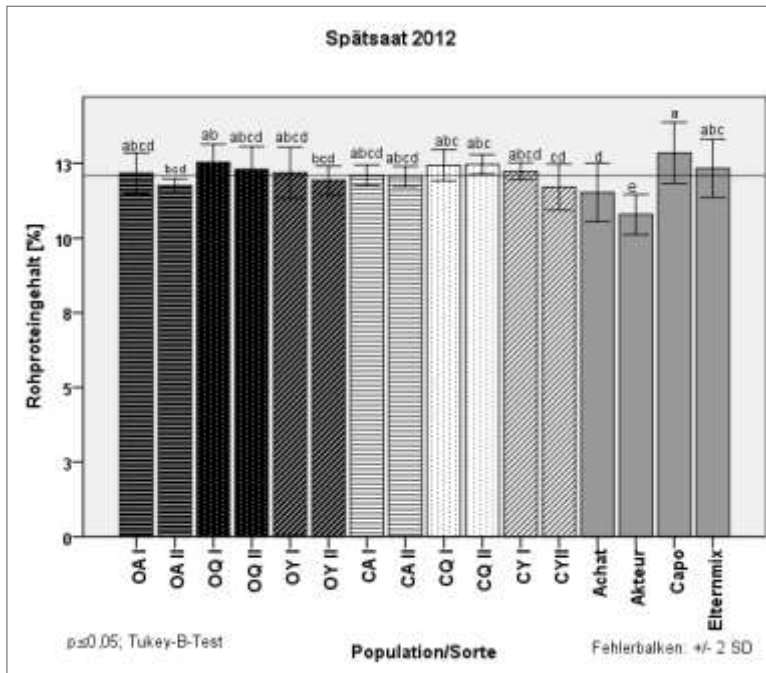


Abb. 46: Rohproteingehalt. Spätsaat im 1. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Rohproteingehalt in % (n=4), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Im Jahr 2012 liegt der Rohproteingehalt in der Q-Gruppe signifikant über den A und Y-Populationen. Auch liegen die Populationen signifikant höher als die Referenzsorten. Im 2. Versuchsjahr konnte ein Gruppenvergleich mittels linearer Kontraste die Populationsgruppen Quality und Yield statistisch signifikant voneinander trennen. Alle übrigen Vergleiche sind ohne rechnerischen Unterschied (

Tab. 19)

Backvolumen 2. Versuchsjahr

Das Backvolumen variiert zwischen 344 ml (Population OY II) und 428 ml (OQ I), das Versuchsmittel liegt bei 382 ml. Das Volumen der Population OQ I ist signifikant höher als das der übrigen Populationen und Referenzsorten, die Population OY II liegt signifikant unter den übrigen Versuchsgliedern. Zwischen diesen beiden Populationen verteilen sich die übrigen Populationen und Sorten (**Abb. 47**). Interessant ist die Reihung der Populationen: die Quality-Populationen weisen das höchste Backvolumen auf, die All-Populationen liegen in der Mitte, die Yield-Populationen haben das geringste Backvolumen (**Tab. 18**). Während alle vier Q-Populationen und die drei Referenzsorten Achat, Akteur und Capo nach oben vom Versuchsmittel abweichen, weichen alle Y- und A-Populationen sowie die Mischung der Elternsorten nach unten ab (siehe auch **Abb. 48**).

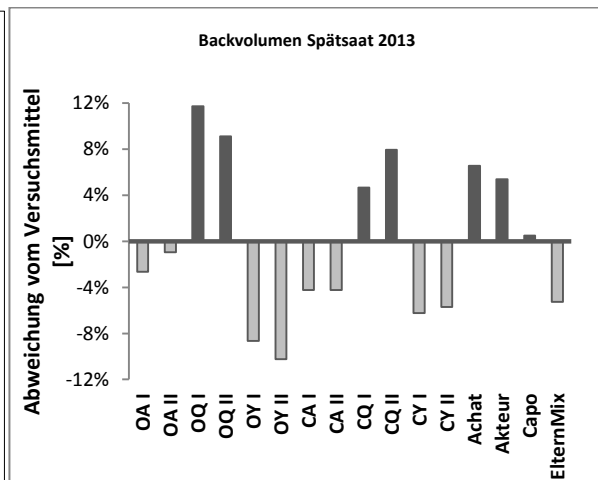
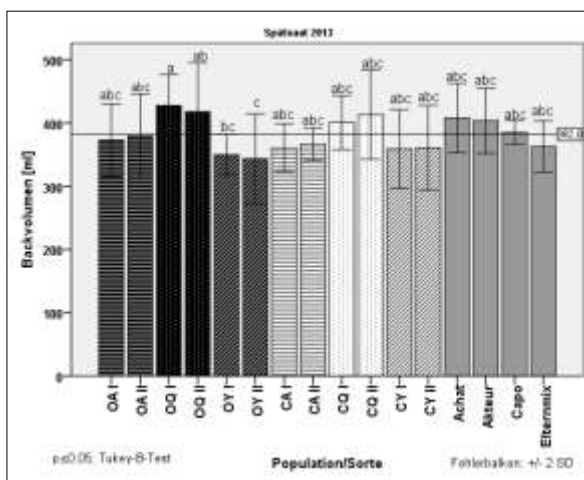


Abb. 47: Backvolumen. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Backvolumen in ml (n=4), die waagerechte Bezugslinie gibt das Versuchsmittel an. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau p≤0,05 an.

Abb. 48: Backvolumen. Spätsaat im 2. Versuchsjahr. Abweichung der einzelnen Populationen und Sorten vom Versuchsmittel in % (bezüglich Backvolumen).

Tab. 18: Aufsteigende Reihung des Backvolumens in ml (n=4) im 2. Versuchsjahr

Reihung Popula- tion/Sorte 2013	Mittleres Backvo- lumen in ml 2012 (aufsteigend)
OY II	343,7
OY I	349,7
CY I	359,0
CY II	361,0
CA I	361,0
Elternmix	362,7
CA II	366,7
OA I	372,7
OA II	379,2
Capo	384,7
CQ I	400,7

Akteur	403,5
Achat	408,0
CQ II	413,2
OQ II	417,7
OQ I	427,7

Die linearen Kontraste zeigen beim **Backvolumen** für den Vergleich der Populationsgruppen All, Quality und Yield ein signifikant höheres Backvolumen der Quality-Gruppe. Die sechs ökologisch vermehrten Populationen unterscheiden sich nicht signifikant von der Gruppe der sechs konventionell vermehrten Populationen, ein signifikanter Unterschied zeigt sich aber auch beim Vergleich der Populationen mit den Referenzsorten. Der Vergleich der Populationen mit der Mischung der Elternsorten fällt nicht signifikant aus (

Tab. 19).

Tab. 19: Backqualität (Backvolumen, Fallzahl und Rohproteingehalt) der Populationen und Referenzsorten im 2. Versuchsjahr

Vergleichs- gruppe 1	Vergleichs- gruppe 2	Backvolumen 2013 1 [ml]	Backvolumen 2013 2 [ml]	p-Wert	Fallzahl 2013 1 [sec]	Fallzahl 2013 2 [sec]	p-Wert	Rohproteingehalt 2012 1 [%]	Rohproteingehalt 2012 2 [%]	p-Wert	Rohproteingehalt 2013 1 [%]	Rohproteingehalt 2013 2 [%]	p-Wert
CCS	Ref. sorten	380,4	398,7	0,033 *	260,3	369,6	<0,01 **	12,2	11,7	<0,01 **	11,4	11,0	0,118
CCS	Eltern- mix	380,4	362,7	0,246	260,3	242,5	0,574	12,2	12,3	0,282	11,4	11,3	0,816
All-CCs	Quality CCs	370,1	414,9	<0,01 **	262,4	310,2	0,042 *	12,0	12,4	<0,01 **	11,3	11,8	0,144
Quality- CCs	Yield- CCs	414,9	354,0	<0,01 **	310,2	205,1	<0,01 **	12,4	12,0	<0,01 **	11,8	11,1	0,033 *
All-CCs	Yield- CCs	370,1	354,0	0,104	262,4	205,1	0,014 *	12,0	12,0	0,938	11,3	11,1	0,489
Öko	Konv.	383,5	377,4	0,548	256,2	264,5	0,577	12,1	12,2	0,812	11,5	11,4	0,629

*, **: Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant auf dem Niveau $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$ (lineare Kontraste)

Backqualität – Zwischendiskussion

Der Backtest im zweiten Versuchsjahr ergibt für den gesamten Versuch ein mittleres Backvolumen von 382 ml. Bei Vollkornbacktests sind geringere Backvolumina als bei Auszugsmehlen zu erwarten, Werte zwischen 350 und 400 ml sind als gut anzusehen. Der bei Weißmehlen starke Sortenunterschied tritt in den Hintergrund (Jahn-Deesbach et al., 1989).

Auf diese Weise entsprechen die Ergebnisse am ehesten den Qualitäten, die bei Bäckern zu erwarten sind, die ökologische Backwaren produzieren.

Das hohe Backvolumen der Quality-Populationen und das geringere Volumen der Yield-Populationen zeigen, dass sich die ursprüngliche Auswahl der Elternsorten nach wie vor auswirkt, während Anpassungsprozesse an die Selektionsumgebung keinen merklichen Einfluss auf die Backqualität genommen haben.

Der Vergleich der Populationen mit den drei Referenzsorten Achat, Akteur und Capo zeigt aber auch, dass alle Populationen im Mittel nicht an das Niveau der Referenzsorten heranreichen können. Werden allerdings lineare Kontraste für den Gruppenvergleich 3 Referenzsorten vs. Quality-Populationen oder 3 Referenzsorten vs. Quality- und All-Populationen gerechnet, zeigen sich für diese Gruppenvergleiche keine statistisch signifikanten Unterschiede. Die Quality- und All-Populationen reichen also durchaus an das Niveau der Referenzsorten heran.

Die Fallzahlen sind 2013 im Versuchsmittel bei 280, ein sehr hoher Wert. Bis 280 sec. gelten Fallzahlen als gut, ab 280 haben sie einen nachteiligen Einfluss auf die Backeigenschaften. Besonders die Sorten liegen mit Fallzahlen um 400 sec extrem hoch. Auch bei den Fallzahlen zeigt sich eine Reihung der Werte von den Yield-Populationen über All bis Quality, Unterschiede zwischen den Anbausystemen zeigen sich nicht.

Im Gegensatz zu den Fallzahlen liegen die Rohproteingehalte eher im mittleren Bereich. Im ersten Jahr liegt das Versuchsmittel bei 12,1 %, statistisch signifikant trennbar sind hier nur die Yield- und Quality-Populationen (höherer Rohproteingehalt der Q-Populationen).

Im zweiten Versuchsjahr liegt das Versuchsmittel mit 11,0 % niedriger, die Quality-Populationen liegen wieder statistisch signifikant höher als die Yield-Populationen, zusätzlich liegt in diesem Jahr die Gruppe der Populationen höher als die Gruppe der Referenzsorten

Es lässt sich also auch beim Rohproteingehalt ein Einfluss der Elternsorten finden, Unterschiede zwischen den Anbausystemen treten nicht auf.

Ein Vergleich der auf der Grundlage des N-Gehaltes berechneten Daten mit den gepoolten und direkt analysierten Proben zeigt in beiden Jahren weitgehende Übereinstimmung, das niedrige Proteinniveau lässt sich also nicht durch die Art der Probennahme und Berechnung erklären.

Ähnlich wie bei den Erträgen zeigt sich, dass die Jahresschwankungen der Populationen in den Qualitätsparametern geringer erscheinen als die Schwankungen der Referenzsorten. Dies ist ein Hinweis auf die Pufferkapazität gegenüber schwankenden Umweltbedingungen.

4.4.2 AP 2b - Untersuchung der Population auf ihre Eignung für den Anbau in Mischung mit Weißklee in Frühsaat

Leider entwickelte die Kleeuntersaat sich in beiden Versuchsjahren schlecht. Im Jahr 2011 litt sie erst unter langer Herbsttrockenheit und konnte schließlich den Kahlfrösten im Februar 2012 nicht standhalten. Der früh gesäte Weizen wurde durch die Kahlfröste ebenfalls so massiv geschädigt, so dass alle Versuchspartzellen in AP 2b im April 2012 umgebrochen werden mussten.

