



Kultursaat e.V.

Schlussbericht FKZ 28100E080

Züchterische Weiterentwicklung samenfester Brokkolisorten für den Ökologischen Landbau im Hinblick auf agronomische Merkmale sowie sensorische Eigenschaften

im Bereich „Pflanzenzüchtung für den Ökologischen Landbau“ im Rahmen des Bundesprogramms zur Förderung des Ökologischen Landbaus und anderer Formen der nachhaltigen Landwirtschaft

Laufzeit und Berichtszeitraum:

10.10.2011 bis 31.05.2017

Akronym:

Brokkoli-Pop



zusammengestellt von:

Michael Fleck, Thomas Heinze und Dorothee Pfirrmann
31.05.2017

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis.....	6
1 Einführung.....	9
1.1 Gegenstand des Vorhabens.....	9
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug zu einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen	10
1.3 Ablauf des Projektes	11
2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	13
3 Material und Methoden.....	15
3.1 <i>On-farm</i> -Standorte	15
3.2 Ausgangspopulationen	16
3.3 Anlage und Durchführung der Zuchtverfahren	18
3.3.1 Zuchtmethode Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften	18
3.3.2 Notwendige Anpassungen des züchterischen Vorgehens am Standort Bingenheim	19
3.3.3 Notwendige Anpassungen des züchterischen Vorgehens am Standort Wulfsdorf	22
3.3.4 Selektionsbestände	23
3.3.5 Züchterarbeiten – Bonitur und Selektion.....	25
3.3.6 Samenbau.....	26
3.3.7 Samengewinnung über Stecklingsanbau	27
3.4 Prüfanbau	28
3.5 Sichtungs- und Vergleichsanbau	28
3.6 Wissensaustausch.....	33
3.7 Kooperation mit Projektpartner	34
4 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	37
4.1 Ergebnisse der Zuchtmethode Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften.....	37
4.1.1 Zuchtgang <i>Limba</i>	37
4.1.2 Zuchtgang <i>Coastal</i>	39
4.1.3 Zuchtgang <i>Calabrese spät</i>	41
4.2 Ergebnisse aus dem Stecklingsanbau	43
4.3 Ergebnisse aus dem Prüfanbau	45
4.4 Ergebnisse aus dem Vergleichsanbau 2016	47
4.4.1 Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim	48

4.4.2	Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode	56
4.4.3	Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim	65
4.4.4	Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf	72
4.5	Ergebnisse des Projektpartners Universität Hohenheim	81
4.5.1	Anbauversuche Herbst 2015 und Frühjahr 2016	81
5	Diskussion	87
5.1	Zuchtmethode Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften	87
5.2	Saatgutgewinnung über Stecklingsanbau	90
5.3	Vergleichsanbau 2016	92
5.3.1	Ermittlung des Zuchtfortschrittes	92
5.3.2	Ranking nach agronomischen Merkmalen sowie Geschmack.....	94
5.3.3	Einordnung des Leistungsniveaus der Zuchtlinien gegenüber der Referenzhybride.....	96
5.3.4	Unterschiede zwischen Frühjahrs- und Herbstanbau.....	98
5.3.5	Sensorische Untersuchungen.....	98
5.3.6	Genotyp-Umwelt-Interaktion.....	99
5.4	Versuchsanbau 2015 & 2016 der Universität Hohenheim.....	101
5.5	Finale Favoriten	103
5.5.1	Zuchtlinie GRE-hellgrau-aufrecht	104
5.5.2	Zuchtlinie GRE-grau	105
5.5.3	Zuchtlinie LIM-19-28	106
5.5.4	Zuchtlinie COA-sp-21-7.....	107
6	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	109
7	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen ..	110
8	Zusammenfassung	112
9	Literaturverzeichnis	114
10	Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen	117
11	Anhang.....	

Abkürzungsverzeichnis

E	Elite
EPA	Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften
EPN	Einzelpflanzen-Nachkommenschaft
SE	Superelite
AP	Ausgangspopulation
BAL	Zuchtlinie der AP <i>Balimo</i>
CAL-sp	Zuchtlinie der AP <i>Calabrese spät</i>
COA	Zuchtlinie der AP <i>Coastal</i>
GRE	Zuchtlinien der AP <i>Greenia</i>
LIM	Zuchtlinie der AP <i>Limba</i>
MIC	Zuchtlinie der AP <i>Micha</i>
FMEI	Frischmasseernteindex
TS	Trockensubstanz
4ME	4-Methoxyglucobrassicin
GBS	Glucobrassicin
GI	Glucoiberin
GRA	Glucoraphanin
GS	Glucosinigrin
NGB	1-Methoxyglucobrassicin
tGSL	Gesamtglucosinolatgehalt

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zeitlicher Ablauf des Züchtungsverfahrens (für einen <i>On-farm</i> -Standort).....	11
Tabelle 2: Bezeichnung und Herkunft der AP.	18
Tabelle 3: Geplante und tatsächliche Anzahl EPN, Eliten (E) und Supereliten (SE) im Züchtungsverlauf je AP am Standort Bingenheim.	22
Tabelle 4: Anbau und Pflege der Selektionsbestände im Frühjahr.....	23
Tabelle 5: Anbauumfang und Zusammensetzung der Selektionsbestände am Standort Bingenheim.....	24
Tabelle 6: Anbauumfang und Zusammensetzung der Selektionsbestände am Standort Wulfsdorf.....	25
Tabelle 7: Pflanze-, Laub- und Blumebonitur – erhobene Merkmale.....	26
Tabelle 8: Umfang Stecklingsanbau am Standort Bingenheim.	27
Tabelle 9: Umfang Prüfanbau am Standort Bingenheim.	28
Tabelle 10: Umfang Prüfanbau am Standort Wulfsdorf.	28
Tabelle 11: Übersicht Sichtungs- und Vergleichsanbau.	28
Tabelle 12: Versuchsvarianten im Herbstsichtungsanbau 2013 und 2014.....	29
Tabelle 13: Zuchtlinien des Frühjahr- und Herbst-Vergleichsanbaus 2015 am Standort Bingenheim.....	30
Tabelle 14: Zuchtlinienauswahl des abschließenden Vergleichsanbaus 2016.	31
Tabelle 15: Anbau und Pflege der Sichtungs- und Vergleichsanbaubestände im Herbst.....	31
Tabelle 16: Ertragsermittlung - erhobene Parameter je Brokkoli-Blume.	32
Tabelle 17: Geschmacksbonitur - erhobene Merkmale je Mischprobe.....	32
Tabelle 18: Zuchtlinien, die 2015 und 2016 im Versuchsanbau der Universität Hohenheim geprüft wurden.	35
Tabelle 19: Agronomische Merkmale, Glucosinolat-Untersuchungen und sensorische Tests, die im Versuchsanbau 2015 und 2016 an der Universität Hohenheim erhoben beziehungsweise durchgeführt wurden.	36
Tabelle 20: Vergleich der Saatguterntemengen aus Samenbau im Jahr der Selektion (links) und aus Samenbau über Stecklingsanbau im Folgejahr (rechts) am Beispiel von zwei COA-Selektionen. Die Erntemengen beziehen sich auf je eine Elite-/Superelitepflanze beziehungsweise auf alle Stecklinge einer Elite-/Superelitepflanze.....	44
Tabelle 21: Positive und negative Abweichungen in der Merkmalsausprägung der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim. Plus (+) = positive Abweichung des Merkmals, Minus (-) = negative Abweichung des Merkmals, 0 = kein Unterschied des Merkmals gegenüber der AP.	56
Tabelle 22: Positive und negative Abweichungen in der Merkmalsausprägung der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode. Plus (+) = positive Abweichung des Merkmals, Minus (-) = negative Abweichung des Merkmals, 0 = kein Unterschied des Merkmals gegenüber der AP.....	64
Tabelle 23: Positive und negative Abweichungen in der Merkmalsausprägung der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim. Plus (+) = positive Abweichung des Merkmals, Minus (-) = negative Abweichung des Merkmals, 0 = kein Unterschied des Merkmals gegenüber der AP.....	72
Tabelle 24: Positive und negative Abweichungen in der Merkmalsausprägung der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.	

Plus (+) = positive Abweichung des Merkmals, Minus (-) = negative Abweichung des Merkmals, 0 = kein Unterschied des Merkmals gegenüber der AP; / = keine Angabe. .. 80

Tabelle 25: Frischmasse (g), Blumengewicht (g), Blumendurchmesser (cm), Anwesenheit von Hohlstrünkigkeit (%), FMEI (%), marktfähiger Ertrag (dt/ha) und Anteil marktfähiger Blumen (%) von 14 Genotypen (Sorten/Zuchtlinien) aus den Anbauversuchen der Universität Hohenheim im Herbst 2015 und Frühjahr 2016. Werte in einer Zelle mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander ($p < 0,05$). Keine Angabe = k.A., keine Blumen = k.B..... 83

Tabelle 26: Gucosinolatgehalte von 14 Genotypen (Sorten/Zuchtlinien) aus den Anbauversuchen der Universität Hohenheim im Herbst 2015 und Frühjahr 2016. GI = Glucoiberin, GS = Glucosinigrin, GRA = Glucoraphanin, GBS = Glucobrassicin, 4ME = 4-Methoxyglucpbrassicin, NGB = 1-Methoxyglucobrassicin, tGSL = Gesamtglucosinolatgehalt. Werte in einer Zelle mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander ($p < 0,05$). k.A. = keine Angabe. 84

Tabelle 27: Durchschnittliche Kaufentscheidung des Konsumenten Panels auf einer Skala von 0-10 (2015) beziehungsweise 1-9 (2016). Geringster Wert = würde ich nicht kaufen, mittlerer Wert = weiß ich nicht, höchster Wert = würde ich kaufen. (Zusammengestellt aus Frank 2016 und Bezler 2017). 86

Tabelle 28: Ermittlung des Zuchtfortschrittes der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP auf Grundlage der Einzelabweichungen in den drei Vergleichsanbauten Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim und Dietzenrode/Vatterode und Herbst 2016 am Standort Bingenheim..... 93

Tabelle 29: Innerhalb aller vier Rankings (2x Vergleichsanbau Frühjahr, 2x Vergleichsanbau Herbst) mindestens zweimal genannte Zuchtlinien unter den drei besten Linien je Kriterium..... 95

Tabelle 30: Ranking der Zuchtlinien in den Kriterien „Gesamtgeschmack“ und „Kaufentscheidung“ nach den Bewertungen der hedonischen Konsumenten-Panels 2015 und 2016..... 102

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Züchter besichtigen den Vergleichsanbau Herbst 2015 am <i>On-farm</i> -Standort Wulfsdorf.....	15
Abbildung 2: Zuchtschema Brokkoli, Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften an einem <i>On-farm</i> -Standort.	19
Abbildung 3: Züchter Thomas Heinze begutachtet blühende Stecklingspflanzen (Mai 2014).	21
Abbildung 4: Brokkoli-Jungpflanzen werden am Standort Bingenheim Mitte April ausgepflanzt.	23
Abbildung 5: Bonitur der Einzelpflanzen-Nachkommenschaften im Selektionsbestand 2014	25
Abbildung 6: Brokkoli-Schoten mit ausgereiften Samen.	27
Abbildung 7: Sichtungsanbau Herbst 2014 am Standort Bingenheim.....	29
Abbildung 9: Teilnehmer der Züchterfortbildung mit Züchterin Christina Henatsch (Mitte) im Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.	33
Abbildung 10: Workshop mit Projektpartnern und Erwerbsanbauern im Herbst 2015 in Kleinhohenheim.	34
Abbildung 11: Beispielhafte Vielfalt innerhalb der LIM-Zuchtgruppe im Selektionsanbau 2014.....	37
Abbildung 12: Bestände zweier COA-Zuchtlinien im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.	39
Abbildung 13: Superelitepflanze der Zuchtgruppe CAL-sp-bl im Selektionsjahr 2015.....	41
Abbildung 14: Elitepflanze der Selektionsgruppe CAL-sp-gr im Selektionsjahr 2015.....	41
Abbildung 15: Prüfanbau mit LIM-Zuchtlinien innerhalb des Selektionsbestandes 2014 am Standort Bingenheim.	46
Abbildung 16: Prüfanbau mit COA-Zuchtlinien innerhalb des Selektionsbestandes 2015 am Standort Bingenheim.	46
Abbildung 17: Prüfanbau mit CAL-sp-Zuchtlinien innerhalb des Selektionsbestandes 2015 am Standort Bingenheim.	47
Abbildung 18: Ernteverlauf im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim. ...	48
Abbildung 19: Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.	49
Abbildung 20: Marktfähiger Ertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.....	51
Abbildung 21: Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.	52
Abbildung 22: Einheitlichkeit im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim..	53
Abbildung 23: Variationskoeffizient (Blumengewicht) im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.	54
Abbildung 24: Geschmack der Brokkoli-Blumen im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.	55
Abbildung 25: Ernteverlauf im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.....	57
Abbildung 26: Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.	58
Abbildung 27: Marktfähiger Ertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.....	59

Abbildung 28: Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.....	60
Abbildung 29: Einheitlichkeit im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.....	61
Abbildung 30: Variationskoeffizient (Blumengewicht) im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.....	62
Abbildung 31: Geschmack im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.....	63
Abbildung 8: Aufbereitete Brokkoli-Proben für die Geschmacksverkostung.....	63
Abbildung 32: Ernteverlauf im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.	65
Abbildung 33: Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.....	66
Abbildung 34: Marktfähiger Ertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.....	67
Abbildung 35: Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.....	68
Abbildung 36: Einheitlichkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim. ...	69
Abbildung 37: Variationskoeffizient (Blumengewicht) im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.	70
Abbildung 38: Geschmack der Brokkoli-Blumen im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.....	71
Abbildung 39: Ernteverlauf im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.....	73
Abbildung 40: Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.	74
Abbildung 41: Marktfähiger Ertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.	75
Abbildung 42: Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf. ..	76
Abbildung 43: Einheitlichkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.....	77
Abbildung 44: Variationskoeffizient (Blumengewicht) im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.....	78
Abbildung 45: Geschmack der Brokkoli-Blumen im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.....	79
Abbildung 46: Durchschnittliche Intensität von acht Geschmacksmerkmalen auf einer Skala von 0-10. Von einem erfahrenen Sensorik-Panel (n=8) in zwei Untersuchungseinheiten erhoben (die Untersuchungseinheiten werden als zwei Wiederholungen behandelt). Die Brokkoli-Proben (vier Zuchtlinien) stammen aus dem Versuchsanbau Herbst 2015 der Universität Hohenheim. (Übernommen aus Frank 2016).....	85
Abbildung 47: Durchschnittlicher Grad der Beliebtheit von acht Geschmacksmerkmalen auf einer Skala von 0-10 (0 = extrem unbeliebt, 5 = weder beliebt noch unbeliebt, 10 = sehr beliebt). Von einem unerfahrenen Konsumenten-Panel (n = 27) erhoben. Die Brokkoli-Proben (vier Zuchtlinien) stammen aus dem Versuchsanbau Herbst 2015 der Universität Hohenheim. (Übernommen aus Frank 2016).	85
Abbildung 48: Durchschnittlicher Grad der Beliebtheit von acht Geschmacksmerkmalen auf einer Skala von 1-9 (1 = extrem unbeliebt, 5 = weder beliebt noch unbeliebt, 9 = sehr beliebt). Von einem unerfahrenen Konsumenten-Panel (n = 27) erhoben. Die Brokkoli-Proben (vier Zuchtlinien) stammen aus dem Versuchsanbau Frühjahr 2016 der Universität Hohenheim. (Übernommen aus Bezler 2017).....	86

Abbildung 49: Deutliche morphologische Differenzierung zwischen ausgewählten Einzelpflanzen-Nachkommenschaften der LIM-Zuchtgruppe im Selektionsbestand 2014.	89
Abbildung 50: Topfen der Stecklingspflanzen im zeitigen Frühjahr.	90
Abbildung 51: Blühende Stecklingspflanzen im isolierten Tunnel.	91
Abbildung 52: Züchter Thomas Heinze zeigt Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.....	96
Abbildung 53: Genotyp-Umwelt-Interaktion. Je Diagramm sind Ergebnisse der vier Vergleichsanbauten 2016 von jeweils einer Zuchtlinie dargestellt. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals, Note = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.	100
Abbildung 54: Ergebnisse der Zuchtlinie GRE-hellgr-aufrecht-2015 neben der AP <i>Greenia</i> in allen vier Vergleichsanbaus 2016. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals, Note 9 = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.....	104
Abbildung 55: Ergebnisse der Zuchtlinie GRE-grau-2015 neben der AP <i>Greenia</i> in allen vier Vergleichsanbaus 2016. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals, Note 9 = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.....	105
Abbildung 56: Ergebnisse der Zuchtlinie LIM-19-28-2014 neben der AP <i>Limba</i> in allen vier Vergleichsanbaus 2016. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals, Note 9 = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.....	106
Abbildung 57: Ergebnisse der Zuchtlinie COA-sp-21-7-2013 neben der AP <i>Coastal</i> in allen vier Vergleichsanbaus 2016. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals, Note 9 = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.....	107
Abbildung 58: Selektionsbestand im Frühjahr 2015 am Standort Bingenheim.....	108
Abbildung 59: Brokkoli-Blüte.	113

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Beim Kauf von ökologisch erzeugtem Obst und Gemüse sind der Geschmack und zunehmend auch der Gesundheitswert für den Verbraucher von großer Bedeutung (Kuhnert et al. 2003, Stolz et al. 2009). Aber auch über die Bio-Branche hinaus rangieren diese Aspekte bei der Kaufentscheidung weit vorn. So geben 97 % der für den „Ernährungsreport“ befragtem Verbraucher den Geschmack als oberstes Kriterium beim Lebensmitteleinkauf an (BMEL 2017). Von akademischer Seite wird immer stärker ein hoher Gehalt an sekundären, bioaktiven Inhaltsstoffen als wertgebendes Merkmal von Gemüse betont (Watzl und Leitzmann 2005). Brokkoli (*Brassica oleracea* convar. *botrytis* var. *italica*) gilt durch die vergleichsweise hohen Gehalte an Glucosinolaten als sehr gesunde Gemüseart mit dem Potenzial, das Risiko von Krebserkrankungen zu senken (Haller et al. 2013). In der bisherigen konventionellen Züchtung wurden diese inneren Qualitätsaspekte zugunsten äußerer Merkmale jedoch meist vernachlässigt. Im Fokus der jahrzehntelangen intensiven Hybridzüchtung standen agronomische Merkmale wie Ertrag und Einheitlichkeit. Das führte dazu, dass nach bisherigen Erfahrungen die wenig bearbeiteten Populationssorten den Hybriden geschmacklich überlegen sind, welche oft einen vergleichsweise schwach ausgeprägten, etwas scharf-unangenehmen Geschmack aufweisen. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, welches enorme Potential Brokkoli-Populationssorten im Hinblick auf die qualitativen Eigenschaften Geschmack und Gesundheitswert und damit auf die Kundenerwartungen insbesondere bei Öko-Produkten bergen.

Eine züchterische Bearbeitung von Brokkoli-Populationssorten für den ökologischen Erwerbsgemüsebau fand bisher nur sehr begrenzt statt. Die wenigen bestehenden Populationssorten genügen den agronomischen Anforderungen bei weitem nicht, weshalb auch im ökologischen Anbau nahezu ausschließlich konventionelle Hybridsorten angebaut werden. Die Situation verschärft sich zunehmend dadurch, dass die konventionellen Züchterhäuser die klassischen (Inzuchtkreuzungs-)Hybriden durch CMS-Hybriden austauschen, bei denen eine erbliche Befruchtungsunfähigkeit des Blütenstaubs zur Erleichterung der Hybridzüchtung genutzt wird. Da diese CMS (engl: cytoplasmatic male sterility) bei Kohl (*Brassica oleracea* L.) nicht „von Natur aus“ vorkommt, werden in der konventionellen Züchtung die Pollensterilität hervorbringenden Zellstrukturen mittels Proto-/Cytoplastenfusion artübergreifend übertragen und in die Zuchtlinien eingebracht. Diese Zellfusionstechniken gelten beim Weltdachverband IFOAM als unvereinbar mit den Grundsätzen des ökologischen Landbaus (IFOAM 2008). Daher stehen mithilfe dieser Laborverfahren entstandene Sorten für den verbandsorganisierten ökologischen Erwerbsanbau nicht zur Verfügung. Darüber hinaus wurde der Firma Plant Bioscience im Januar 2017 vom Europäischen Patentamt ein Patent auf Brokkoli-Pflanzen gewährt, die mit einem Verfahren der konventionellen, Marker gestützten Selektion gezüchtet wurden (Europäisches Patentamt 2017). Das Patent hat zur Folge, dass die Brokkolisamen dieser Pflanzen nicht mehr von anderen Züchtern ohne Lizenzgebühren genutzt werden dürfen. Ob gegebenenfalls auch auf anderem Wege entstandene Neuzüchtungen von Brokkoli mit ähnlicher Performance von den Patentansprüchen betroffen sind, ist bei der aktuellen Rechtslage nach wie vor unsicher. Die kritische Haltung des Öko-Sektors gegenüber einigen Vorgehensweisen der konventionellen Pflanzenzüchtung hat den Ruf nach einer Pflanzenzüchtung speziell für den Ökolandbau verstärkt (BÖLW 2013).

Die biologisch-dynamisch arbeitenden Gemüsezüchter von Kultursaat e.V. wenden ausschließlich Züchtungsverfahren an, die den Prinzipien des Ökolandbaus entsprechen. Im Zentrum stehen dabei offen abblühende Sorten, die mit Methoden der traditionellen Pflanzenzüchtung gezüchtet werden und die einen Nachbau des Saatguts erlauben (Messmer 2014). Im Hinblick auf die sensorische Verbesserung von Sorten wird von den Kultursaat-Züchtern als besonderer Zuchtansatz eine strenge „Geschmacksselektion“ betrieben (Ulrich et. al. 2002). Die Züchtungsprozesse werden *on-farm* durchgeführt, was eine gleichzeitige Anpassungs- und Neuzüchtung unter den Bedingungen des Ökolandbaus ermöglicht. Auf diesem Wege können aus vernachlässigten Brokkoli-Populationssorten schmackhafte und gesundheitsfördernde neue Sorten entwickelt werden, die den agronomischen Anforderungen des ökologischen Erwerbsgemüsebaus entsprechen.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug zu einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen

Übergeordnetes Ziel des Projektes war es, aus Brokkoli-Populationssorten in *On-farm*-Selektion mit der traditionellen Methode der Einzelpflanzenauslese und Prüfung der Nachkommenchaften (EPA) neue Brokkoli-Zuchtlinien zu entwickeln, die in Form samenfester Sorten (Populationssorten) den Anforderungen des ökologischen Erwerbsgemüsebaus entsprechen und sich durch besonders guten Geschmack auszeichnen. Um die genannte Zielsetzung zu erreichen, war die Bearbeitung folgender Aufgabenstellungen innerhalb der fünfjährigen Projektlaufzeit vorgesehen.