Im Herbst 2012 konnte der Klee sich erneut kaum etablieren, so dass eine Nachsaat im Frühjahr 2013 erforderlich wurde, die aber auch nicht mehr zur gewünschten Etablierung des Klees führte. Eine Beurteilung der ursprünglichen Versuchsfrage zur Eignung für Mischanbau ist daher nicht möglich. Die Daten aus dem 2. Versuchsjahr werden dennoch dargestellt, um den Effekt der frühen Aussaat zu dokumentieren.

Blattkrankheiten – Ergebnisse

Der Gesamtbefall mit Blattkrankheiten für die drei Blattetagen gemeinsam liegt zwischen 15,0 % (OA I) und 17,1 % (Breit I), das Versuchsmittel liegt bei 16,0 %. Für das Fahnenblatt beträgt die Spanne 2,9 % (OA I) bis 3,9 % (Breit I), das Versuchsmittel liegt bei 3,4 %. Auf dem F-1 Blatt beträgt die Spanne 13,4 % (OA I) bis 15,6 % (Breit I, OA II), das Versuchsmittel liegt bei 14,6 % und beim F-2 beträgt die Spanne 32,7 % (OA I) bis 36,0 % (Breit I), das Versuchsmittel liegt bei 34,2 % (**Abb. 49**).

Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt weder für den Gesamtbefall aller drei Blattetagen noch für die einzelnen Blattetagen statistisch signifikante Unterschiede (Daten nicht dargestellt).

Auch die Gruppenvergleiche ergeben weder für den Vergleich der Populationen mit der Referenzsorte noch für den Vergleich der beiden OA-Populationen mit den beiden Breitsaatpopulationen statistisch absicherbare Unterschiede (Daten nicht dargestellt).

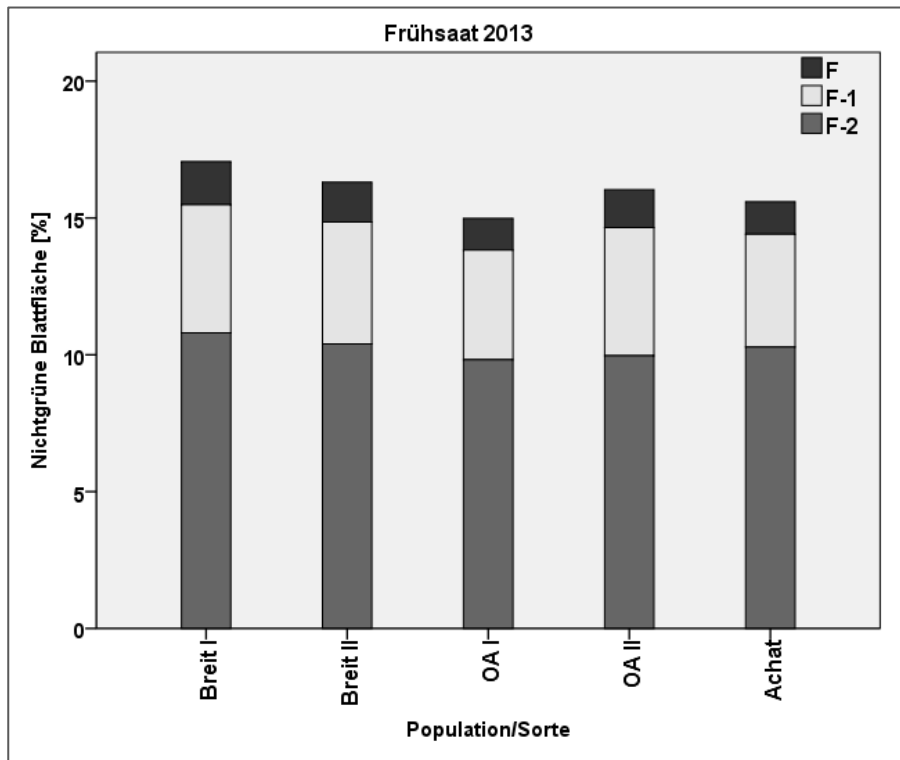


Abb. 49: Blattkrankheiten. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt ist der Gesamtbefall der obersten drei Blättagen in % nichtgrüner Blattfläche, aufgeschlüsselt nach Befall der einzelnen Blättagen (mittlere Befallswerte aus $n=8$ mit Gewichtung 4:3:3.)

Blattkrankheiten – Zwischendiskussion

Der Befall mit Blattkrankheiten ist mit einem mittleren Gesamtbefall von 16 % nichtgrüne Blattfläche sehr moderat. Der etwas höhere Befall der Breitsaatpopulationen gegenüber den OA-Populationen und der Referenzsorte Achat ist statistisch nicht abgesichert und biologisch nicht signifikant.

Fußkrankheiten – Ergebnisse

Wie in AP2a sind fast keine Pflanzen stark befallen und die Befallsklasse 3 fehlt fast vollständig. Achat und die beiden OA-Populationen einen etwas höheren Anteil an der Befallsklasse 0 haben, insgesamt ist der Befall im Versuch niedrig (**Abb. 50**).

Die Befallswerte für den Frühsaatversuch 2013 liegen für den Gesamtbefall zwischen 19,9 (OA I) und 25,7 (Breit I), das Versuchsmittel liegt bei 22,0. Für *Pseudocercospora herpotrichoides* beträgt die Spanne 2,9 (OA II) bis 6,2 (Breit I), das Versuchsmittel liegt bei 4,6. Für *Rhizoctonia cerealis* beträgt die Spanne 1,1 (Breit I) bis 3,2 (OA II) das Versuchsmittel liegt bei 2,2. Für *Fusarium solani* beträgt die Spanne 14,4 (Achat) bis 19,8 (Breit I), das Versuchsmittel liegt bei 16,3 (**Abb. 51** **Abb. 15**).

Weder für die einzelnen Krankheiten noch für den Gesamtbefall oder zwischen Gruppen gibt es statistisch signifikante Unterschiede.

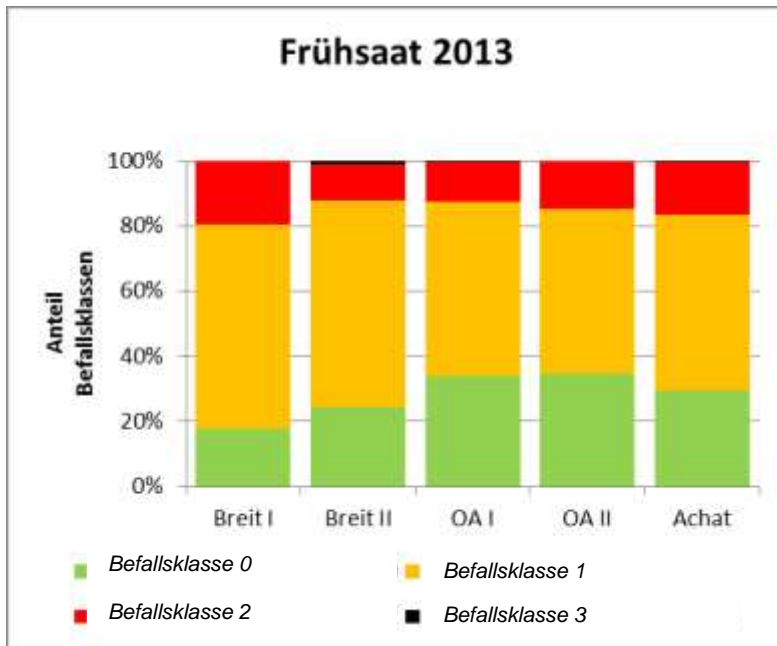


Abb. 50: Fußkrankheiten, Gesamtbefall. Frühsaat 2013. Verteilung der Befallsklassen 0-4. (Dargestellt ist jeweils der Mittelwert der Befallsklassen in % bei n=8).

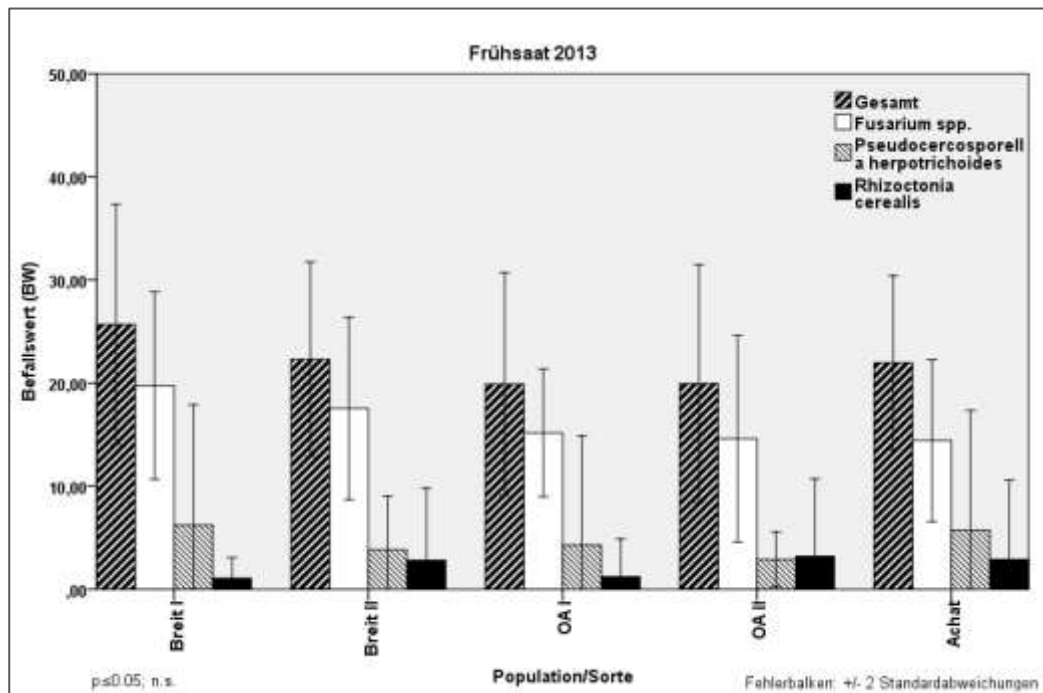


Abb. 51: Fußkrankheiten. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind die mittleren Befallswerte für Ps, Rc, Fs und Gesamtbefall (n=8).

Fußkrankheiten – Zwischendiskussion

Mit einem mittleren Gesamtbefallswert von 22,0 liegt der Frühsaatversuch etwas höher als der Spätsaatversuch (AP2a), dennoch ist der Befall immer noch als sehr moderat anzusehen. Auf den Befall mit *R. cerealis* hat der frühere Saatzeitpunkt anscheinend einen leichten Einfluss, er ist geringfügig höher als bei der Spätsaat, doch die Reihung der Krankheiten nach Höhe des Befallswertes wird durch die frühere Aussaat nicht beeinträchtigt.

Die beiden Breitsaatpopulationen könnten sich (zumindest in Bezug auf Fußkrankheiten, die Blattkrankheiten zeigen diese Tendenz nicht) möglicherweise schon etwas von den Ausgangspopulationen

OA I und OA II weg entwickelt haben. Leider gibt es keine Wiederholung dieses Versuches in einem zweiten Versuchsjahr, die diese Tendenzen bestätigen könnte. Eine weitere Beobachtung ist auf jeden Fall geboten.

N-Aufnahme – Ergebnisse

Wie in AP2a wurden die Pflanzen zu drei Zeitpunkten beprobt (Schossen, Blüte, Ernte) und der Stickstoffgehalt der oberirdischen Pflanzenmasse bestimmt. Zusätzlich wurde vor dem Winter, nach dem Winter und zur Blüte die Nmin-Verfügbarkeit im Boden in drei Tiefen gemessen (siehe Kapitel 4.2).

N-Gehalt in %

Bei der Fröhsaat variieren die N-Gehalte während der Schossphase zwischen 1,9 % (Breit I, OA I und OA II) und 2,0 % (Breit II und Achat), das Versuchsmittel liegt bei 1,9 %. Während der Blüte liegt der N-Gehalt zwischen 0,9 % (alle außer Breit II) und 1,0 % (Breit II), das Versuchsmittel beträgt 0,9%.

Zur Ernte enthalten Korn und Stroh gemeinsam zwischen 1,9 % (Achat) und 2,0 % (alle außer Achat), das Versuchsmittel liegt bei 2,0 %. Dabei entfällt der größere Anteil am N-Gehalt auf die Körner (1,6 % (Achat) bis 1,7 % (alle außer Achat), Versuchsmittel 1,7 %), der N-Gehalt im Stroh ist nur gering (0,3 %

Abb. 52)

Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt nur für die Körner statistisch signifikante Mittelwertunterschiede im N-Gehalt (Abb. 53).

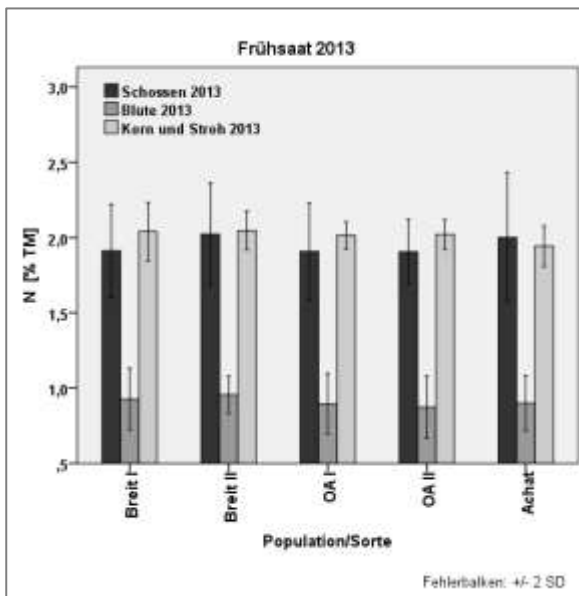


Abb. 52: Stickstoffgehalt in % TM. Fröhsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt ist der mittlere Stickstoffgehalt in % TM (n=8) zu drei Zeitpunkten.

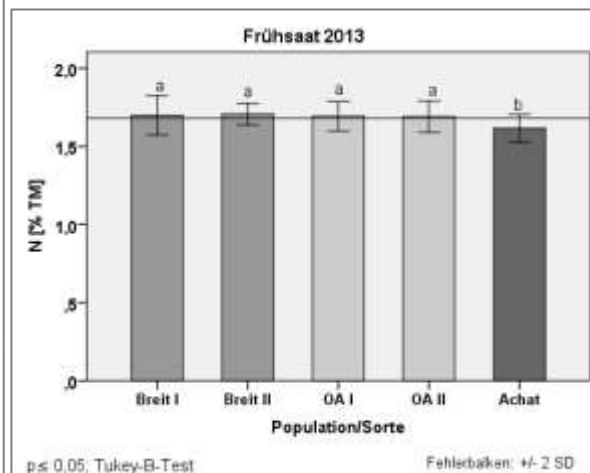


Abb. 53: N-Gehalt Korn. Fröhsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für N-Gehalt in % TM (n=8). Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau p ≤ 0,05 an.

Der Gruppenvergleich aller Populationen mit der Referenzsorte zeigt, dass Achat mit 1,6 % N statistisch absicherbar niedriger liegt als die Populationen mit 1,7 % (linearer Kontrast, P < 0.05).

N-Aufnahme in kg/ha

Die N-Aufnahme während der Schossphase variiert zwischen 19,0 kg/ha (OA I) und 22,7 kg/ha (Breit II), das Versuchsmittel liegt bei 20,8 kg/ha. Während der Blüte liegt die N-Aufnahme zwischen 69,4 kg/ha (OA II) und 84,6 kg/ha (Breit II), das Versuchsmittel beträgt 78,1 kg/ha. Zur Ernte haben Korn und Stroh gemeinsam zwischen 63,0 kg/ha (Achat) und 70,0 kg/ha (Breit II) aufgenommen, das Versuchsmittel liegt bei 66,4 kg/ha. Dabei entfällt der größere Anteil an der N-Aufnahme auf die Körner (51,4 kg/ha (Achat) bis 59,2 kg/ha (Breit II), Versuchsmittel 55,2 kg/ha), die N-Aufnahme ins Stroh ist nur gering (10,5 kg/ha (OA I) bis 11,9 kg/ha (Breit I), Versuchsmittel 11,2 kg/ha) (**Abb. 53**).

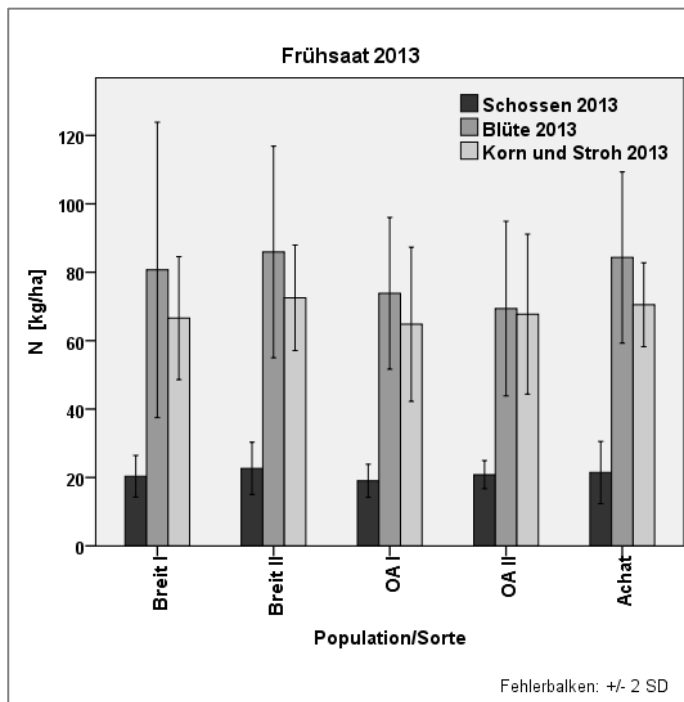


Abb. 54: Stickstoffaufnahme in kg/ha. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt ist die mittlere Stickstoffaufnahme in kg/ha ($n=8$).

Zu keinem Beprobungstermin gibt es statistisch signifikante Mittelwertunterschiede in der N-Aufnahme (Daten nicht dargestellt). Nur für die Blütephase unterscheiden sich die beiden OA-Populationen von den beiden Breitsaatpopulationen signifikant. Die Breitsaatpopulationen haben mit 82,7 kg mehr N aufgenommen als die beiden OA-Populationen mit 71,6 kg (linearer Kontrast, $P<0,05$).

N-Aufnahme – Zwischendiskussion

Auch bezüglich ihrer Stickstoffaufnahme zeigen die Breitsaat- und OA-Populationen wenig bis keine Unterschiede. Das Niveau der vier Populationen liegt in etwa auf einer Ebene mit der Referenzsorte Achat, nur bezüglich des N-Gehaltes im Korn schneidet Achat etwas schlechter ab als die Populationen. Da die Populationen OA und Breit aus Systemen mit und ohne Beikrautregulierung stammen, hätten die Breitsaatpopulationen durch den größeren Konkurrenzdruck möglicherweise effizientere Mechanismen zur Stickstoffaufnahme entwickeln können. Die höheren Werte der Breitsaatpopulationen zur Blüte könnten auf einen Unterschied hinweisen, der aber bestätigt werden müsste.

Morphologische Diversität – Ergebnisse

Zur Erfassung der morphologischen Diversität der Populationen wurde an 50 Einzelhalmen pro Parzelle Halm- und Ährenlänge erfasst. Hier wird einerseits die Streuung innerhalb der Populationen dargestellt, an der das Ausmaß der noch vorhandenen Variabilität innerhalb einer Population ablesbar ist, andererseits werden die Mittelwerte dargestellt, die sich aus den jeweiligen Parzellenmitteln der vier Versuchswiederholungen ergeben und die zur varianzanalytischen Verrechnung der Daten herangezogen wurden

Die Messung der Halmlängen ergibt für die Frühsaat 2013 eine Spannweite zwischen 89 cm (Achat) und 92,7 cm (Breit II), das Versuchsmittel liegt bei 90,9 cm. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den OA-Populationen, den Breitsaat-Populationen und der Referenzsorte Achat (Abb. 55).

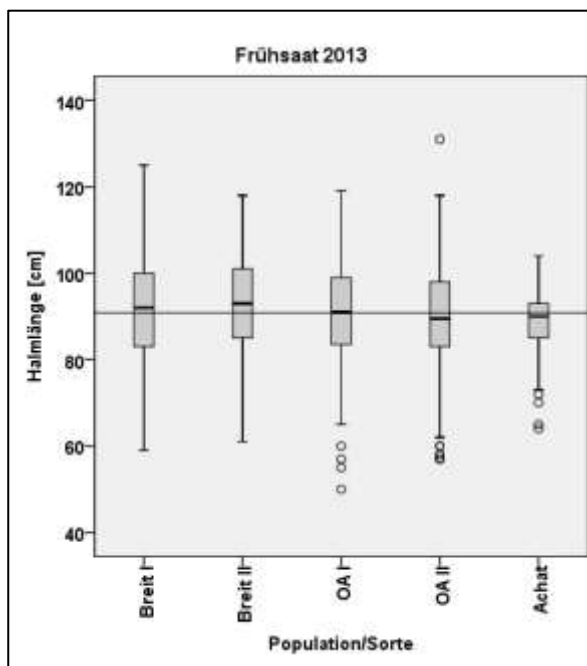


Abb. 55: Halmlänge. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind der Median, der Abstand zwischen 1. und 3. Quartil als Box, Minimum und Maximum sowie ggf. Ausreißer (○= Ausreißer zwischen 1,5 x Interquartilsabstand und 3 x Interquartilsabstand). n=400. Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar.

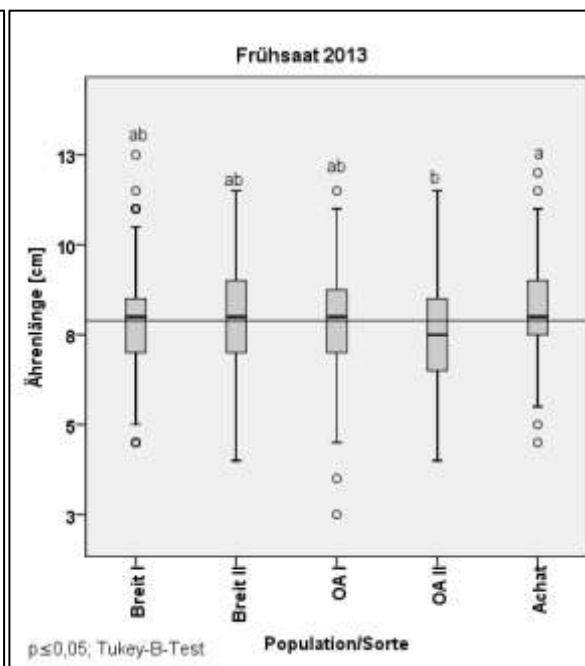


Abb. 56: Ährenlänge. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind der Median, der Abstand zwischen 1. und 3. Quartil als Box, Minimum und Maximum sowie ggf. Ausreißer (○= Ausreißer zwischen 1,5 x Interquartilsabstand und 3 x Interquartilsabstand). n=400. Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar, Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Die Ährenlängen variieren zwischen 7,5 cm (OA II) und 8,2 cm (Achat), das Versuchsmittel liegt bei 7,9 cm. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Referenzsorte Achat (längste Ähren) und OA II (kürzeste Ähren (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)).

Der Gruppenvergleich zeigt für den Vergleich der Referenzsorte Achat mit den Populationen signifikant längere Ähren bei Achat (8,2 cm gegenüber 7,8, $P < 0,05$, linearer Kontrast), der Vergleich der beiden OA-Populationen mit den beiden Breitsaatpopulationen ergibt keinen statistisch signifikanten Unterschied.

Morphologische Diversität – Zwischendiskussion

Die Halmlängen der fünf Behandlungen im Frühsaatversuch weichen nur unwesentlich voneinander ab. Bei der Ährenlänge lässt sich zwar für die Referenzsorte ein statistisch signifikant höherer Wert konstatieren, doch bei Betrachtung der gesamten Streuung ist auch dieser Mittelwertunterschied als gering anzusehen. Bezüglich ihrer Halm- und Ährenlänge weichen die Breitsaat-Populationen also nicht merklich von den OA-Populationen ab.