Zuchtziele: Bezüglich der Zuchtziele stand die Verbesserung der Anbauwürdigkeit inklusive der sensorischen Eigenschaften der Brokkoli-Ausgangspopulationen (AP) im Fokus. Das bedeutete, dass besonders die Kriterien Ertragssicherheit, Einheitlichkeit, enges Erntefenster, genügende Blumenfestigkeit und Geschmack bei der Selektion berücksichtigt werden sollten.

Zuchtmethode: Als Zuchtmethode wurde die EPA ausgewählt. Im Vergleich zur bloßen positiven Massenauslese wurde mit dieser Methode eine Beschleunigung respektive Intensivierung des Zuchtfortschrittes erwartet. Zur Prüfung dieser Annahme sollten beide Verfahren im Prüfanbau miteinander verglichen werden; am Projektende sollten in Vergleichsanbauten Veränderungen der Zuchtlinien gegenüber den jeweiligen AP untersucht werden.

Wissensaustausch: Regelmäßige Treffen der beteiligten Züchter, der Projektleitung und der Projektpartner (Universität Hohenheim) sollten gut aufeinander abgestimmtes Arbeiten wie auch Austausch von Fachwissen und Erfahrungen ermöglichen. Darüber hinaus sollten an Praktikertagen interessierte *On-farm*-Züchter, Erwerbsgemüsebauer, Vertreter der Officialberatung und Handelspartner über den Stand des Projektes informiert und in einen Austausch über interessante Zuchtlinien eingebunden werden. Einzelne Zuchtlinien sollten Praxisbetrieben zur Verfügung gestellt werden und dort im Probeanbau getestet werden.

Kooperation mit Projektpartner: Im Teilprojekt 1 (FKZ 2810OE112) sollten vom Projektpartner der Universität Hohenheim die agronomischen Eigenschaften der Zuchtlinien in zusätzlichen Feldversuchen geprüft werden. Darüber hinaus sollten die sensorischen Eigenschaften sowie der Gehalt an sekundären, bioaktiven Inhaltsstoffen sowohl von Brokkoli-Proben aus den Selektionsbeständen (Bingenheim und Wulfsdorf) als auch von eigenen Proben untersucht werden. Diese Verknüpfung des Vorhabens sollte ermöglichen, den Erfolg der Geschmacksselektion der Kultursaat-Züchter anhand vergleichender Untersuchungen in professionellen sensorischen Panels zu prüfen. Die Daten der sensorischen Prüfungen sollten im Anschluss mit Analysen der sekundären, bioaktiven Inhaltstoffe in Beziehung gesetzt werden

und darauf aufbauend eventuelle Korrelationen und Kriterien für den Selektions- und Züchtungsprozess abgeleitet werden. Zudem sollte ein einfaches sensorgestütztes Praxistool (Multiplex®) weiterentwickelt und kalibriert werden, welches den *On-farm*-Züchtern in Echtzeit durch nicht-destruktive Messungen eine Bestimmung der Gehalte an sekundären, bioaktiven Inhaltsstoffen auf dem Feld ermöglicht.

Das Forschungsprojekt unterstützt die zentralen Ziele des Bundesprogramms Ökologischer Landbau, mit traditionellen Züchtungsmethoden neue, leistungsstarke Sorten für den Gemüsebau zu entwickeln, die an die besonderen Anforderungen des Ökologischen Landbaus angepasst sind.

1.3 Ablauf des Projektes

Der von Kultursaat e.V. verantwortete Teil des Projekts (Teil 2, [FKZ 28100E080](#)) verfolgte die züchterische Verbesserung von sechs Ausgangspopulationen (AP) für den ökologischen Brokkolianbau im Hinblick auf agronomische und sensorische Attribute. Die Züchtungs- und Sichtungsarbeiten erfolgten auf zwei *On-farm*-Standorten in analoger Vorgehensweise. Auf jedem Standort wurden drei der sechs AP mittels EPA züchterisch bearbeitet. Durch die zusätzliche Projektverlängerung von zwei Jahren wurde insgesamt über einen Projektzeitraum von fünf Jahren gearbeitet (2012 bis 2016). Im Folgenden sind die einzelnen Arbeitsschritte innerhalb des Projektablaufes aufgeführt.

Selektionsanbau: In Tabelle 1 ist der geplante zeitliche Züchtungsablauf dargestellt. Dieser konnte eingehalten werden, solange der Samenbau jeweils im selben Jahr der Selektion gelang. Auf eine zweimalige EPA folgte im dritten Selektionsschritt eine positive Massenauslese. Als Referenz der Selektion wurde eine gängige F1-Frühjahrs-Hybride angebaut. Der Anbauumfang des Selektionsbestandes umfasste 2012 je AP 500 Pflanzen. In den Selektionsjahren 2013 und 2014 sollten pro Linie 200 Pflanzen angebaut werden. Diese Zielgröße konnte wegen teilweise sehr geringem Samenansatz bei einigen Zuchtlinien nicht erreicht werden. Um trotzdem den geplanten Gesamtumfang der Selektionsbestände anlegen zu können, wurde zur Kompensation die Zahl der angebauten Einzelpflanzen-Nachkommenschaften (EPN) erhöht.

Tabelle 1: Zeitlicher Ablauf des Züchtungsverfahrens (für einen *On-farm*-Standort).

Frühjahr 2012	Anbau von drei Brokkoli-Ausgangspopulationen
Juni	Bonituren (Gesamtpflanze, Laub, Blume)
Juni	1. Selektionsschritt Selektion von Elite- und Superelitepflanzen
November	Samenbau mit Ernte von Einzelpflanzen- und Poolsaatgut
Frühjahr 2013	Anbau von EPN der 2012 selektierten Eliten und Supereliten
Juni	Bonituren (Gesamtpflanze, Laub, Blume)
Juni	2. Selektionsschritt Selektion von Elite- und Superelitepflanzen aus ausgewählten EPN
November	Samenbau mit Ernte von Einzelpflanzen- und Poolsaatgut
Frühjahr 2014	Anbau von EPN der 2013 selektierten Eliten und Supereliten
Juni	Bonituren (Gesamtpflanze, Laub, Blume)
Juni	3. Selektionsschritt Selektion von Elitepflanzen aus ausgewählten EPN
November	Samenbau mit Ernte von Poolsaatgut

Stecklingsanbau: Manche Zuchtlinien konnten nach der Selektion im Herbst keinen Samen bilden. Um den zuvor durchgeführten Selektionsschritt nicht zu verlieren, wurden Abreißer, z.B. Seitentriebe aus den Blattachsen des Strunks, von den betroffenen Elite- und Superelitepflanzen genommen. Diese wurden getopft und als Stecklinge frostfrei überwintert. Erst im Folgejahr konnten von diesen Pflanzen Samen geerntet werden, sodass sich der zeitliche Ablauf um ein Jahr verlängerte. Um trotz der Verzögerung die geplanten Züchtungsarbeiten innerhalb der Projektlaufzeit durchführen zu können, wurde diese von drei auf fünf Jahre verlängert. Dadurch wurde, abweichend vom vorgesehenen Ablauf, auch im Jahr 2015 ein Selektionsbestand angebaut.

Prüfanbau: Parallel zum Selektionsbestand wurde in den Jahren 2013, 2014 und 2015 ein Prüfanbau angelegt. Dieser diente dazu, die methodischen Ansätze EPA und positive Massenauslese mit Blick auf den Zuchtfortschritt vergleichend zu untersuchen. Neben den EPN aus dem Saatgut der Supereliten wurde das Poolsaatgut der Eliten gleicher Selektion angebaut.

Sichtungs- und Vergleichsanbau: Im Herbst 2013 und 2014 fand jeweils ein Sichtungsanbau statt, anhand dessen der Zuchtfortschritt mehrerer Selektionsjahre untersucht werden konnte. Dazu wurde das neu selektierte Poolsaatgut der Frühjahrsselektion mit dem Poolsaatgut des Vorjahres und einer Referenz-Hybride angebaut. Die Sichtung umfasste die Zuchtlinien beider Züchter und wurde parallel auf beiden *On-farm*-Standorten durchgeführt. Es wurden Bonituren der Gesamtpflanze, des Laubes und der Blume durchgeführt. Darüber hinaus erfolgten Ertragsmessungen sowie umfangreiche Geschmacksbonituren an rohen und gekochten Proben.

2015 gab es sowohl im Frühjahr als auch im Herbst einen Sichtungsanbau. Dabei wurden Zuchtlinien der 2014er Selektion angebaut, um daraus aussichtsreiche Favoriten für den abschließenden Vergleichsanbau 2016 auszuwählen.

2016 fand im Frühjahr und Herbst ein Vergleichsanbau statt. Hierbei wurden alle AP, neun Favoriten von jedem Zuchtstandort sowie eine Referenz-Hybride nebeneinander angebaut. Bonituren und Ertragsmessungen erfolgten analog zu den oben beschriebenen Sichtungen. Aus den Ergebnissen konnte der Zuchtfortschritt nach dreimaliger Selektion beurteilt und interessante Kandidaten für die Sortenanmeldung beziehungsweise weitere züchterische Bearbeitung identifiziert werden.

Wissensaustausch: Im Projektverlauf wurden Workshops an den drei Projektstandorten Wulfsdorf, Bingenheim und Hohenheim abgehalten, zu denen interessierte Erwerbsanbauer und teilweise Händler, Berater und weitere interessierte Personen geladen waren. Es gab regelmäßigen Austausch durch Telefonate und Emailverkehr zwischen den beteiligten Züchtern, der Projektleitung sowie der Projektpartner. Zudem fanden mehrmals Züchter- beziehungsweise Projektpartnerntreffen an alternierenden Orten statt.

Kooperation mit Projektpartner: In mehreren Jahren wurden der Universität Hohenheim Proben der selektierten Supereliteblumen beider *On-farm*-Standorte für Untersuchungen auf Glucosinolate zugesickt. Leider war dieses Verfahren nicht zielführend, denn die Probenaufbereitung unmittelbar nach der Ernte war ein sensibler Faktor für die nachfolgenden Analysen (schneller enzymatischer Abbau der Inhaltsstoffe bei fehlender Schockgefrierung und Einsatz von flüssigem Stickstoff im Zuchtgarten), sodass auf diesem Wege nicht die erhofften wertvollen zusätzlichen Erkenntnisse über die im Feld selektierten Pflanzen gewonnen werden konnten. Für den Versuchsanbau wurde dem Projektpartner Saatgut der Zuchtlinien beider Züchter zur Verfügung gestellt. Das vom Projektpartner entwickelte Praxistool zur Glucosinolatbestimmung konnte über den Bestand in Kleinhohenheim hinaus auch am Selektionsbestand des Standortes Bingenheim getestet werden.