Ertrag – Ergebnisse

Die Ertragserhebung aus der Mähdruschprobe ergibt für die Frühsaat 2013 eine Spannweite zwischen 36,8 dt/ha (Achat) und 40,3 dt/ha (Breit II), das Versuchsmittel liegt bei 38,1 dt/ha. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den OA-Populationen, den Breitsaat-Populationen und der Referenzsorte Achat (Abb. 57).

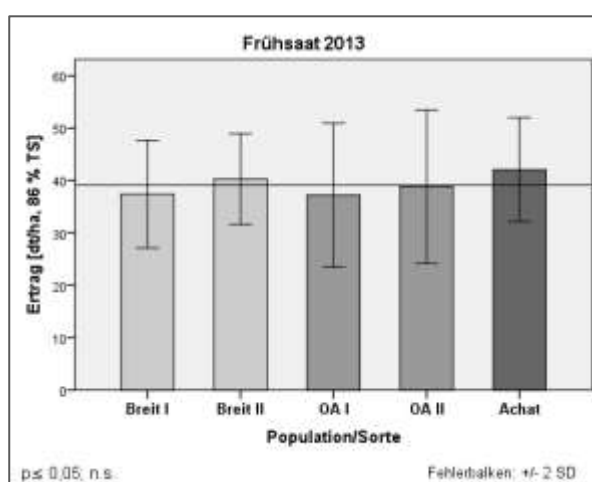


Abb. 57: Ertrag. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Ertrag in dt/ha (n=8). Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar.

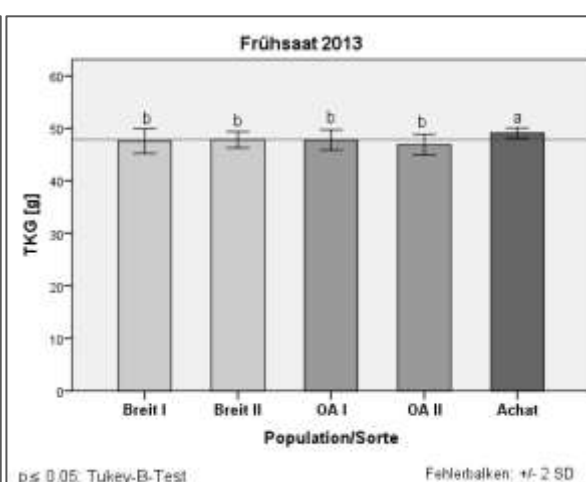


Abb. 58: TKG. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Ertrag in dt/ha (n=8). Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar. Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Das TKG variiert zwischen 46,9 g (OA II) und 49,1g (Achat), das Versuchsmittel liegt bei 47,8 g. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt ein statistisch signifikant höheres TKG der Referenzsorte Achat (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Der Gruppenvergleich ergibt für den Vergleich der Referenzsorte Achat mit den Populationen ebenfalls ein signifikant höheres TKG von Achat (49,1 g gegenüber 47,5 g bei den CCs, $P < 0.05$, linearer Kontrast).

Ertrag – Zwischendiskussion

Auch bezüglich des Ertrages lässt sich zwischen Breitsaat- und OA-Populationen kein nennenswerter Unterschied konstatieren. Ob sich mehr Unterschiede gezeigt hätten, wenn die geplante „Beikrautuntersaat“ gelungen wäre, bleibt der Spekulation überlassen.

Backqualität - Ergebnisse

Wie in AP2a variieren die Fallzahlen stark zwischen 283 sec (Population OA I) und 423 sec (Achat), das Versuchsmittel liegt bei 321 sec. Die Referenzsorte Achat liegt wesentlich höher als die OA-Populationen und die Breitsaat-Populationen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die beiden OA-Populationen unterscheiden sich nicht von den beiden Breitsaatpopulationen.

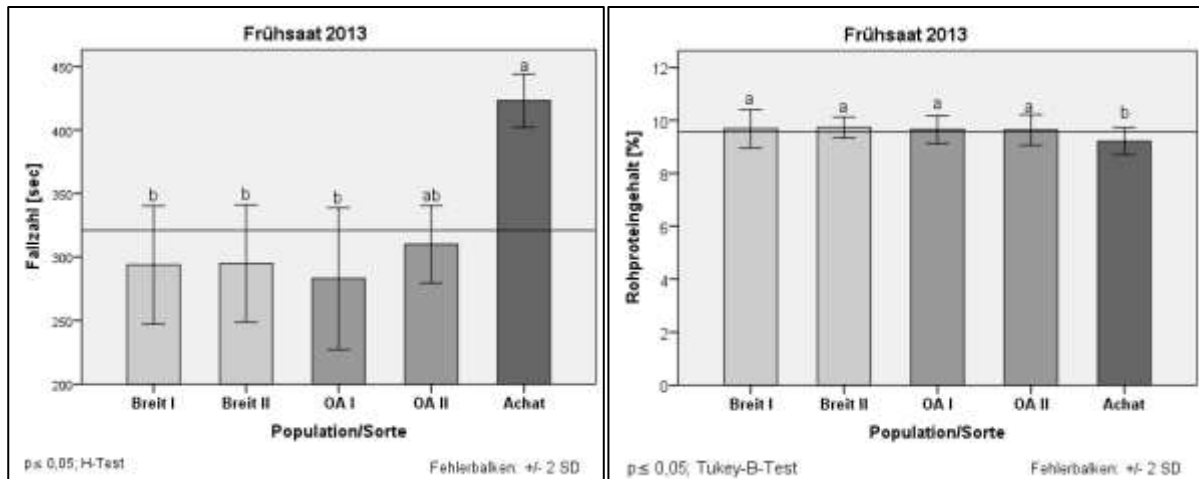


Abb. 59: Fallzahl. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Fallzahl in sec (n=8). Die waagerechte Linie zeigt das Versuchsmittel an, Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Abb. 60: Rohproteingehalt. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Rohproteingehalt in % (n=8). Die waagerechte Linie stellt das Versuchsmittel dar, Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Die Rohproteingehalte liegen zwischen 9,2 % (Achat) und 9,7 % (Breit I, Breit II und OA I), das Versuchsmittel liegt bei 9,6 %. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt einen statistisch signifikant geringeren Rohproteingehalt der Referenzsorte Achat (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), ein Gruppenvergleich mittels linearer Kontraste zeigt für den Vergleich der Referenzsorte Achat mit den Populationen einen signifikant höheren Rohproteingehalt der CC-Populationen (9,7 % CCs, 9,2 % Achat). Ein Vergleich der beiden OA-Populationen mit den beiden Breitsaatpopulationen ergibt keinen statistisch signifikanten Unterschied.

Der Backtest ergab für das Backvolumen eine Spannweite zwischen 350 ml (Population OA I) und 369 ml (Achat), das Versuchsmittel liegt bei 362 ml. Die varianzanalytische Verrechnung der Daten zeigt keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den OA-Populationen, den Breitsaat-Populationen und der Referenzsorte Achat (**Abb. 61**).

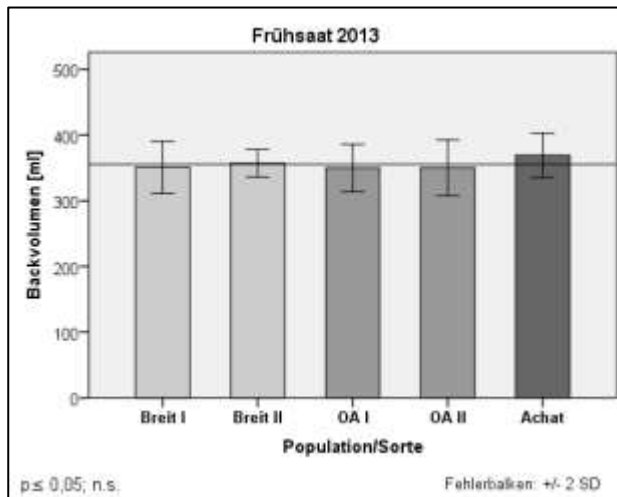


Abb. 61: Backvolumen. Frühsaat im 2. Versuchsjahr. Dargestellt sind Mittelwerte für Fallzahl in sec ($n=8$). Die waagerechte Linie zeigt das Versuchsmittel an, Kleinbuchstaben geben signifikant unterschiedliche Werte auf dem Niveau $p \leq 0,05$ an.

Der lineare Kontrast zeigt für den Vergleich der Referenzsorte Achat mit den Populationen ein signifikant höheres Backvolumen der Referenzsorte (369,1 ml gegenüber 351,9 ml als Mittel der Populationen). Ein Vergleich der beiden OA-Populationen mit den beiden Breitsaatpopulationen ergibt keinen statistisch signifikanten Unterschied.

Backqualität - Zwischendiskussion

Für die Fallzahl, die bei der Referenzsorte Achat deutlich höher liegt als bei den Populationen, zeigt sich in diesem Versuch ein enormer Unterschied. Unterschiede zwischen den Breit- und OA-Populationen sind aber auch bei der Backqualität gering.

Die Rohproteingehalte liegen im Frühsaatversuch deutlich unter denen im Spätsaatversuch. Achat, der in beiden Versuchen stand ist hier im Mittel nochmals um 2,5 % schlechter mit 9,2 % gegenüber 11,7 % im Spätsaatversuch 2013.

4.5 Vergleich der 4 Unterversuche (AP 1a, 1b, AP 2a, 2b)

Um den Vergleich der verschiedenen Unterversuche zu ermöglichen, sind im Folgenden Tabellen aufgeführt, die die einzelnen erhobenen Parameter mit Minimum- und Maximum-Werten sowie dem jeweiligen Versuchsmittel nebeneinanderstellen.

Tab. 20: Vergleich der Unterversuche bezüglich Blattkrankheiten

Versuchsteil	Jahr	Parameter	Min.	Sorte/Population	Max.	Sorte/Population	Versuchsmittel
AP 1b - PPb CCs	2013	Gesamtbefall %	6,9	Achat	10,3	Akteur	9,1
AP 1b - PPb CCs	2013	Fahnenblatt %	2,1	Achat	3,4	NB FB	2,8
AP 1b - PPb CCs	2013	F-1 %	6,8	Achat	10,6	Akteur	9,1
AP 1b - PPb CCs	2013	F-2 %	13,4	Achat	19,9	Akteur	17,4
AP 2a - Spätsaat	2012	Gesamtbefall %	11,5	Mix	17,1	OY II	14,2
AP 2a - Spätsaat	2012	Fahnenblatt %	2,5	Capo	3,8	Akteur	3,1
AP 2a - Spätsaat	2012	F-1 %	6,9	Capo	12,3	CQ II	9,4
AP 2a - Spätsaat	2012	F-2 %	26,1	Mix	41,1	OY II	33,7
AP 2a - Spätsaat	2013	Gesamtbefall %	6,9	Achat	10,4	CA I	9,5
AP 2a - Spätsaat	2013	Fahnenblatt %	2,1	Achat	3,6	CA II	3,1
AP 2a - Spätsaat	2013	F-1 %	6,8	Achat	10,8	CY I	9,4
AP 2a - Spätsaat	2013	F-2 %	13,4	Achat	20,5	OQ II	18,2
AP 2b - Frühsaat	2013	Gesamtbefall %	15,0	OA I	17,1	Breit I	16,0
AP 2b - Frühsaat	2013	Fahnenblatt %	2,9	OA I	3,9	Breit I	3,4
AP 2b - Frühsaat	2013	F-1 %	13,4	OA I	15,6	Breit I, OA II	14,6
AP 2b - Frühsaat	2013	F-2 %	32,7	OA I	36,0	Breit I	34,2

Tab. 21: Vergleich der Unterversuche bezüglich Fußkrankheiten

Versuchsteil	Jahr	Parameter	Min.	Sorte/Population	Max.	Sorte/Population	Versuchsmittel
AP 1b - PPb CCs	2013	Gesamtbefall (BW)	15,1	Akteur	22,8	NB MB	19,6
AP 1b - PPb CCs	2013	Ph (BW)	0,6	NB FB	5,4	Capo	2,7
AP 1b - PPb CCs	2013	Rc (BW)	0,0	NB MB, Akteur, Capo	1,5	Mix	0,4
AP 1b - PPb CCs	2013	Fs (BW)	13,0	Akteur	20,4	NB MB	17,1
AP 2a - Spätsaat	2012	Gesamtbefall (BW)	9,7	Akteur und CQ I	15,0	OQ II	12,5
AP 2a - Spätsaat	2012	Ph (BW)	0,6	Mix	3,4	Capo und CQ I	2,4
AP 2a - Spätsaat	2012	Rc (BW)	0,0	alle bis auf CQ II, CY II, CA II	0,4	CA II	0,1
AP 2a - Spätsaat	2012	Fs (BW)	7,5	Akteur	13,7	OQ II	10,5
AP 2a - Spätsaat	2013	Gesamtbefall (BW)	13,6	CY I	27,5	CA I	19,9
AP 2a - Spätsaat	2013	Ph (BW)	1,1	OA II	9,5	CA I	4,3
AP 2a - Spätsaat	2013	Rc (BW)	0,0	Akteur, CA I, Capo, CQ I, CQ II, OQ II	1,5	Mix	0,4
AP 2a - Spätsaat	2013	Fs (BW)	12,6	CY I	20,0	OA II	15,6
AP 2b - Frühsaat	2013	Gesamtbefall (BW)	19,9	OA II	25,7	Breit I	22,0
AP 2b - Frühsaat	2013	Ph (BW)	2,9	OA II	6,2	Breit I	4,6
AP 2b - Frühsaat	2013	Rc (BW)	1,1	Breit I	3,2	OA II	2,2
AP 2b - Frühsaat	2013	Fs (BW)	14,4	Achat	19,8	Breit I	16,3

Tab. 22: Vergleich der Unterversuche bezüglich N-Gehalt

Versuchsteil	Jahr	Parameter	Min.	Sorte/Population	Max.	Sorte/Population	Versuchsmittel
AP 1b - PPb CCs	2013	N % Schossphase	2,8	NB FB	3,3	Mix	3,0
AP 1b - PPb CCs	2013	N % Blüte	1,2	NB FB, NB MB, Capo	1,5	Achat	1,3
AP 1b - PPb CCs	2013	N % Korn und Stroh	2,4	Akteur, NB NEB	2,6	NB DFH, Mix	2,5
AP 1b - PPb CCs	2013	N % Korn	1,8	Akteur	2,0	alle außer Akteur	2,0
AP 1b - PPb CCs	2013	N % Stroh	0,5	alle bis auf Akteur und Mix	0,6	Akteur, Mix	0,5
AP 2a - Spätsaat	2012	N % Schossphase	2,7	OQ II	3,8	Mix, CY I	3,3
AP 2a - Spätsaat	2012	N % Blüte	1,3	CA I, CQ I, OA II, OQ II	1,8	OY I	1,5
AP 2a - Spätsaat	2012	N % Korn und Stroh	2,4	Akteur	2,9	Mix	2,7
AP 2a - Spätsaat	2012	N % Korn	1,9	Akteur	2,3	Capo	2,1
AP 2a - Spätsaat	2012	N % Stroh	0,5	Akteur, CA I, Capo, CQ II, CY II, OA II, OQ II	0,7	CY II, Mix, OY I	0,6
AP 2a - Spätsaat	2013	N % Schossphase	2,5	OQ I	3,3	Mix	2,8
AP 2a - Spätsaat	2013	N % Blüte	1,2	CA II, Capo, CY I, OQ I	1,5	Achat	1,3
AP 2a - Spätsaat	2013	N % Korn und Stroh	2,4	Akteur, CY I, OA I	2,6	CQ II, Mix, OA II, OQ II	2,5
AP 2a - Spätsaat	2013	N % Korn	1,8	Akteur	2,1	CQ I, CQ II, OA II, OQ I, OQ II	2,0
AP 2a - Spätsaat	2013	N % Stroh	0,5	alle außer Akteur und Mix	0,6	Akteur, Mix	0,5
AP 2b - Frühsaat	2013	N % Schossphase	1,9	Breit I, OA I, OA II	2,0	Breit II, Achat	1,9
AP 2b - Frühsaat	2013	N % Blüte	0,9	alle außer Breit II	1,0	Breit II	0,9
AP 2b - Frühsaat	2013	N % Korn und Stroh	1,9	Achat	2,0	alle außer Achat	2,0
AP 2b - Frühsaat	2013	N % Korn	1,6	Achat	1,7	alle außer Achat	1,7
AP 2b - Frühsaat	2013	N % Stroh	0,3	alle	0,3	alle	0,3

Tab. 23: Vergleich der Unterversuche bezüglich N-Aufnahme

Versuchsteil	Jahr	Parameter	Min.	Sorte/Population	Max.	Sorte/Population	Versuchsmittel	
AP 1b -PPb CCs	2013	N-Aufnahme [kg/ha]	N kg/ha Schossphase	20,4	Mix	34,2	Akteur	29,5
AP 1b -PPb CCs	2013		N kg/ha Blüte	43,5	Mix	72,0	Achat	60,7
AP 1b -PPb CCs	2013		N kg/ha Korn und Stroh	106,0	NB MB	126,8	Capo	118,2
AP 1b -PPb CCs	2013		N kg/ha Korn	87,0	NB MB	109,5	Capo	99,4
AP 1b -PPb CCs	2013		N kg/ha Stroh	17,3	Capo	22,6	Akteur	19,4
AP 2a - Spätsaat	2012		N kg/ha Schossphase	fehlt		fehlt		fehlt
AP 2a - Spätsaat	2012		N kg/ha Blüte	36,8	CA I	55,1	Akteur	45,8
AP 2a - Spätsaat	2012		N kg/ha Korn und Stroh	86,7	Mix	121,2	Akteur	103,7
AP 2a - Spätsaat	2012		N kg/ha Korn	65,0	CY II	89,5	Akteur	78,4
AP 2a - Spätsaat	2012		N kg/ha Stroh	26,0	CQ II	33,4	CY I	29,0
AP 2a - Spätsaat	2013		N kg/ha Schossphase	20,4	Mix	37,9	CQ I	33,0
AP 2a - Spätsaat	2013		N kg/ha Blüte	43,5	Mix	72,0	Achat	63,8
AP 2a - Spätsaat	2013		N kg/ha Korn und Stroh	108,1	Mix	132,6	OA II	123,1
AP 2a - Spätsaat	2013		N kg/ha Korn	89,9	Mix	112,4	OA II	103,1
AP 2a - Spätsaat	2013		N kg/ha Stroh	17,3	Capo	22,6	Akteur	20,1
AP 2b - Frühsaat	2013		N kg/ha Schossphase	19,0	OA I	22,7	Breit II	20,8
AP 2b - Frühsaat	2013		N kg/ha Blüte	69,4	OA II	84,6	Breit II	78,1
AP 2b - Frühsaat	2013		N kg/ha Korn und Stroh	63,0	Achat	70,0	Breit II	66,4
AP 2b - Frühsaat	2013		N kg/ha Korn	51,4	Achat	59,2	Breit II	55,2
AP 2b - Frühsaat	2013		N kg/ha Stroh	10,5	OA I	11,9	Breit I	11,2

Tab. 24: Vergleich der Unterversuche bezüglich Halm- und Ährenlänge

Versuchsteil	Jahr	Parameter	Min.	Sorte/Population	Max.	Sorte/Population	Versuchsmittel	
AP 1b -PPb CCs	2013	Morphologie	Halmmlänge [cm]	65,3	Mix	99,3	Capo	88,5
AP 1b -PPb CCs	2013		Ährenlänge [cm]	8,7	Capo	10,2	Akteur	9,5
AP 2a - Spätsaat	2012		Halmmlänge [cm]	64,6	Mix	85,0	CA II	77,2
AP 2a - Spätsaat	2012		Ährenlänge [cm]	8,1	CQ II	14,3	CY I	9,5
AP 2a - Spätsaat	2013		Halmmlänge [cm]	65,3	Mix	99,3	Capo	90,5
AP 2a - Spätsaat	2013		Ährenlänge [cm]	8,7	Capo	10,2	Akteur	9,1
AP 2b - Frühsaat	2013		Halmmlänge [cm]	89,0	Achat	92,7	Breit II	90,9
AP 2b - Frühsaat	2013		Ährenlänge [cm]	7,5	OA II	8,2	Achat	7,9

Tab. 25: Vergleich der Unterversuche bezüglich Ertrag

Versuchsteil	Jahr	Parameter	Min.	Sorte/Population	Max.	Sorte/Population	Versuchsmittel	
AP 1b -PPb CCs	2013	Ertrag	dt/ha	51,4	NB MB	63,4	Akteur	58,6
AP 1b -PPb CCs	2013		TKG [g]	44,2	Mix	51,2	Achat	48,1
AP 2a - Spätsaat	2012		dt/ha	29,0	Mix	54,9	Akteur	41,2
AP 2a - Spätsaat	2012		TKG [g]	46,9	Mix	52,0	OA I	49,4
AP 2a - Spätsaat	2013		dt/ha	52,7	Mix	66,8	CY I	60,2
AP 2a - Spätsaat	2013		TKG [g]	44,2	Mix	51,2	Achat	48,3
AP 2b - Frühsaat	2013		dt/ha	36,8	Achat	40,3	Breit II	38,1
AP 2b - Frühsaat	2013		TKG [g]	46,9	OA II	49,1	Achat	47,8

Tab. 26: Vergleich der Unterversuche bezüglich Backqualität

Versuchsteil	Jahr	Parameter	Min.	Sorte/Population	Max.	Sorte/Population	Versuchsmittel	
AP 1b -PPb CCs	2013	Backqualität	Backvolumen [ml]	363,0	Mix	408,0	Achat	390,0
AP 1b -PPb CCs	2013		Fallzahl [sec.]	242,0	Mix	392,0	Capo	301,0
AP 1b -PPb CCs	2013		Rohprotein [%]	10,1	Akteur	11,6	NB DFH	11,2
AP 2a - Spätsaat	2012		Backvolumen [ml]	fehlt		fehlt		fehlt
AP 2a - Spätsaat	2012		Fallzahl [sec.]	fehlt		fehlt		fehlt
AP 2a - Spätsaat	2012		Rohprotein [%]	10,8	Akteur	12,8	Capo	12,1
AP 2a - Spätsaat	2013		Backvolumen [ml]	344,0	OY II	428,0	OQ I	382,0
AP 2a - Spätsaat	2013		Fallzahl [sec.]	181,0	OY I	392,0	Capo	280,0
AP 2a - Spätsaat	2013		Rohprotein [%]	8,3	OY II	11,9	OQ I	11,0
AP 2b - Frühsaat	2013		Backvolumen [ml]	350,0	OA I	369,0	Achat	362,0
AP 2b - Frühsaat	2013		Fallzahl [sec.]	283,0	OA I	423,0	Achat	321,0
AP 2b - Frühsaat	2013		Rohprotein [%]	9,2	Achat	9,7	Breit I, Breit II, OA I	9,6

5 Gesamtdiskussion

5.1 AP 1a - Anbau auf Praxisbetrieben über zwei Jahre

Beim Anbau der Composite Crosses auf den Praxisbetrieben zeigte sich einerseits das große Interesse der Landwirte an der Thematik, das sich auch in ihren Aussagen in den Interviews widerspiegelt; andererseits wurde aber auch deutlich, dass ein partizipativer Züchtungsansatz viel Begleitung erfordert. So war die Kapazität der Landwirte, zusätzlich zu ihrer Arbeit Bonituraufgaben zu übernehmen in den meisten Fällen schnell erschöpft. Insofern sind die in den Interviews geäußerten Bedenken, ob es praktikabel ist, neben der Landwirtschaft Züchtung zu betreiben – und seien es auch nur Weizen-Evolutionsrassen – sicherlich berechtigt. Andererseits liegt gerade in der Selektion an unterschiedlichen Standorten großes Potenzial für die Methodik der Evolutionszüchtung und mit entsprechender Begleitung können auf den landwirtschaftlichen Betrieben sicher relativ schnell gut an die Standortbedingungen angepasste Populationen entwickelt werden.