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

In der herkömmlichen Gemüsezüchtung hat sich in den letzten Jahrzehnten bei den meisten Arten die Hybridzüchtungsmethode durchgesetzt und Hybriden stellen einen Großteil des Sortenangebots dar (Hallauer und Wehner 1999, Stadlander 2005). Meistens weisen Hybridsorten vor allem eine höhere Einheitlichkeit und Ertragsleistung auf als Populationsorten. Diese agronomische Überlegenheit beruht nicht allein auf dem Heterosiseffekt der Hybridzüchtung sondern erscheint nach Schnell (1997) auch deshalb so groß, weil das Hauptaugenmerk auf die intensivierete Selektion der in der Hybridzüchtung verwendeten Inzuchtlinien gelegt wurde und zwar bei gleichzeitiger Vernachlässigung der bestehenden Populationsorten. Als Folge kann das Potenzial der Populationsorten nicht im rechten Verhältnis zur Ausprägung kommen. Wenn die samenfesten Sorten nicht gepflegt und gefördert werden, tritt sogar das Gegenteil ein, und der schon einmal erreichte Züchtungsfortschritt der Populationsorten baut sich bei fehlender züchterischer Begleitung (qualitativ anspruchsvolle Erhaltungszüchtung) ab. Dies dürfte bei den aktuell im Handel befindlichen samenfesten Gemüsesorten größtenteils der Fall sein.

In der formenreichen Gruppe *Brassica* bieten die konventionellen Züchterhäuser zunehmend CMS-Hybriden an. Diese werden mittels Zellfusion generiert, wobei CMS-Plasma des japanischen Rettichs (Ogura-System) in Kohl-Linien eingeführt wird. Der Weltdachverband IFOAM und die deutschen Ökolandbauverbände lehnen diese Labortechnik ab und haben mittlerweile den Einsatz von zellfusionsvermittelten CMS-Hybriden im Anbau ausgeschlossen (vgl. Bioland e.V. 2016, Demeter e.V. 2016). Dabei gehen die Einschätzungen auseinander, inwieweit diese Entscheidungen zu einer Profilierung am Biolebensmittelmarkt oder zu einer Schwächung der Position der Verbandsbetriebe führen würden (Thommen und Fleck 2008, Rau 2010a, b). Denn es ist zu erwarten, dass CMS-Hybriden die klassischen Hybriden und vielmehr noch die alten Populationsorten verdrängen werden und dass der sogenannte Züchtungsfortschritt der konventionellen Züchterhäuser vorwiegend in diesen Sortentyp fließen wird.

Auf diesem Hintergrund wird die Dringlichkeit der traditionellen züchterischen Bearbeitung von Populationsorten deutlich, um dem von Hybriden dominierten Saatgutangebot attraktive, offen abblühende Neuzüchtungen mit besonderer Eignung für den ökologischen Erwerbsanbau hinzuzufügen. Eine im Jahr 2015 im deutschsprachigen Raum durchgeführte internetgestützte Umfrage kam entsprechend zu dem Ergebnis, dass direkt nach Körnerleguminosen an zweiter Stelle der Bedarf an neuen Kohlgemüsesorten besonders hoch ist (Wilbois und Messmer 2017).

Im Vorfeld des vorliegend beschriebenen Projektes wurden von Kultursaat in Eigenleistung erste Züchtungsarbeiten mit Brokkoli-Populationsorten durchgeführt. Dabei zeigten einzelne Brokkoli-Exemplare immer wieder die gewünschte Kombination von Merkmalsausprägungen. Allein durch positive Massenauslese konnten jedoch in der Vergangenheit keine befriedigenden Fortschritte erzielt werden. Im Rahmen eines BÖLN-Projektes wurde anhand des Züchtungsansatzes EPA die Homogenität von samenfesten Chinakohlsorten erfolgreich verbessert (Nagel und Fleck 2007). Die daraus hervorgegangene Sorte *Atsuko* wurde 2009 vom Bundesortenamt zugelassen (Nagel und Fleck 2010). Aufgrund der positiven Erfahrung mit diesem Züchtungsansatz an einer Kohlart versprach die EPA, auch bei Brokkoli zielführend zu sein.

Neben Pflanzengesundheit, Ertragsstabilität und Nachbaufähigkeit identifizierte eine internet-gestützte Umfrage zu den Bedarfen der ökologischen Pflanzenzüchtung im Jahr 2015 „Geschmack/Nährwert“ als eines der wichtigsten Sorteneigenschaften zukünftiger Ökopflanzenzüchtung (Wilbois und Messmer 2017). Die bisherigen Arbeiten von Kultursaat-Züchtern zeigen die Möglichkeit, sensorische Eigenschaften (Geschmack und Konsistenz) von Gemüse durch die Anwendung einer strikten sogenannten Geschmackselektion im Züchtungsprozess entscheidend zu verbessern. Diese Methode wurde insbesondere an Möhren entwickelt (Kultursaat 2008) und führte dort zu den bereits behördlich zugelassenen Sorten *Robila*, *Rodelika*, *Milan*, *Fynn*, *Rolanka*, *Oxhella*, *Leira*, *Fine*, *Miranda*, *Solvita* und *Dalciva* sowie einer Reihe von Sortenkandidaten, die geschmacklich gegenüber herkömmlichen Züchtungen größtenteils bevorzugt werden (Buck 2010, Fleck 2009, Ulrich et al. 2004, Geier 2013). Horneburg (2010) legt die Übertragbarkeit des methodischen Ansatzes auf Pastinaken dar. Die im vorliegend skizzierten Projekt zur Verwendung gekommenen AP borgen in geschmacklicher Hinsicht ein großes Potenzial, das mit dem gewählten Zuchtansatz in neuen Zuchtlinien etabliert werden sollte.

3 Material und Methoden

3.1 On-farm-Standorte

Die praktische Züchtungsarbeit erfolgte *on-farm* auf zwei langjährig biologisch-dynamisch bewirtschafteten [Züchtungsstandorten des Vereins Kultursaat](#). Auf einem dritten Standort, ebenfalls biologisch-dynamisch bewirtschaftet, wurde im Frühjahr 2016 der Vergleichsanbau durchgeführt. Die beiden pedoklimatisch sehr unterschiedlichen Züchtungsstandorte ermöglichten eine Sortenentwicklung mit Standorteignung beziehungsweise Standortanpassung und waren aus arbeitsteiligen Gründen notwendig.

Betrieb 1 (Ahrensburg)	Christina Henatsch: In den biologisch-dynamisch bewirtschafteten Betrieb Gut Wulfsdorf eingebetteter Zuchtbetrieb, nordöstlich von Hamburg. Leicht hügelige Neumoräne; Höhe über NN ca. 25 m. Lehmiger bis reiner Sand (22 bis 36 Bodenpunkte) und einer Jahresniederschlagsmenge von 700 bis 800 mm.
Betrieb 2 (Bingenheim)	Thomas Heinze: Biologisch-dynamischer Pflanzenzuchtbetrieb in der Auenlandschaft der Wetterau am Übergang zum Basaltrücken des Vogelsberg; Schwemmlandböden und Basaltverwitterung, toniger Lehm (65 bis 80 Bodenpunkte). Geschützte Lage mit jährlich ca. 550 mm Niederschlag.
Betrieb 3 (Dietzenrode/Vatterode)	Sebastian Vornhecke: Gemüsezüchtung und –Saatgutgewinnung sowie Kräuteraanbau auf biologisch-dynamischer Grundlage. Die Landschaft um den im thüringischen Eichsfeld gelegenen Betrieb ist durch bewaldete Höhenrücken geprägt. Geologisch wechseln sich Muschelkalk und Buntsandstein im Unterboden ab. Toniger, teils schluffiger Lehm mit durchschnittlich 31 Bodenpunkten. Windoffene Lage auf 250 m über NN, circa 700 mm Jahresniederschlag bei einer Durchschnittstemperatur von 8,6 °C

Abbildung 1: Züchter besichtigen den Vergleichsanbau Herbst 2015 am *On-farm*-Standort Wulfsdorf.



3.2 Ausgangspopulationen

Für die im Projekt vorgesehene Züchtungsarbeit wurden sechs Brokkoli-AP (drei je *On-farm*-Standort) ausgewählt (Tabelle 2). Diese wurden von den Kultursaat-Züchtern im Vorfeld des Projektes gesichtet und teilweise bereits züchterisch bearbeitet. Dabei sollten insbesondere solche Populationen Eingang finden, die sich sowohl im Pflanzenwuchs, in der Blumenbildung als auch in der bisherigen züchterischen Bearbeitung unterscheiden und sich eventuell für verschiedene Vermarktungswege eignen. Es handelte sich um nachbaufähige (d.h. samenfeste) Populationen, bei denen davon auszugehen ist, dass sie CMS-frei sind¹. Im Dezember 2014 wurden Samenmuster der sechs Ausgangspopulationen nachträglich dem CMS-Labortest unterzogen. Für alle Proben war der Befund negativ, d.h. in den geprüften Probemustern konnte keine Ogura-CMS-Sequenz nachgewiesen werden (siehe Analysebefund im Anhang). Die AP sind damit als nachweislich CMS-frei einzuordnen. Für den Standort Bingenheim wurden die Sorten beziehungsweise Populationen *Limba*, *Coastal* und *Calabrese spät* gewählt. Ursprünglich war anstelle der Population *Calabrese spät* die Sorte *Ramoso calabrese* (Saatgutfirma „ReinSaat“) vorgesehen. Im ersten Anbaujahr entsprach sie jedoch nicht dem Sortenbild der Vorjahre und war derart inhomogen, dass daraus keine einheitliche Gruppe von 50 Eliten ausgewählt werden konnte. Da eine weitere Zuchtpopulation (*Calabrese spät*) parallel mit angebaut war, wurde kurzfristig darauf ausgewichen und die geplante Sorte *Ramoso calabrese* als AP verworfen. Für den Standort Wulfsdorf wurden die Sorten beziehungsweise Populationen *Balimo*, *Greenia* und *Micha* gewählt.

Sortenbiografie und -beschreibung *Limba*

Limba ist eine im Handel befindliche samenfeste Sorte der Saatgutfirma „MoravoSeed“ aus Tschechien. Sie zeigt eine sehr eigene Wuchsform und hat einen vergleichsweise hohen Anteil an marktfähigen Blumen. In den Merkmalen Blumengewicht ist sie aber noch sehr entwicklungsbedürftig. Die Sorte *Limba* wurde für das Projekt ausgewählt, weil sie sich morphologisch von den anderen stark abhebt und auch bezüglich der Herkunft unterschied.

Morphologische Merkmale: mittelhoch (circa 45 cm); frühe Reifezeit; etwas Seitentriebbildung; grüne, schmale Blätter; mittelgroße, mittelfeste, runde Blume mit blaugrüner bis violetter Färbung; circa 60 % marktfähige Blumen.

Sensorische Merkmale: von leicht süß bis süß; im Aroma von neutral über nussig bis auch leicht bitter/herb.