Die Datenlage aus den vergangenen zwei Versuchsjahren mit ihren Winter- und Arbeitskapazitätsbedingten Lücken lässt keine hieb- und stichfesten statistischen Berechnungen zu, zumal die Versuche auf den Betrieben nicht in Wiederholungen angelegt wurden, sie zeigt aber doch, dass die Populationen generell im ersten Anbaujahr am neuen Standort nicht wesentlich schlechter dastanden als die im Vergleich angebauten Liniensorten.

Sehr interessant wird es sein, die Populationen nach einem dritten Anbaujahr auf den Betrieben zurück an einen gemeinsamen Standort zu holen und erneut zu vergleichen, ob über die Jahre Differenzierungen der Populationen geschehen. Dies wird im Rahmen des EU Core Organic II Projektes COBRA im Jahr 2014/15 geschehen.

5.2 AP 1b - Exaktversuch zum Vergleich der Populationen im zweiten Jahr

Der erste Vergleich von „Praktiker-CCs“ an einem gemeinsamen Standort hat bereits stattgefunden – wenn auch auswinterungsbedingt in geringerem Umfang als ursprünglich geplant. Der Vergleich der vier Praktiker-CCs, die im Jahr 2011/12 an unterschiedlichen Standorten standen und 2012/13 an einem gemeinsamen Standort mit den drei Referenzsorten Achat, Akteur und Capo verglichen wurden, ist abgeschlossen. Dabei lässt sich generell konstatieren, dass die Standorte mit einer Ausnahme im Jahr 2011/12 nicht extrem unterschiedlich waren. Drei der vier CCs wurden in Nordhessen, also unter relativ ähnlichen klimatischen Bedingungen angebaut, nur eine Population (MB) verbrachte ein Jahr auf der Schwäbischen Alb und war dort anderen Anbaubedingungen ausgesetzt.

Ein Effekt dieses Ausfluges zeigt sich, wenn auch nicht statistisch abgesichert, so aber doch in der Tendenz von Fußkrankheitsbefall (BW gesamt und *P. herpotrichoides* etwas höher, kein *R. cerealis*), Ertrag (etwas geringer) und Backvolumen (etwas geringer). Statistisch signifikant unterscheidet sich die MB-Population bezüglich ihrer Halmlänge von den drei übrigen Populationen (niedriger).

Insgesamt wären mehr „Extremstandorte“ wünschenswert, um klarer zu erkennen, wie schnell und in welchem Ausmaß die Populationen mit Veränderungen ihrer eigenen Zusammensetzung auf veränderte Anbaubedingungen reagieren. Auch diese Frage wird im Projekt COBRA aufgegriffen, in dem

Populationen, die an vielen sehr unterschiedlichen Orten waren im Jahr 2013/14 vergleichend angebaut werden.

5.3 AP 2a - Auswirkung der Anbaugeschichte auf das Nährstoffaneignungsvermögen unter ökologischen Anbaubedingungen

Die übergeordnete Frage in AP 2a, die die Auswirkung der Anbaugeschichte auf das Nährstoffaneignungsvermögen unter ökologischen Anbaubedingungen in den Fokus nimmt, konnte nicht eindeutig beantwortet werden. Nur wenige Unterschiede können bisher anhand der aufgenommenen Daten zwischen der Gruppe der Populationen mit ökologischem und der mit konventionellem Hintergrund gefunden werden. Wo diese Unterschiede auftreten, z.B. beim TKG, sind sie nicht in beiden Versuchsjahren statistisch abgesichert.

Die Untersuchung des N-Aufnahme-Vermögens der Populationen macht deutlich, dass die Populationen sich viel stärker in Abhängigkeit von ihrer ursprünglichen Zusammenstellung unterscheiden, das Anbausystem hat bisher wenig Einfluss genommen.

Auch beim Ertrag gibt es im ersten Versuchsjahr Ergebnisse, die auf den ersten Blick den Erwartungen widersprechen. Die Yield-Populationen, die erwartungsgemäß den höchsten Ertrag haben sollten, weisen den niedrigsten Ertrag auf. Auf den zweiten Blick wird deutlich, dass dies das Resultat des sehr harten Winters ist, der die Zusammensetzung der Populationen offenbar stark verändert hat. Hier zählt sich das Zurücklegen von genügend Saatgut aus, das eine vollständige Wiederholung des Versuchs mit Saatgut derselben Generation (vor der Auswinterung) ermöglicht hat. Auch ist der Ertrag insgesamt so stark von äußeren Bedingungen wie Boden und Klima abhängig, dass er Einflüsse des Anbausystems während der Selektionsphase wohl weniger widerspiegelt als die tatsächlichen Anbaubedingungen.

Weitere Parameter wie die Backqualität oder die Halmlänge zeigen, dass die initiale Wahl der Elternsorten zur Erstellung der Populationen sich durchträgt und in der F_{11} immer noch deutlicher gezeigt werden kann als Umweltfaktoren während der Anpassungsphase.

Interessant wäre der Vergleich von Populationen, die deutlich extremere Selektionsumwelten erlebt haben. Zwei solche Populationen in Bezug auf Auswinterung gibt es inzwischen in Witzenhausen: Die nachgebauten Breitsaatpopulationen waren 2012 extrem verunkrautet wegen der Winterschäden, brachten aber einen geringen Ertrag. Versehentlich wurde 2012/13 deshalb auf das Saatgut aus 2011 (es wurde anstatt der F12 die F11 nochmals angebaut) zurückgegriffen, d.h. eine Generation zurückgegangen. Im Jahr 2013/14 wurden nun parallel das überlagerte Saatgut aus 2012 (F12 mit Auswinterung) und das in 2012/13 aus der F11 gewonnene Saatgut (F12 ohne Auswinterung) angebaut. Es ist geplant, diese in Vergleiche mit einzubeziehen was Beikrautunterdrückungsfähigkeit und andere Eigenschaften betrifft.

5.4 AP 2b - Untersuchung der Population auf ihre Eignung für den Anbau in Mischung mit Weißklee

Die ursprüngliche Frage nach der Anpassung der Breitsaatpopulationen an starken Beikrautdruck konnte in diesem Versuch nicht beantwortet werden. Was sich zeigen lässt, ist ein Einfluss des frühen Saattermins auf die verschiedenen im Feld und Labor erhobenen Parameter. Dabei zeigt es sich, dass der Ertrag bei der Frühsaat deutlich geringer ist als bei der Spätsaat (38,1 dt/ha statt 60,2 dt/ha im Versuchsmittel). Allerdings ist zu bedenken, dass bei der Frühsaat 40 Parzellen der fünf Behandlungen Breit I und II, OA I und II und Achat mit den 16 Behandlungen der Spätsaat verglichen werden, die sich aus 12 CC-Populationen, drei Referenzsorten und der Mischung der Elternsorten zusammensetzen. Ein Vergleich der Versuchsmittel zeigt hier also mehr als nur die Auswirkung eines veränderten Saatzeitpunktes. Ein tatsächlicher Vergleich bezüglich des Saatzeitpunktes ist korrekterweise nur für die Referenzsorte Achat und die Populationen OA I und OA II möglich. Der Ertrag von Achat 2013 ist 56,9 dt/ha in der Spätsaat und 42 dt/ha in der Frühsaat, eine Reduktion von fast 15 dt bzw. 26%. Für OAI und OAI ist der mittlere Ertrag in der Spätsaat 62,2 dt/ha, in der Frühsaat 39 dt/ha. Dies bedeutet eine Reduktion von 23 dt/ha bzw. 37%. Hier zeigt sich, dass Achat stabiler im Ertrag auf die Frühsaat reagierte als OAI und OAI. Indirekt wird auch die im Projektantrag formulierte Vermutung, dass Achat gut frühsaatverträglich ist von diesen Ergebnissen gestützt.

Bezüglich eines Unterschiedes zwischen den Breitsaat- und OA-Populationen geben die Ergebnisse des Versuchsjahres 2012/13 wenig Auskunft. Keiner der untersuchten Parameter deutet auf eine klare Auseinanderentwicklung der Breit- und OA-Populationen hin. Eine leichte Tendenz zur Auseinanderentwicklung der Populationen scheint sich beim Befall mit Fußkrankheiten anzudeuten, doch diese Entwicklung wäre weiter zu beobachten. Hier fehlt auf jeden Fall der Faktor der Untersaaten, um die Konkurrenzskraft der Populationen zu vergleichen.

6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse für den ökologischen Landbau

Der Anbau von Composite Cross Populationen auf landwirtschaftlichen Betrieben ist im Moment eine Seltenheit. Landwirte, denen das Konzept der CCs vorgestellt wird, sind entweder begeistert oder skeptisch. Die Skeptiker äußern häufig Zweifel, ob Ertrag und Qualität solch inhomogener Populationen an den Standard der gängigen Liniensorten heranreichen können, die Enthusiasten erhoffen sich von den Populationen die Lösung aller anbautechnischen Schwierigkeiten, indem sie sorgfältige Sortenwahl für ihren Standort durch Vertrauen in das Wirken der Evolution ersetzen.

Für beide Gruppen ist es von Vorteil, auf konkrete Daten zurückgreifen zu können, die fundierte Aussagen über Möglichkeiten und Grenzen der CCs zulassen.

So haben die Versuche der beiden vergangenen Jahre gezeigt, dass die CCs sowohl in Bezug auf ihren Ertrag als auch auf ihre Backqualität an die Referenzsorten heranreichen. Bezüglich der Blatt- und Fußkrankheiten lassen sich keine gesicherten Aussagen machen, da der Befallsdruck in beiden Jahren sehr moderat war und weder CCs noch Referenzsorten ernstliche Probleme hatten. Es ist aber anzunehmen, dass die CCs durch ihre Inhomogenität im Falle hohen Befallsdruckes ein höheres Puf-

ferungsvermögen haben als Liniensorten. Dass die CCs guten Ertrag auch unter variablen Anbaubedingungen erbringen können, zeigen vor allem die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres mit seinen extremen Kahlfrösten. Die Backqualität der Populationen ist ebenfalls auf gutem Niveau, und auch wenn nur Daten eines Versuchsjahres vorliegen, ist doch anzunehmen, dass sich diese Eigenschaft recht stabil erhält, lässt sie sich doch immer noch deutlich auf die ursprüngliche Sortenwahl zur Komposition der CCs zurückführen.

Der Anbau der CCs auf verschiedenen Praxisbetrieben konnte zeigen, dass eine Weitergabe der Populationen an einen neuen Standort keine Ertragsdepressionen bewirkt, sondern die CCs schon im ersten Anbaujahr oft in etwa mit gängigen Liniensorten auf einem Niveau liegen.

Damit stellen Composite Cross Populationen Material dar, an dem an ganz verschiedenen Standorten relativ schnell standortangepasste Populationen entwickelt werden können. Im Rahmen des Versuchs wurde genug Saatgut erzeugt, um interessierte Landwirte mit Material für eigene Selektionen zu versorgen.

Die Arbeit mit den Composite Crosses stimmt mit einer Analyse des Forschungsbedarfs und Empfehlungen für zukünftige Forschung überein, die durch den *European Academies Science Advisory Council (EASAC)* erarbeitet wurden (EASAC, 2011). Es besteht demnach eine wachsende Notwendigkeit, Grundlagenwissen und Technologien zu entwickeln, mit denen nachhaltige Produktionssysteme realisiert werden können. Ein Teilaspekt davon ist eine verbesserte Nutzung und Entwicklung inter- und intraspezifischer Biodiversität in der Landwirtschaft (EASAC, 2011). Nachhaltige Produktionssysteme sind ökologisch komplex und benötigen an die jeweiligen Bedingungen optimal angepasste Sorten. Die Autoren stellten außerdem fest, dass die Entwicklung von Ramschpopulationen oder „modernen Landsorten“ die traditionelle Stammbaumzüchtung ergänzen kann und in Form von heterogenen Populationen Pflanzenmaterial bereitstellt, das in der Lage ist, sich an wechselnde Bedingungen anzupassen. Sie empfehlen daher zu prüfen, ob diese Vorgehensweise, in Verbindung mit partizipativer Pflanzenzüchtung geeignet ist, zu einem besseren Selbstregulationsvermögen, einer besseren Ertragsstabilität und zu einer erhöhten Biodiversität der Produktionssysteme beitragen. Zu diesen Zielen trägt die Arbeit mit den CCs und die Ergebnisse dieses Projektes bei.

7 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen und weiterführende Fragestellungen

Alle Versuche konnten wie geplant angelegt werden, allerdings musste der Frühsaat-Versuch (AP2b) aufgrund der starken Auswinterung umgebrochen werden. Aus demselben Grund ging auf zwei Praxisbetrieben die erste Aussaat verloren. Im zweiten Versuchsjahr gelang die Etablierung der Weißkleuentsaat im Frühsaat-Versuch aufgrund des sehr trockenen Herbstes nicht, so dass auch im zweiten Versuchsjahr keine Möglichkeit bestand, die Eignung der Breitsaatpopulationen für eine Weißkleuentsaat zu testen.

Die Versuchsteile AP1b und AP2a konnten planmäßig durchgeführt werden, im zweiten Versuchsjahr war sogar eine Ergänzung der erhobenen Untersuchungsparameter möglich und vierfach wiederholte Backtests wurden für AP1b, AP2a und AP2b durchgeführt.

Um die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse zu prüfen, wäre es vor allem bei den Versuchsteilen, die nicht wiederholt werden konnten wünschenswert, die Ergebnisse in erneutem Vergleichsanbau zu überprüfen.

Die nur unwesentlichen Unterschiede zwischen den ökologisch und konventionell vermehrten Populationen könnten sich in den nächsten Jahren verstärken, da ab diesem Jahr (2013/14) die Populationen nebeneinander auf Boden von gleicher Bodenpunktzahl angebaut werden. Ein erneuter Vergleich in drei bis fünf Jahren könnte mehr Licht auf die Frage nach dem Einfluss des Anbausystems werfen.

Auch sollten Überlegungen angestellt werden, wie Ertrag und Qualität weiter auf gutem Niveau gehalten bzw. erhöht werden können, so dass die Populationen mit dem Züchtungsfortschritt mithalten. Diese Frage wird in einem geplanten Projekt im Rahmen des BMBF Programmes IPAS (Innovative Pflanzenzüchtung im Anbausystem) gemeinsam mit Kollegen der Uni Kassel, der TU München und des JKI Quedlinburg aufgegriffen werden.

8 Zusammenfassung

Das Projekt beschäftigte sich mit dem dynamischen Management genetischer Ressourcen. Am Beispiel von Winterweizen-Evolutionsrassen (auch Composite Crosses (CCs) genannt), wurde die Auswirkung von unterschiedlichen Selektionsumwelten auf heterogene Weizenpopulationen untersucht. Die eine Hälfte der Populationen ist 6 Jahre unter ökologischen, die andere unter konventionellen Anbaubedingungen vermehrt worden. Im Rahmen dieses Projektes wurden sie im Vergleichsanbau unter ökologischen Anbaubedingungen einander gegenüber gestellt. Anhand der Parameter Pflanzengesundheit (Blatt- und Fußkrankheiten), Stickstoffaneignungsvermögen, Backqualität, Ertrag und morphologische Diversität wurde im Vergleichsanbau untersucht, wie sich ökologische und konventionelle Anbaubedingungen auf die Entwicklung der Populationen ausgewirkt haben.

Zusätzlich wurde in einem partizipativen Züchtungsansatz Saatgut der CC-Populationen an verschiedene Praxisbetriebe abgegeben, die Entwicklung der Populationen an den Standorten verfolgt und die Selektionskriterien der Landwirte dokumentiert. Nach dem ersten Versuchsjahr wurden diese „Praktiker-CCs“ an einem gemeinsamen Standort im Exaktversuch verglichen.

Außerdem wurden Populationen, die über mehrere Generationen in Breitsaat und ohne Beikrautregulierung vermehrt wurden, mit Populationen verglichen, die in Reihensaat und mit Beikrautregulierung angebaut wurden.

Die beiden Versuchsjahre unterschieden sich extrem in klimatischen Bedingungen. Im Jahr 2012 verursachten schwere Kahlfröste und Frühjahrstrockenheit starke extremer Auswinterung. Die CC Populationen überlebten diese extremen klimatischen Bedingungen deutlich besser als viele der im Vergleich angebauten Reinsaaten. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass vor allem die Auswahl der Sorten, aus denen die Populationen erstellt wurden von ausschlaggebender Bedeutung ist und in vielen Fällen auch nach etlichen Jahren in unterschiedlichen Selektionsumwelten die Populationeigenschaften noch maßgeblich prägt. Besonders bezüglich Backqualität und Halmlänge zeigt sich diese initiale Sortenwahl noch stark und überlagert mögliche Einflüsse der Anbausysteme. Insgesamt waren die Populationen deutlich variabler in ihrer Morphologie als Reinsaaten. Im Gegensatz dazu variierten die Populationen weniger innerhalb und zwischen den Jahren in Bezug auf Erträge und Qualitätseigenschaften.

Die Landwirte zeigten großes Interesse an der Arbeit. Sie formulierten relativ stark divergierende Zuchtziele, wie Qualität versus Futter oder standortspezifische Zielsetzungen. Ebenfalls variierte die Einschätzung der Praktikabilität von CC Populationen je nach Vermarktungsweg. Allerdings stieß die praktische Zusammenarbeit schnell an Kapazitätsgrenzen durch die Belastungen im Beruf.

Langfristig ermöglicht die Arbeit, Antworten auf die Frage zu geben, wie sich Anpassungsprozesse und damit auch Zuchtziele in der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft unterscheiden und auf dieser Basis eine klare Definition und Abgrenzung ökologischer Zuchtziele vorzunehmen.

9 Literatur

- Almekinders, C.J.M., and Elings, A. (2001). Collaboration of Farmers and Breeders: Participatory Crop Improvement in Perspective. *Euphytica* 122, 425–438.
- Arbeitsgruppe Getreidequalität im Ökolandbau. Was brauchen Sie!? Orientierungshilfe für Bäcker, Müller und Landwirte.
- Ceccarelli, S. (2006). Decentralized - Participatory Plant Breeding: Lessons from the South - Perspectives for the North. In Proceedings of the ECO-PB Workshop on Participatory Plant Breeding: Relevance for Organic Agriculture, Held in Domaine de La Besse (Camon, Ariège), France. 11-13 June 2006., (Paris, France (ITAB)), pp. 8–15.
- Ceccarelli, S., Grando, S., Tutwiler, R., Baha, J., Martini, A.M., Salahieh, H., Goodchild, A., and Michael, M. (2000). A methodological study on participatory barley breeding I. Selection phase. *Euphytica* 111, 91–104.
- Danquah, E.Y., and Barrett, J.A. (2002). Evidence of Natural Selection for Disease Resistance in Composite Cross Five (CCV) of Barley. *Genetica* 115, 195–203.
- David, J.L., Zivy, M., Cardin, M.L., and Brabant, P. (1997). Protein evolution in dynamically managed populations of wheat: adaptive responses to macro-environmental conditions. *Theor. Appl. Genet.* 95, 932–941.
- Dawson, J., Murphy, K., and Jones, S. (2008). Decentralized selection and participatory approaches in plant breeding for low-input systems. *Euphytica* 160, 143–154.
- Desclaux, D., Nolot, J., Chiffolleau, Y., Gozé, E., and Leclerc, C. (2008). Changes in the concept of genotype x environment interactions to fit agriculture diversification and decentralized participatory plant breeding: pluridisciplinary point of view. *Euphytica* 163, 533–546.
- Diepenbrock, W. (1999). *Spezieller Pflanzenbau* (Stuttgart: Ulmer).
- Döring, T.F., Knapp, S., Kovacs, G., Murphy, K., and Wolfe, M.S. (2011). Evolutionary Plant Breeding in Cereals—Into a New Era. *Sustainability* 3, 1944–1971.
- EASAC (2011). Plant genetic resources for food and agriculture: roles and research priorities in the European Union. Policy Report 17 (found at www.easac.eu).
- Finckh, M.R., Grosse, M., Weedon, O., and Brumlop, S. (2010). Population Developments from the F₅ to the F₉ of Three Wheat Composite Crosses Under Organic and Conventional Conditions. In *Breeding for Resilience: A Strategy for Organic and Low-Input Farming Systems? EUCARPIA 2nd Conference of the Organic and Low-Input Agriculture Section, Paris, France, 1-3 December 2010*, I. Goldringer, J.C. Dawson, F. Rey, A. Vettoretti, V. Chable, E. Lammerts van Bueren, M.R. Finckh, and S. Barot, eds. pp. 51–54.
- Goldringer, I., Enjalbert, J., Raquin, A.-L., and Brabant, P. (2001). Strong selection in wheat populations during ten generations of dynamic management. *Genet. Sel. Evol.* 33, 441–463.
- Goldringer, I., Prouin, C., Rousset, M., Galic, N., and Bonnin, I. (2006). Rapid Differentiation of Experimental Populations of Wheat for Heading Time in Response to Local Climatic Conditions. *Ann. Bot.* 98, 805–817.
- Gyawali, S., Sunwar, S., Subedi, M., Tripathi, M., Joshi, K.D., and Witcombe, J.R. (2007). Collaborative Breeding with Farmers Can Be Effective. *Field Crops Res.* 101, 88–95.
- Harlan, H.V., and Martini, M.L. (1929). A composite hybrid mixture. *J. Am. Soc. Agron.* 21, 487–490.
- Jahn-Deesbach, W., Dreyer, E., and Seibel, W. (1989). Über die Eignung verschiedener Weizensorten mit unterschiedlichem Proteinniveau für die Herstellung von Vollkornbackwaren. *Getreide Mehl Brot* 43, 239–244.
- Jarvis, D.I., Brown, A.H.D., Imbruce, V., Ochoa, J., Sadiki, M., Karamura, E., Trutmann, P., and Finckh, M.R. (2007). Managing Crop Disease in Traditional Agroecosystems. In *Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems*, (Columbia University Press), pp. 292–319.
- Kirsch, B., and Odenthal, A. (1993). *Fachkunde Müllereitechnologie. Werkstoffkunde.* (München: Bayerischer Müllerverbund e V.).
- Klingler, R.W. (1995). *Grundlagen der Getreidetechnologie* (Hamburg: Behr's Verlag).
- Von Kröcher, C. (2002). Ist eine Halmbruchbekämpfung noch notwendig? *Getreide Mag.* 14.

- Leiser, W. (2007). Sortenbeschreibung von 19 Elternlinien einer Weizen-Composite Cross Population. Projektarbeit. University of Kassel.
- Louwaars, N., Kik, C., and Lammerts van Bueren, E. (2009). Matches and Mismatches of the 2008/62/EC Directive. Text, Practice, and Positions.
- Lupton, F.G.H. (1969). Estimation of yield in wheat from measurements of photosynthesis and translocation in the field. *Ann. Appl. Biol.* 64, 363–374.
- Muona, O., Allard, R.W., and Webster, R.K. (1982). Evolution of resistance to *Rhynchosporium secalis* (Oud.) Davis in barley composite cross II. *Theor. Appl. Genet.* 61, 209–214.
- Murphy, K., Lammer, D., Lyon, S., Carter, B., and Jones, S.S. (2005). Breeding for Organic and Low-Input Farming Systems: An Evolutionary-Participatory Breeding Method for Inbred Cereal Grains. *Renew. Agric. Food Syst.* 20, 48–55.
- Osman, A., and Chable, V. (2009). Inventory of initiatives on seeds of landraces in Europe. *J. Agric. Environ. Int. Dev.* 103, 95–130.
- Paillard, S., Goldringer, I., Enjalbert, J., Doussinault, G., de Vallavieille-Pope, C., and Brabant, P. (2000a). Evolution of Resistance Against Powdery Mildew in Winter Wheat Populations Conducted Under Dynamic Management. I – Is Specific Seedling Resistance Selected? *Theor. Appl. Genet.* 101, 449–456.
- Paillard, S., Goldringer, I., Enjalbert, J., Trottet, M., David, J., de Vallavieille-Pope, C., and Brabant, P. (2000b). Evolution of resistance against powdery mildew in winter wheat populations conducted under dynamic management. II. Adult plant resistance. *Theor. Appl. Genet.* 101, 457–462.
- Parzies, H.K. (2005). Evolutionsramsche als ein Instrument zur “in situ-Konservierung” genetischer Variabilität von Kulturpflanzen. In Tagungsband On-Farm Erhaltung Genetischer Ressourcen von Getreide Und Ölpflanzen,.
- Phillips, S.L., and Wolfe, M.S. (2005). Evolutionary Plant Breeding for Low Input Systems. *J. Agric. Sci.* 143, 245–254.
- Raquin, A.-L., Depaulis, F., Lambert, A., Galic, N., Brabant, P., and Goldringer, I. (2008). Experimental Estimation of Mutation Rates in a Wheat Population With a Gene Genealogy Approach. *Genetics* 179, 2195–2211.
- Sperling, L., Loevinsohn, M.E., and Ntabomvura, B. (1993). Rethinking the Farmer’s Role in Plant Breeding: Local Bean Experts and On-station Selection in Rwanda. *Exp. Agric.* 29, 509–519.
- Sperling, L., Ashby, J.A., Smith, M.E., Weltzien, E., and McGuire, S. (2001). A Framework for Analyzing Participatory Plant Breeding Approaches and Results. *Euphytica* 122, 439–450.
- Suneson, C.A. (1956). An Evolutionary Plant Breeding Method. *Agron. J.* 48, 188–191.
- VDLUFA, (1991). Die Untersuchung von Böden. Methodenbuch Band I, VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- Webster, R.K., Saghai-Marooof, M.A., and Allard, R.W. (1986). Evolutionary Response of Barley Composite Cross II to *Rhynchosporium secalis* Analyzed by Pathogenic Complexity and by Gene-by-Race Relationships. *Phytopathology* 76, 661–668.
- Wolfe, M.S., Hinchliffe, K.S., Clarke, S.M., Jones, H., Haigh, Z., Snape, J., and Fish, L. (2006). Evolutionary breeding of wheat. In Proceedings of the COST SUSVAR Workshop on Cereal Crop Diversity: Implications for Production and Products., (13-14 June, La Besse, France.), pp. 77–80.