Sortenbiografie und -beschreibung *Coastal*

Coastal ist eine bei der Saatgutfirma „Sativa Rheinau“ erhältliche Sorte, die durch ihren hohen, kräftigen Wuchs und die große „Blumenstrunklänge“ auffällt. Sie hat kleine und lockere Blumen und geht vom Brokkoli-Typ in Richtung Sprossenkohl. Die Blumen und Strünke sind auffällig aromatisch. Für das Projekt wurde eine Selektion der Kultursaat-Züchterin Christine Nagel verwendet.

Morphologische Merkmale: sehr hohe Pflanzen (circa 60 cm); späte Reifezeit; kaum Seitentriebbildung; graugrüne, mittelbreite, lange Blätter; kleine, mittelfeste, flache Blume mit cremefarbener und grüner Färbung und sehr langem Stängel; circa 30 % marktfähige Blumen.

¹ Erst nach Projektstart wurde im Auftrag eines Fernsehsenders als Reaktion auf [CMS-Funde in Biogemüse](#) ein Labortest entwickelt, der den qualitativen Nachweis der Ogura-CMS-Sequenz in Brokkoli-DNA bis zu einer Untergrenze von 0,01 % ermöglicht. Bei CMS-Hybriden von Kohl stammt die Pollensterilität von japanischem Rettich und die dazugehörige DNA-Sequenz wird nach dessen Finder Hiroshi Ogura benannt. Der Nachweis der Ogura-CMS-Sequenz wird daher als indirekter Beweis für das Vorhandensein von CMS-Hybriden bei Kohl angesehen.

Sensorische Merkmale: von etwas süß bis süß; im Aroma von neutral über leicht aromatisch bis auch gut aromatisch; ganz selten etwas Schärfe.

Sortenbiografie und -beschreibung *Calabrese spät*

Calabrese spät ist eine Selektion der Sorte *Calabrese natalino* (Saatgutfirma „N.L. Chrestensen“), die sich durch eine deutlich späte Reife auszeichnet. Sie ist der Sorte *Calinaro* ähnlich, unterscheidet sich aber in der Reifezeit, der Blumenfestigkeit und der Haltbarkeit. Im Wuchs und der Blume zeigt sie gegenüber den anderen AP einen eigenen, abgrenzbaren Typ.

Morphologische Merkmale: mittelhoch (circa 50 cm); mittelspäte bis späte Reifezeit; keine Seitentriebbildung; blaugüne, mittelbreite, wenig gelappte Blätter; große und mittelfeste, querbreit elliptische Blume mit grüner Färbung; circa 70 % marktfähige Blumen.

Sensorische Merkmale: von wenig süß bis gut süß; im Aroma von leicht ausgeprägt über nussig/lecker bis vereinzelt auch leicht bitter/herb.

Sortenbiografie und -beschreibung *Balimo*

Balimo ist eine Selektion der tschechischen Sorte *Limba*, die bereits seit 2006 von Kultursaat-Züchterin Christina Henatsch züchterisch bearbeitet wird. Ursprünglich war die Sorte mittelhoch mit blumenkohllähnlichen Blättern und einer flachrunden, feinkörnigen, mittelfesten und mittelschweren Blume. Im Zuge des Nachbaus entstand eine große Vielfalt, aus der eine Gruppe gedrungener Typen und eine Gruppe hochwachsender Typen mit langem Strunk selektiert wurde. Diese Differenzierung setzte sich nicht nachhaltig durch und es blieb eine Varianz der Typen in beiden Gruppen.

Zum Projektbeginn 2012 wurde eine Selektion mit folgenden morphologischen Merkmalen gewählt: gedrungener, niedriger Wuchs; frühe bis mittelfrühe Reifezeit; lang gestielte, sehr stark gelappte Blätter; graublaue, tiefsitzende, kugelrunde, sehr feste Blume; Blume sitzt wie Blüte im Blattkranz.

Sortenbiografie und -beschreibung *Greenia*

Die Sorte *Greenia* stammt aus der schwedischen Erhaltungsinitiative „Runabergs Fröer“ und wird seit 2002 von Christina Henatsch bearbeitet. Es ist eine sehr wüchsige Sorte, die schon zu Beginn der Züchtungsarbeit einige vielversprechende große Blumen ausbildete. Insgesamt war die Sorte jedoch sehr heterogen, die Blumen waren locker und flach gewölbt.

Zum Projektbeginn 2012 wurde eine Selektion mit folgenden morphologischen Merkmalen gewählt: aufrechter, hoher Wuchs; langer Strunk; mittelspäte Reifezeit; sehr wüchsig; große, graublaue Blume.

Sortenbiografie und -beschreibung *Micha*

Micha ist ebenfalls eine Selektion der Sorte *Greenia*, die sich morphologisch deutlich von der Zuchtlinie *Greenia* (s. o.) unterscheidet. Vor Projektbeginn wurde *Micha* bereits mehrere Jahre bei Christina Henatsch als Zuchtpopulation geführt.

Morphologische Merkmale: späte Reifezeit; aufrechte Blatthaltung; dunkelbau-grüne Blume.

Tabelle 2: Bezeichnung und Herkunft der AP.

Interne Projektbezeichnung	Zuchtlinie/Sorte	Bezugsquelle der Ausgangsorte
<i>Limba</i>	Sorte LIMBA	Saatgutfirma „MoravoSeed“, Tschechien
<i>Coastal</i>	Kultursaat-Zuchtlinie der Sorte COASTAL	Saatgutfirma „Sativa Rheinau“, Schweiz
<i>Calabrese spät</i>	Kultursaat-Zuchtlinie der Sorte CALABRESE NATALINO	Saatgutfirma „N.L. Chrestensen“, Deutschland
<i>Balimo</i>	Kultursaat-Zuchtlinie der Sorte LIMBA	Saatgutfirma „MoravoSeed“, Tschechien
<i>Greenia</i>	Kultursaat-Zuchtlinie der Sorte GREENIA	Erhaltungsinitiative „Runabergs Fröer“, Schweden
<i>Micha</i>	Kultursaat-Zuchtlinie der Sorte GREENIA	Erhaltungsinitiative „Runabergs Fröer“, Schweden

3.3 Anlage und Durchführung der Zuchtverfahren

3.3.1 Zuchtmethode Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften

Die EPA zeichnet sich durch eine strengere Selektion aus als die einfache positive Massenauslese. Bei dieser Zuchtmethode wird aus der AP zuerst mittels positiver Massenauslese ein Elitebestand von mindestens 50 Pflanzen selektiert. Aus dieser Gruppe der Elitepflanzen werden wiederum die besten Exemplare als Supereliten für die spätere Gewinnung von EPN markiert. Alle selektierten Pflanzen (Eliten und Supereliten) blühen gemeinsam ab, werden also von derselben Pollenwolke bestäubt. Die Supereliten werden jedoch einzeln beerntet, sodass man Saatgut von nur einer einzelnen Pflanze erhält (EPN). Die Unterschiede zwischen diesen Nachkommenschaften beruhen auf den Eigenschaften der jeweiligen Mutterpflanze. In der nächsten Generation werden die EPN getrennt nebeneinander angebaut und geprüft. In dieser Nachkommenschaftsprüfung wird also das genetische Potential jeder selektierten Mutterpflanze anhand der phänotypischen Ausprägung ihrer Nachkommenschaft im vegetativen Stadium nochmals und damit gezielter beurteilt. Daraufhin werden nur die besten Nachkommenschaften züchterisch weitergeführt. Mit Hilfe dieser vergleichsweise intensiven Zuchtmethode wird versucht, den Zuchtfortschritt zu beschleunigen und insbesondere die Homogenität der Zuchtlinien zu verbessern.

Für die züchterische Weiterentwicklung der sechs Brokkoli-AP innerhalb des Projektes war das in Abbildung 2 dargestellte Zuchtschema geplant. Es basiert auf der oben allgemein geschilderten Zuchtmethode der EPA. An jedem *On-farm*-Standort sollten im Frühjahr 2012 drei AP im Umfang von 500 Pflanzen angebaut werden, sodass der Selektionsbestand 1.500 Pflanzen umfasste. Daraus sollten im ersten Selektionsschritt je AP 50 Eliten inklusive 7 Supereliten selektiert werden. Das Saatgut der Elitepflanzen sollte gemeinsam geerntet und gemischt werden (Pool Saatgut), um im Prüfanbau (Seite 28) des Folgejahres vergleichend angebaut zu werden. Die Supereliten sollten einzeln beerntet werden. In der zweiten Generation waren folglich 21 (3 x 7) EPN vorgesehen, welche 2013 mit 200 Pflanzen pro Linie nebeneinander angebaut werden sollten. Insgesamt sollte der Selektionsbestand an jedem *On-farm*-Standort aus 4.200 (21 x 200) Pflanzen bestehen. Es war geplant, aus den acht besten Zuchtlinien im zweiten Selektionsschritt wieder 50 Eliten inklusive fünf Supereliten auszuwählen. Pro AP soll-

ten mindestens zwei Zuchtlinien weitergeführt werden, um die genetische Breite nicht vorzeitig einzuengen. Folglich sollte sich daraus für 2014 ein Selektionsbestand aus 40 EPN (8 x 5) ergeben. Bei 200 Pflanzen pro Linie waren insgesamt 8.000 (40 x 200) Pflanzen für den Anbau in der dritten Generation vorgesehen. Aus diesem Bestand sollten abschließend die sieben besten ausgewählt werden. Daraus sollten jeweils 40 Eliten selektiert und Poolsaatgut gewonnen werden. Pro *On-farm*-Standort sollten aus drei AP zum Projektende sieben verbesserte Zuchtlinien zur Verfügung stehen, die einen dreimaligen Zuchtfortschritt in sich tragen.

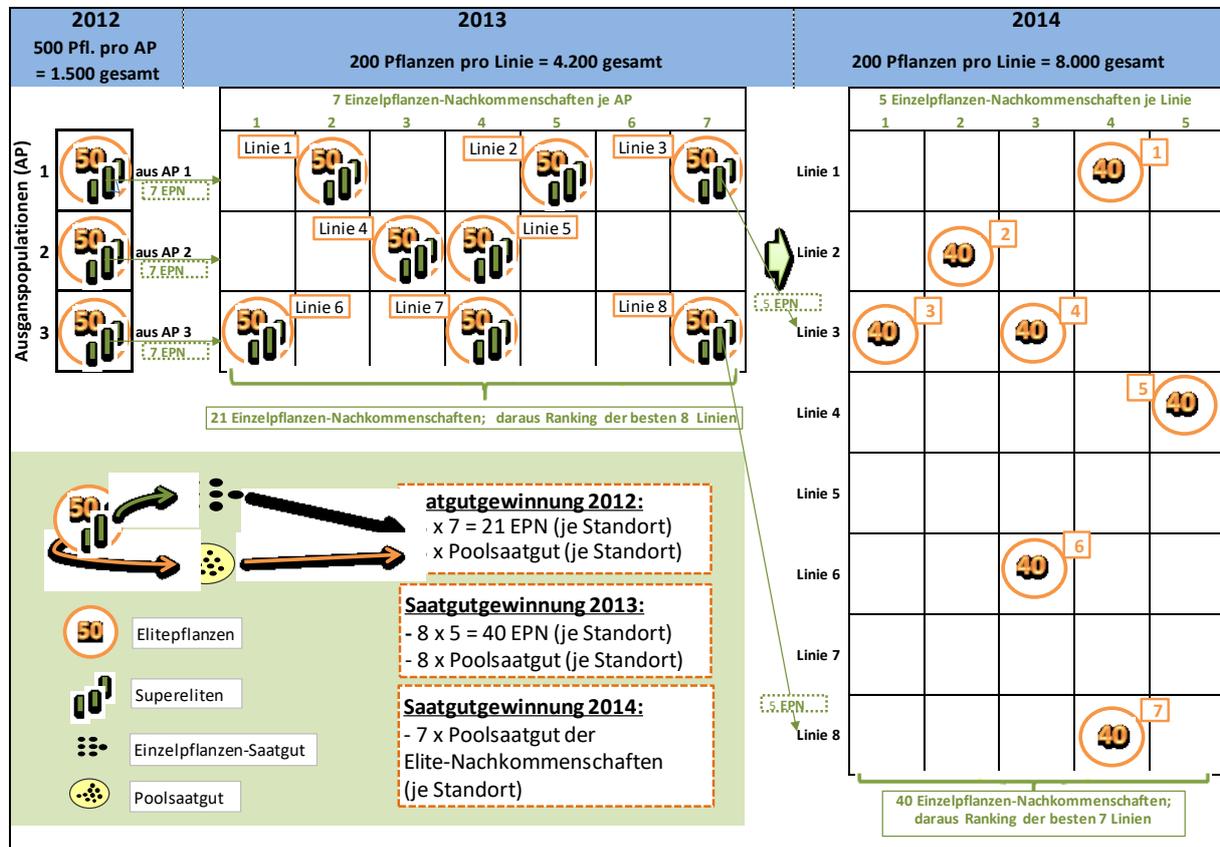


Abbildung 2: Zuchtschema Brokkoli, Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften an einem *On-farm*-Standort.

3.3.2 Notwendige Anpassungen des züchterischen Vorgehens am Standort Bingenheim

Die Saatgutgewinnung gestaltete sich besonders am Standort Bingenheim äußerst schwierig. Zum einen wurde der Samenansatz durch einen hohen Schädlings- und Krankheitsdruck beeinträchtigt, was allgemein bei der Saatgutgewinnung der Kohlarten eine Herausforderung ist. Durch witterungsbedingte Einflüsse und durch Schneiden und Verpflanzen der Elite- und Superelitepflanzen (Seite 26) wurden die Pflanzen zusätzlich geschwächt. Es zeigte sich, dass es aufgrund des sehr geringen Saatgutertrages nicht möglich war, die favorisierten EPN mit 200 Pflanzen pro Linie weiter zu führen. Das züchterische Vorgehen musste angepasst werden. Im ersten Selektionsschritt 2012 wurden wie vorgesehen gut 50 Eliten je AP selektiert und davon wiederum mindestens 7 Supereliten markiert. Zur Sicherheit wurde mit Risikozuschlägen bei der Anzahl der Elite- und Superelitepflanzen gerechnet. Die drei Gruppen blühten getrennt voneinander ab. Im Folgenden setzte jedoch nur ein Bruchteil der Pflanzen Samen an und von diesen war der Samenertrag meist sehr gering. Um im nächsten Jahr trotzdem aus einem hinreichend großen Bestand selektieren zu können, wurde entschieden, wesentlich mehr EPN als vorgesehen in jeweils geringerem Umfang anzubauen. Somit wurden im Herbst 2012 nicht nur

die Superelitepflanzen einzeln beerntet, sondern zusätzlich alle Elitepflanzen, die Samen gebildet hatten². Für den Selektionsbestand 2013 wurden alle 2012 gewonnenen Zuchtlinien angebaut. Anstelle der geplanten 21 EPN mit je 200 Pflanzen wurden 17 Superelite-Nachkommenschaften und 36 Elite-Nachkommenschaften mit durchschnittlich 100 Pflanzen angebaut.

1. Anpassung	Bei der Samenernte wurden neben den geplanten Superelitepflanzen auch alle Elitepflanzen einzeln beerntet.
2. Anpassung	Es wurden wesentlich mehr EPN in jeweils deutlich geringerem Umfang als vorgesehen für den Selektionsbestand angebaut.

Aufgrund des veränderten Selektionsbestandes musste nun auch der zweite Selektionsschritt angepasst werden. Anstatt die vorgesehenen 50 Eliten inklusive 5 Supereliten je ausgewählter EPN zu selektieren (die Pflanzenzahlen reichten dafür nicht aus), wurden aus 43 EPN insgesamt 337 Eliten inkl. Supereliten selektiert. Aus diesen wurden je AP *Limba* sowie *Coastal* mehrere Selektionsgruppen ähnlichen Typs gebildet, die miteinander abblühen. Dieses Vorgehen war wichtig, um einer Inzuchtdepression durch eine zu geringe Bestandsgröße bei der Bestäubung vorzubeugen. Das strenge Verfahren der EPA musste an dieser Stelle vernachlässigt werden und es kam innerhalb der gebildeten Selektionsgruppen zur Durchmischung durch die gemeinsame Pollenwolke mehrerer EPN. Vier der fünf Selektionsgruppen der AP *Calabrese spät* konnten wie vorgesehen nach EPN getrennt voneinander abblühen.

3. Anpassung	Zur Selektion wurden deutlich mehr EPN ausgewählt als geplant. Aus diesen wurden jedoch weitaus weniger Elite- und Superelitepflanzen selektiert als vorgesehen
4. Anpassung	Zur Bestäubung wurden (größtenteils) Selektionsgruppen bestehend aus den Elite- und Superelitepflanzen mehrerer EPN gebildet. Die vorgesehene Trennung der EPN musste an dieser Stelle aufgegeben werden.

Die Elite- und Superelitepflanzen wurden wie im Vorjahr einzeln beerntet. Die Selektionsgruppen der AP *Coastal* sowie vier von fünf Selektionsgruppen der AP *Calabrese spät* bildeten im Herbst 2013 überhaupt kein Saatgut aus. Um den Zuchtfortschritt der zweiten Selektion nicht zu verlieren, mussten wiederum Anpassungsmaßnahmen ergriffen werden. Es wurden Abreiber von den Elite- und Superelitepflanzen genommen, die in Form von Stecklingen überwinterten und im Folgejahr für die Saatgutgewinnung angebaut wurden (Seite 27). Dadurch verzögerte sich für die betroffenen Zuchtlinien der geplante Zuchtgang um ein Jahr.

5. Anpassung	Bei einigen EPN konnte die Saatgutgewinnung erst im Folgejahr der Selektion über Stecklingsanbau durchgeführt werden.
---------------------	---

Die Schwierigkeit des Samenbaus zog sich durch alle Anbaujahre, sodass das züchterische Vorgehen in der oben dargestellten Weise immer wieder angepasst werden musste und damit insgesamt vom geplanten Zuchtschema abwich (Tabelle 3). Aufgrund der Verzögerung durch den teilweise eingeschobenen Stecklingsanbau wurde die Verlängerung der Projektlaufzeit von 3 auf fünf Jahre notwendig. Dadurch konnte ein zusätzlicher Selektionsbestand im Früh-

² Die Begriffe „Elite“ und „Superelite“ bezeichnen somit nicht, wie ursprünglich vorgesehen, die unterschiedliche Handhabung der Pflanzen bezüglich des Samenbaus (Pool Saatgut versus Einzelpflanzensaatgut), sondern beziehen sich ausschließlich auf die Bewertung der Merkmale durch den Züchter. Supereliten werden dabei als (noch) „bessere“ Pflanzen eingestuft als die Eliten, die alle miteinander in die nachfolgende Generation geführt wurden.

jahr 2015 angelegt werden, anhand dessen die entstandene Verschiebung der Selektionsschritte zwischen den Zuchtlinien synchronisiert werden sollte. Dies gelang teilweise. So konnte von den Zuchtlinien der AP *Limba* (LIM) 2015 aus Stecklingen dreimal selektiertes Saatgut für den abschließenden Vergleichsanbau 2016 gewonnen werden. An den Zuchtlinien der AP *Coastal* (COA) und an einem Teil der Zuchtlinien der AP *Calabrese spät* (CAL) (Gruppe 1-4) konnte der dritte Selektionsschritt im Sommer 2015 nachgeholt werden. Leider gelang der anschließende Samenbau nicht und es wurden von den Elite- und Superelitepflanzen Stecklinge genommen. Dadurch standen für den Vergleichsanbau 2016 neben den LIM-Nachkommenschaften lediglich CAL-sp-Nachkommenschaften der Gruppe 5 nach dreimaliger Selektion zur Verfügung. Bei den COA-Nachkommenschaften und den CAL-sp-Nachkommenschaften der Gruppen 1-4 musste auf Saatgut nach zweimaliger Selektion zurückgegriffen werden.



Abbildung 3: Züchter Thomas Heinze begutachtet blühende Stecklingspflanzen (Mai 2014).

Tabelle 3: Geplante und tatsächliche Anzahl EPN, Eliten (E) und Supereliten (SE) im Züchtungsverlauf je AP am Standort Bingenheim.

	<i>Geplant je AP</i>	<i>Limba</i>	<i>Coastal</i>	<i>Calabrese spät</i>
Anbau 2012	AP	AP	Ausgangspopulation	Ausgangspopulation
Selektion 2012	50 E inkl. 7 SE	55 E inkl. 19 SE	53 E inkl. 14 SE	52 E inkl. 10 SE
Anbau 2013	7 EPN (SE)	13 EPN inkl. 6 SE	18 EPN inkl. 6 SE	21 EPN inkl. 5 SE, + 1 Mschg.
Selektion 2013	aus 2-3 EPN je 50 E inkl. 5 SE (150 E inkl. 15 SE)	aus 7 EPN 72 E inkl. 15 SE in 3 Gruppen	aus 14 EPN 100 E inkl. 25 SE in 2 Gruppen	aus 12 EPN + 1 Mschg. 165 E inkl. 41 SE in 5 Gruppen
Anbau 2014	10-15 EPN (SE)	36 EPN inkl. 8 SE, + 3 Mschg.	Stecklingsanbau	Gruppen 1-4: Stecklingsanbau, Gruppe 5: 7 EPN + 1 Mschg.
Selektion 2014	Pool Saatgut aus 2-3 EPN	18 EPN + 1 Mschg.	Saatgutgewinnung	Gruppe 1-4: Saatgutgewinnung Gruppe 5: aus 7 EPN + 1 Mschg. 16 E in 2 Gruppen
Ein zusätzliches Selektionsjahr durch Projektverlängerung				
Anbau 2015	10-15 EPN	Stecklingsanbau	15 EPN	19 EPN inkl. 9 SE, + 5 Mschg.
Selektion 2015	Pool Saatgut aus 2-3 EPN	Saatgutgewinnung	7 EPN	7 EPN + 1 Mschg.
Anbau 2016			Stecklingsanbau	Stecklingsanbau

3.3.3 Notwendige Anpassungen des züchterischen Vorgehens am Standort Wulfsdorf

Am Standort Wulfsdorf gelang der Samenbau in der Regel sehr gut, sodass genügend Einzelpflanzensaatgut für den Selektionsanbau im Folgejahr geerntet werden konnte. Unter den GRE-Nachkommenschaften zeigten sich so viele vielversprechende Typen, dass die Selektion ausgedehnt wurde. Besonders in den Jahren 2013 und 2014 wurde die vorgesehene Anzahl EPN im Selektionsanbau deutlich überschritten. Die Zuchtlinien der AP BAL bildeten 2013 kaum Samen aus. Für den Selektionsbestand 2014 konnte daher nur eine 2013-er Linie angebaut werden, zusätzlich musste auf die Favoriten aus 2012 zurückgegriffen werden. 2014 führte Rattenfraß dazu, dass die MIC-Elitepflanzen zu wenig Saatgut ausbildeten. Ersatzweise wurden Abreißer genommen, von denen 2015 über Stecklingsanbau Saatgut gewonnen werden konnte. 2015 fand eine zusätzliche Selektion der BAL- und GRE-Zuchtlinien statt, die innerhalb des Projektes nicht vorgesehen war. Dadurch konnte der dritte Selektionsschritt der BAL-Zuchtlinien nachgeholt werden und die GRE-Zuchtlinien wurden ein viertes Mal selektiert. Dadurch standen für den Vergleichsanbau 2016 BAL-Nachkommenschaften nach dreimaliger Selektion, GRE-Nachkommenschaften nach viermaliger Selektion und MIC-Nachkommenschaften nach dreimaliger Selektion zur Verfügung.