10 Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

Brumlop, S. und Finckh, M. R. (2013): Auswinterung im Jahr 2011/12: Auswirkungen auf Winterweizen-Liniensorten und Winterweizenpopulationen in der F10. Vortrag; 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5.-8. März 2013.

Finckh, M. R. und Brumlop, S. (2013): Winterkill in 2011/12: Effect on winter wheat pure line varieties and winter wheat composite cross populations in the F₁₁. International Symposium on Evolutionary Breeding in Cereals. The Organic Research Centre, Hamstead Marshall, UK, 22 pp. eds. Döring TF, Howlett SA, Winkler L, and Wolfe MS. p 19, 2013. <http://orgprints.org/22440/1/EvoBreeding-Proceedings.2013.pdf>

Brumlop, S., und Finckh, M.R. (2013). N-uptake in winter wheat pure line varieties and winter wheat composite cross populations in the F₁₁. In Conference Booklet - Breeding for Nutrient Efficiency - Joint Meeting of EUCARPIA Section Organic & Low-Input Agriculture and EU NUE-CROPS Project, (Göttingen, Germany, 24.-26. September 2013), p. 21.

Studentische Projekt- und Abschlussarbeiten:

Heinrich, S. (2013): BPS II Bericht.

Hombergen, F. (2012): Auswinterung und Beikrautbesatz in der F₁₁ von 14 Composite-Cross-Winterweizenbeständen in Neu-Eichenberg. Projektarbeit, Universität Kassel/Witzenhausen.

Hombergen, F. (2012): Krankheitsbefall in der F₁₁ und Ergebnisse einer ersten Befragung partizipierender Landwirte in einem Winterweizen-Populationszüchtungsprojekt. B.Sc-Thesis, Universität Kassel/Witzenhausen.

Pfeiffer, T. (2012): Auswertung der Ertragsdaten des Versuches „Populationszucht auf Anpassungsfähigkeit durch Diversität und partizipative on-farm Selektion am Beispiel Winterweizen. Praktikumsbericht zum BPS II im Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz, Universität Kassel/Witzenhausen.

Pfeiffer, T.(2013): Auswertung der Backqualitäts- und Rohproteindaten in Bezug auf den Ertrag bei Winterweizen-Populationen. B.Sc-Thesis, Universität Kassel/Witzenhausen.

Aktuelles Projekt:

Populationszucht auf Anpassungs-
fähigkeit durch Diversität und
partizipative on-farm Selektion
am Beispiel Winterweizen

PopZucht-Diva



FuE-Vorhaben im Bereich des Bundesprogramms
Ökologischer Landbau für den Bereich
Pflanzenzüchtung für den ökologischen Landbau

Laufzeit: August 2011 - März 2014

Ökologische Agrarwissenschaften U N I K A S S E L



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft



Impressum

© Universität Kassel
Herausgeber: Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz
Nordbahnhofstr. 1a
37213 Witzenhausen

<http://www.agrar.uni-kassel.de/phytomed>

Text & Layout: Sarah Brunlop, Fachgebiet Ökologischer Pflanzenschutz

Composite Crosses



Evolutionäre
Pflanzenzüchtung
für
Diversität auf dem Acker

„PopZucht-Diva“

In dem über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung geförderten Projekt werden vielfältige Winterweizenpopulationen in Zusammenarbeit mit Landwirten unterschiedlichen Klima- und Bodenbedingungen ausgesetzt. Anschließend wird mit den Landwirten gemeinsam evaluiert, welche Selektionskriterien ihnen besonders wichtig sind, denn an jedem Standort sind die Ansprüche an eine Sorte anders.

Auf diesem Wege entstehen Populationen, die besonders gut an die jeweiligen Standortbedingungen angepasst sind – moderne Landrassen.

Moderne Landrassen

Wenn auf dem Acker tausende genetisch identische Pflanzen nebeneinander stehen, haben Krankheitserreger es leicht, sich anzupassen und auszubreiten. Denn Pathogenpopulationen befinden sich in stetigem Wandel; homogene Pflanzenbestände hingegen können auf Krankheitsdruck oder sich ändernde Umweltbedingungen wie den Klimawandel nur wenig reagieren.

Einen Ausweg stellt die evolutionäre Pflanzenzüchtung dar. Diese Strategie, die Pflanzenzüchter bereits seit 100 Jahren kennen, beruht auf der Durchkreuzung zahlreicher Elternsorten.

Das aus den zahlreichen Einzelkreuzungen gewonnene Saatgut wird gemischt und über viele Jahre ohne bewusste Selektion weitervermehrt – im Feld steht dann eine sogenannte Composite Cross Population (CCP).



Hoher Gelbrost-Druck im Sortenversuch: anfällige Sorten werden stark befallen, resistente bleiben gesund.

CCPs entwickeln sich mit der Zeit zu hoch flexiblen und lokal angepassten „modernen Landrassen“, die

sowohl zur Ko-Evolution mit Pathogenen fähig sind als auch auf unvorhersehbare klimatische Bedingungen reagieren können.

Außerdem stellen die Populationen einen dynamischen Genpool dar, aus dem jederzeit interessante Genotypen als Grundlage für eine neue Sorte selektiert werden können.



CCPs unter den gleichen Bedingungen wie oben: einzelne anfällige Pflanzen erkranken, die Parzelle insgesamt bleibt aber grün.

Die Geschichte der CCPs an der Uni Kassel/Witzenhausen

Basierend auf der Durchkreuzung von jeweils 20, 12 oder 9 modernen Weizensorten wurden 2001 in England (Elm Farm Research Centre und John Innes Institute) drei Weizen CCPs hergestellt.

Seit der F_0 werden die CCPs an der Uni Kassel/Witzenhausen sowohl unter ökologischen als auch unter konventionellen Anbaubedingungen geführt. Das aktuelle Projekt ermöglicht es nun, im Vergleichsanbau zu untersuchen, wie sich die unterschiedlichen Anbaubedingungen in den vergangenen sechs Jahren ausgewirkt haben.

Zusätzlich zum Anbau in Witzenhausen werden die CCPs jedes Jahr zwischen Forschern in ganz Europa ausgetauscht, denn es gibt europaweit Wissenschaftler und Züchter, die mittels evolutionärer Züchtung wieder eine höhere genetische Vielfalt auf die Felder bringen möchten.



CCPs (links): kein Halm ist wie der andere. Liniensorten (rechts) dürfen nicht so variabel sein.





Winterkill in 2011/12: Effect on winter wheat pure line varieties and winter wheat composite cross populations in the F₁₁

Maria R. Finckh & Sarah Brumlop

Department of Ecological Plant Protection, Faculty of Organic Agricultural Sciences, University of Kassel, Nordbahnhofstraße 1a, D-37213 Witzenhausen
www.agrar.uni-kassel.de/phyto-med/ Email: mfinckh@uni-kassel.de

Introduction

The aim of this study is to compare wheat composite cross populations (CCPs) that have evolved under organic or conventional conditions for six generations, a mixture of the parental varieties and several reference varieties under organic conditions. Results from the first winter are presented.

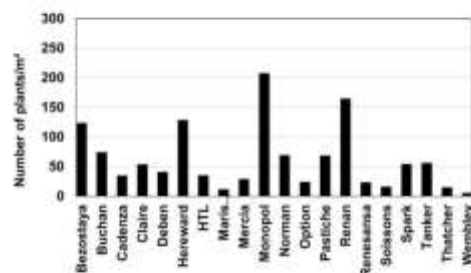


Fig. 1: Number of plants/m² in 20 winter wheat varieties (parent varieties of the CCPs) on the 19th of April 2012. (Unreplicated plots for seed increase).

Material & Methods

Three winter wheat CCPs from the UK based on 20 modern wheat parents or a subset of either 12 high quality parents (Q) or 9 high yielding parents (Y) were used. Since the F₅ the CCPs have been grown under organic (O) and conventional (C) conditions in well separated large plots (>100 m²) in two parallel sets at University of Kassel without artificial selection applied. Populations were named accordingly. E.g. OAII is the organically managed population with all parents in the second repeat, etc. In addition, since the F₅ two A populations have been maintained as broadcast sown populations without mechanical weed control.

In 2011/12 the F₁₁ of all 14 populations were compared in a replicated field trial to the mixture of the 20 parents and the three commercial wheat cultivars Achat, Akeur, and Capo. The parent varieties were also grown in unreplicated plots for seed multiplication. In addition, the broadcast populations and the organic A populations were sown early with an undersowing of white clover to check for their ability to deal with an undersown legume.

Acknowledgements:

This project is financially supported by the Bundesministerium für Landwirtschaft und Ernährung (BLE Nr. 2810CE082) 2011-2014

Results

All early sown plots were killed by three weeks of heavy frost in February 2012 followed by 6 weeks drought after an unusually mild winter.

Only the parental varieties 'Bezostaya', 'Monopol', 'Renan' and 'Hereward' survived with more than 100 plants per m² (Fig. 1). All parental plots and all early sown plots had to be abandoned.

The CCPs, the parental mixture and the reference varieties in the replicated field trial recovered, resulting in low but acceptable yields. The number of ear bearing tillers was not significantly different between CCPs and reference varieties (Fig. 2); however, both of these groups showed considerable potential to compensate the substantial losses caused by winterkill.

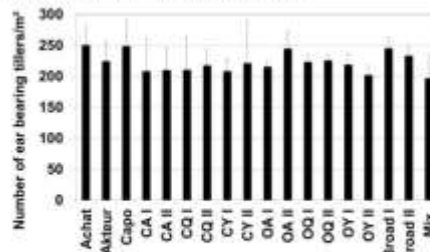


Fig. 2: Number of ear bearing tillers/m² in 3 reference varieties, the 14 CCPs, and the mix of 20 parent varieties in July 2012. Error bars indicate the standard deviation.

Discussion and Conclusion

It is not surprising that 'Bezostaya' with its Ukrainian background, and 'Monopol' and 'Renan' with a continental background endured the extreme winter better than all English varieties. The UK cultivar 'Hereward' is an interesting exception.

Sufficient seeds of the F₁₀ have been saved to permit a second year of field trials comparing the F₁₁ populations in 2012/13, allowing for two years of data collection. In addition, it will be interesting to see the populations in comparison with F₁₂ populations, which will also be grown in the field in 2012/2013.

www.uni-kassel.de/agrar