3.3.4 Selektionsbestände

In den Jahren 2012, 2013, 2014 und 2015 wurden im Frühjahr an beiden *On-farm*-Standorten Selektionsbestände angelegt. Neben den Zuchtlinien wurde als Referenz die gängige Frühjahrshybride *Batavia F1* (Saatgutfirma „Bejo Zaden B.V.“, Niederlande) angebaut. Die Düngung erfolgte praxisüblich mit im Ökolandbau zugelassenen organischen Düngemitteln (Rindermist, Ackerbohenschrot, Schafwollpellets). Anbau und Pflege der Selektionsbestände sind nachfolgend tabellarisch aufgeführt (Tabelle 4).

Tabelle 4: Anbau und Pflege der Selektionsbestände im Frühjahr.

Zeitpunkt	Tätigkeit
Anfang März	Aussaat im beheizten Gewächshaus
Mitte März	Pikieren in 54er QuikPot-Platten, Anzucht im Gewächshaus
	Abhärten
Mitte April	Pflanzung; 3-reihig, 45 cm Reihenabstand, 50 cm Pflanzabstand
	Fließ- bzw. Netzabdeckung gegen Schädlinge (Kohldrehherzmücke (<i>Contarinia nasturtii</i>), Kleine Kohlflyge (<i>Delia radicum</i>))
	Tröpfchenbewässerung nach Bedarf
	Pflege mit Rad- und Handhacke (1-2x)
Ab Ende Mai	Bonitur und Selektion



Abbildung 4: Brokkoli-Jungpflanzen werden am Standort Bingenheim Mitte April ausgepflanzt.

Anbauumfang und Zusammensetzung der Selektionsbestände am Standort Bingenheim

Im ersten Selektionsjahr wurden die drei AP *Limba*, *Coastal* und *Calabrese spät* mit 500 Pflanzen in zweifacher Wiederholung angebaut. Im zweiten Selektionsjahr waren von allen AP EPN im Bestand vertreten und durchliefen den zweiten Selektionsschritt. Obwohl von den meisten EPN nicht die geplanten 200 Pflanzen angebaut werden konnten, überstieg der Gesamtbestand durch eine sehr hohe Anzahl an EPN den vorgesehenen Umfang deutlich. Im Frühjahr 2014 stand das Saatgut aller COA-Zuchtlinien und vier CAL-sp-Selektionsgruppen nicht zur Verfügung, da die Saatgutgewinnung über Stecklingsanbau durchgeführt werden musste. Der Selektionsbestand für den dritten Selektionsschritt war daher hauptsächlich aus LIM-Zuchtlinien sowie Zuchtlinien der CAL-sp-Selektionsgruppe 5 aufgebaut und umfasste 7.200 Pflanzen. Aufgrund der fehlenden COA- und CAL-sp-Zuchtlinien konnte die Prüfung der LIM-Nachkommenschaften mit einer höheren Anzahl an EPN deutlich ausgeweitet werden. Der Selektionsanbau 2015 wurde dazu genutzt, den dritten Selektionsschritt der COA- und CAL-sp-Zuchtlinien nach der Saatgutgewinnung über Stecklingsanbau nachzuholen. Einige EPN der vier CAL-sp-Selektionsgruppen erreichten jedoch nicht die vorgesehene Pflanzenanzahl. Um diese auszugleichen wurden fünf EPN der CAL-sp-Selektion aus 2014 dazugestellt, die bereits den dritten Selektionsschritt durchlaufen hatten. So war der Bestand 2015 aus den COA- und CAL-sp-Zuchtlinien nach zweimaliger Selektion sowie fünf CAL-sp-Zuchtlinien nach dreimaliger Selektion aufgebaut und überstieg mit 8.500 Pflanzen den geplanten Umfang um 1.000 Pflanzen. In Tabelle 5 ist der Anbauumfang der Selektionsbestände zusammengefasst inklusive Prüfanbau, welcher parallel zum Selektionsbestand angebaut wurde und aus Poolsaatgut beziehungsweise Saatgutmischungen bestand (Seite 28). Streng genommen gehört der Prüfanbau nicht zum Selektionsbestand. Weil die Zuchtlinien des Prüfanbaus jedoch teilweise züchterisch sehr interessant und vielversprechend waren, wurde aus ihnen ebenfalls selektiert.

Tabelle 5: Anbauumfang und Zusammensetzung der Selektionsbestände am Standort Bingenheim.

Selektions-Jahr	Anbauumfang (Anzahl Pflanzen), geplant	Anbauumfang (Anzahl Pflanzen), tatsächlich	Angebaute AP bzw. Nachkommenschaften
2012	1.500	1.500	LIM, COA, CAL
2013	4.200	(inkl. Prüfanbau) 5.300	LIM, COA, CAL
2014	8.000	(inkl. Prüfanbau) 8.000	LIM, CAL (Gr.5)
2015	7.500	(inkl. Prüfanbau) 10.000	COA, CAL

Anbauumfang und Zusammensetzung der Selektionsbestände am Standort Wulfsdorf

Am Standort Wulfsdorf konnten wie vorgesehen 200 Pflanzen je EPN angebaut werden. Die geplante Anzahl zu prüfender EPN im Selektionsbestand wurde aufgrund der vielen interessanten Typen, besonders unter den Nachkommenschaften der AP *Greenia* (GRE), teilweise stark überschritten (Tabelle 6). Eine weitere Intensivierung der Züchtungsarbeit erfolgte durch die zusätzliche und im Projekt ursprünglich nicht vorgesehene Selektion 2015 am Standort Wulfsdorf. Der im Rahmen der Züchtungsarbeit entstandene Mehraufwand wurde vom Verein Kultursaat getragen.

Tabelle 6: Anbauumfang und Zusammensetzung der Selektionsbestände am Standort Wulfsdorf.

Selektions-jahr	Anbauumfang (Anzahl Pflanzen), geplant	Anbauumfang (Anzahl Pflanzen), tatsächlich	Angebaute AP bzw. Nachkommenschaften
2012	1.500	1.500	BAL, GRE, MIC
2013	4.200	(inkl. Prüfanbau) 5.500	BAL, GRE, MIC
2014	8.000	(inkl. Prüfanbau) 9.700	BAL, GRE, MIC
2015	Kein Selektionsanbau vorgesehen	(Vergleichsanbau, aus dem teilweise selektiert wurde) 1.800	GRE, MIC

3.3.5 Züchterarbeiten – Bonitur und Selektion

Bonitur

Die Laub- und Blumenbonituren fanden zur Reifezeit der Brokkoli-Blumen etwa Anfang bis Mitte Juni statt. Dabei wurde der gesamte Selektionsbestand bonitiert. Für die erhobenen Merkmale wurden in Anlehnung an die Vorschriften bei Sortenprüfungen für Brokkoli (UPOV 2016) Boniturnoten von 1-9 vergeben, wobei 1 die geringste Ausprägung und 9 die stärkste Ausprägung beschreibt. Die in Tabelle 7 aufgeführten Merkmale wurden bonitiert (siehe auch Boniturliste im Anhang).

**Abbildung 5:** Bonitur der Einzelpflanzen-Nachkommenschaften im Selektionsbestand 2014 .

Tabelle 7: Pflanze-, Laub- und Blumebonitur – erhobene Merkmale.

Pflanze	Laub	Blume
Höhe der Pflanze bei Erntereife, Seitentriebbildung, Reifezeit, Einheitlichkeit	Haltung bei Beginn der Blumenbildung, Laubfarbe, Anzahl Lappen, Länge einschließlich Stiel, Breite	Größe, Festigkeit, Länge des Stengels, Höckerbildung, Form im Längsschnitt, Körnung, Farbe

Selektion

Die Selektion fand in drei Schritten statt. Nachdem der Züchter den Gesamtbestand bonitiert und dadurch einen Überblick über die vorhandenen Zuchtlinien bekommen hatte, fand zunächst die Selektion der interessantesten Zuchtlinien beziehungsweise EPN statt. Dabei spielten in erster Linie agronomische Eigenschaften wie einheitliches Erscheinungsbild, Ertrag, Blumenfestigkeit, Körnung und Reifezeit eine Rolle. Aber auch Merkmale wie eine sich von den anderen Zuchtlinien unterscheidende Blattform oder eine auffallende Blumenfarbe konnten Auswahlkriterien sein. Aus den gewählten Zuchtlinien wurden dann in einem zweiten Schritt die Eliten- und Supereliten selektiert, also Pflanzen, die bezüglich der genannten Eigenschaften besonders typisch auffielen. In einem dritten Schritt wurden alle selektierten Eliten und Supereliten auf dem Feld roh verkostet. Dabei ging es nicht um eine Beschreibung des Geschmacks, sondern darum, geschmacklich negativ auffallende Pflanzen aus der Selektion heraus zu nehmen und dadurch ausschließlich gut schmeckende weiterzuführen. Dieser Vorgang wird hier negative Massenauslese im Hinblick auf den Geschmack genannt.

Die Bonitur- und Selektionsarbeiten waren durch die sehr hohe Anzahl an angebauten EPN deutlich umfangreicher und zeitaufwändiger als ursprünglich geplant.

3.3.6 Samenbau

Der Samenbau zur Gewinnung des Zuchtsaatgutes fand im Herbst 2012, 2013, 2014 und 2015 nach der Selektion statt. Dazu wurden die Blätter der selektierten Elite- und Superelitepflanzen eingekürzt und die Brokkoli-Blumen abgeschnitten. Die stark zurückgeschnittenen Pflanzen wurden ausgegraben und in Selektionsgruppen nebeneinander gepflanzt. Aus den Blattachsen bildeten sich neue Triebe. Bevor diese in die Blüte gingen, wurden die Selektionsgruppen mit Netzen voneinander isoliert und eingesetzte Hummeln, Schmeißfliegen und/oder Mauerbienen sorgten für die Bestäubung. Leider war der Samenansatz insbesondere am Standort Bingenheim aufgrund hohen Schädlings- und Krankheitsdrucks oftmals sehr gering, oder es konnte überhaupt kein Saatgut geerntet werden. Um auf genügend Einzelpflanzen-saatgut für die Weiterzüchtung zugreifen zu können, wurden sowohl die markierten Supereliten als auch alle Eliten einzeln beerntet. Von den Pflanzen, die kein Saatgut gebildet hatten, wurden Abreißer genommen (Seite 27). Am Standort Bingenheim gestaltete sich der Samenbau im Freiland grundsätzlich sehr schwierig. 2013 gab es erhebliche Schäden an den Samenträgern durch Kohlerdflöhe (*Phyllotreta-Arten*) und 2014 blieb der Samenertrag durch den Befall der Gemeinen Wiesenwanze (*Lygus pratensis*) aus. Selektionsgruppen, die hingegen im geschützten Anbau im Folienhaus abblühten, blieben vitaler und gesünder und konnten einen ausreichenden Samenertrag bilden. Am Standort Wulfsdorf verlief der Samenbau aufgrund des verträglicheren Klimas meistens erfolgreich.



Abbildung 6: Brokkoli-Schoten mit ausgereiften Samen.

3.3.7 Samengewinnung über Stecklingsanbau

Von den Pflanzen, die im Herbst nach der Selektion keinen Samen gebildet hatten, wurden Abreißer genommen. Dazu wurden je Elite- oder Superelitepflanze möglichst viele Triebe zwischen 5 und 15 cm Länge manuell abgerissen. Die Blätter der Triebe wurden mit einem Messer stark eingekürzt. Zur Bewurzelung wurden die Triebe in mit Anzuchterde gefüllte QuickPot-Platten gesteckt und gut angegossen. Sie überwinterten frostfrei im Gewächshaus. Die Anwachs- beziehungsweise Überlebensrate lag durchschnittlich bei 60 – 70 %. Im zeitigen Frühjahr, wenn ein deutliches Wachstum eingesetzt hatte, wurden die Stecklinge einzeln getopft und ggf. die bereits gebildeten Blüten und Blumen abgeschnitten. Als kräftige, gut entwickelte Pflanzen wurden sie ab Mitte März ins Freiland gepflanzt. Die Isolation und Bestäubung verlief ebenso wie auf Seite 26 beschrieben. Die Samenträger entwickelten sich im günstigen Frühlingsommerklima gut, blühten reichlich und zeitlich einheitlich ab und bildeten große Mengen Saatgut aus. Wenn es doch zu Einschränkungen kam, z.B. durch Befall des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus*), wurden die Pflanzen bis in den Herbst stehen gelassen. Sie konnten dann noch einmal Triebe bilden und erneut Samen ansetzen. Die Samenernte konnte ab August bis in den Spätherbst hinein durchgeführt werden. Am Standort Bingenheim wurden Stecklinge in den Jahren 2013, 2014 und 2015 in variierendem Umfang genommen (Tabelle 8). Am Standort Wulfsdorf wurden lediglich 2014 von den MIC-Zuchtlinien Stecklinge genommen.

Tabelle 8: Umfang Stecklingsanbau am Standort Bingenheim.

Selektionsjahr	Anzahl Stecklinge	Über Stecklinge vermehrte Nachkommenschaften
2013	Ca. 1.000	COA, CAL-sp
2014	Ca. 1.100	LIM
2015	Ca. 3.000	COA, CAL-sp

3.4 Prüfanbau

In den Jahren 2013, 2014 und 2015 fand der Prüfanbau parallel zum Selektionsanbau statt. Ziel dieses Prüfanbaus war der Vergleich der im Selektionsbestand angewendeten Zuchtmethode der EPA mit der positiven Massenauslese. Dazu sollte neben den EPN einer Linie das Poolsaatgut derselben Linie angebaut und die Bestände gemeinsam bonitiert werden. Aufgrund des besonders am Standort Bingenheim immer wieder auftretenden Saatgutmangels stand für den Prüfanbau teilweise lediglich Poolsaatgut zur Verfügung. Der Prüfanbau fand dadurch in einem geringeren Umfang statt als geplant (Tabelle 9).

Tabelle 9: Umfang Prüfanbau am Standort Bingenheim.

Anbau-jahr	<i>geplant je AP</i>	<i>Limba</i>	<i>Coastal</i>	<i>Calabrese spät</i>
2013	1 x Poolsaatgut	0	0	1 x Poolsaatgut
2014	2-3 x Poolsaatgut	3 x Poolsaatgut	0	1 x Poolsaatgut
2015	2-3 x Poolsaatgut	0	2 x Poolsaatgut	5 x Poolsaatgut

Am Standort Wulfsdorf konnte 2013 kein Prüfanbau der BAL- und MIC-Zuchtlinien durchgeführt werden. 2014 wurde der vorgesehene Umfang des Prüfanbaus bei allen Nachkommenchaften umgesetzt und teilweise überschritten (Tabelle 10).

Tabelle 10: Umfang Prüfanbau am Standort Wulfsdorf.

Anbau-jahr	<i>Gepplant je AP</i>	<i>Balimo</i>	<i>Greenia</i>	<i>Micha</i>
2013	1 x Poolsaatgut	0	1 x Poolsaatgut	0
2014	2-3 x Poolsaatgut	2 x Poolsaatgut	4 x Poolsaatgut	5 x Poolsaatgut
2015	<i>Kein Prüfanbau vorgesehen</i>			

3.5 Sichtung- und Vergleichsanbau

Neben dem Selektions- und Prüfanbau wurden in den Jahren 2013 bis 2016 Sichtungs- und Vergleichsanbaus parallel an beiden *On-farm*-Standorten durchgeführt (Tabelle 11).

Tabelle 11: Übersicht Sichtungs- und Vergleichsanbau.

Sichtungsanbau		Vergleichsanbau	
Herbst 2013	Herbst 2014	Frühjahr 2015 Herbst 2015	Frühjahr 2016 Herbst 2016
<ul style="list-style-type: none"> • paralleler Anbau an beiden <i>On-farm</i>-Standorten (Frühjahr 2016 in Dietzenrode/Vatterode anstelle Wulfsdorf) • zwei Feldwiederholungen • 75 Pflanzen pro Parzelle = 150 Pflanzen pro Variante • Pflanzen-, Laub- und Blumenbonitur, Ertragsermittlung, Geschmacksbonitur 			

Sichtungsanbau

Im Herbst 2013 und 2014 fand jeweils ein Sichtungsanbau statt. Dieser hatte zum Ziel, den Zuchtfortschritt im Vergleich zum Vorjahr anhand umfangreicher Untersuchungen zu ermitteln. Die sechs Ausgangspopulationen beziehungsweise deren Zuchtlinien wurden parallel an

beiden *On-farm*-Standorten angebaut, sodass eine Prüfung unter verschiedenen Standortbedingungen möglich war. Zudem konnten die Eigenschaften der Zuchtlinien unter den in der Regel günstigeren Bedingungen des Herbstanbaus (im Vergleich zum Frühjahrsanbau) beobachtet werden. Im Herbstanbau 2013 wurden zur Beurteilung des Zuchtfortschrittes nach der ersten Selektion die verbesserten AP (Pool Saatgut 2012) neben den Ausgangspopulationen 2011 und einer Referenzhybride angebaut. Dem Pool Saatgut 2012 lag eine einmalige positive Massenauslese zugrunde. Im Herbstanbau 2014 wurden zur Beurteilung des Zuchtfortschrittes nach der zweiten Selektion die ausgewählten EPN (Pool Saatgut 2013) neben den verbesserten AP (Pool Saatgut 2012) und einer Referenzhybride angebaut (Tabelle 12). Dem Pool Saatgut 2013 lag eine EPA gefolgt von einer positiven Massenauslese zugrunde. Die Anbauversuche umfassten jeweils zwei Feldwiederholungen mit 75 Pflanzen pro Parzelle. Neben den Pflanzen-, Laub- und Blumenbonituren (Seite 25) erfolgte sowohl eine Ertragsermittlung (Seite 32) wie auch eine beschreibende Geschmacksbonitur (Seite 32) roher und gekochter Proben.

Tabelle 12: Versuchsvarianten im Herbstsichtungsanbau 2013 und 2014.

Sichtungsanbau 2013	Sichtungsanbau 2014
AP 2011 beider Standorte	Pool Saatgut 2012 beider Standorte
Pool Saatgut 2012 beider Standorte	Pool Saatgut 2013 beider Standorte
Referenzhybride: <i>Batavia F1</i>	Referenzhybride: <i>Batavia F1</i>



Abbildung 7: Sichtungsanbau Herbst 2014 am Standort Bingenheim.

Vergleichsanbau

Im Frühjahr und Herbst 2015 fand jeweils ein Vergleichsanbau von zwölf aussichtsreichen Zuchtlinien nach der dritten Selektion parallel an beiden *On-farm*-Standorten statt. 2014er Zuchtlinien der AP *Balimo* (BAL), *Greenia*, *Micha* (MIC) und *Limba* waren vertreten (Tabelle 13). Bei den Zuchtlinien der AP *Coastal* und *Calabrese spät* wurde im Frühjahr 2015 der dritte Selektionsschritt durchgeführt. Ziel des Vergleichsanbaus 2015 war es, den dritten Selektionsschritt zu prüfen und Favoriten für den abschließenden Vergleichsanbau 2016 auszuwählen.

Tabelle 13: Zuchtlinien des Frühjahr- und Herbst-Vergleichsanbaus 2015 am Standort Bingenheim.

Referenzhybride	BAL-Zuchtlinien	GRE-Zuchtlinien	MIC-Zuchtlinien	LIM-Zuchtlinien
<i>Batavia F1</i>	BAL-A BAL-B	GRE-grau-blauer-Kopf GRE-grau GRE-A-früh GRE-gr-früh GRE-A-mittelspät GRE-A-niedrig GRE-hellgrau	MIC-II MIC-31	LIM-19-28

Der abschließende Vergleichsanbau wurde im Frühjahr und im Herbst 2016 in Bingenheim durchgeführt. Als zweiter Versuchsstandort wurde im Frühjahr 2016 ein Kultursaat-Zuchtbetrieb in Dietzenrode/Vatterode gewählt, im Herbst 2016 fand der Anbau in Wulfsdorf statt. Ziel des abschließenden Vergleichsanbaus war es, nach vierjähriger Züchtungsarbeit die interessantesten Zuchtlinien umfänglich zu prüfen und mit der jeweiligen AP im Hinblick auf erkennbare Zuchtfortschritte zu vergleichen. Neben den AP und der Referenzhybride wurden insgesamt 18 favorisierte Zuchtlinien (neun von jedem Züchter) angebaut. Die Zuchtlinien hatten aufgrund der teilweise aufgetretenen Verzögerung des Zuchtganges durch Saatgutgewinnung über Stecklingsanbau zwei bis vier Selektionszyklen durchlaufen (Tabelle 14). Die Jahreszahl am Ende der Zuchtlinien-Benennung bezieht sich auf das Jahr des letzten Selektionsschrittes. Die AP *Calabrese spät* keimte leider nicht mehr, sodass sie in keinem der vier Anbauversuche 2016 gepflanzt werden konnte.

Der Vergleichsanbau 2015 und 2016 umfasste jeweils zwei Wiederholungen mit 75 Pflanzen pro Parzelle. Neben den Pflanze-, Laub- und Blumebonituren (Seite 25) wurde sowohl eine umfassende Ertragsermittlung (Seite 32) durchgeführt als auch eine beschreibende Geschmacksbonitur (Seite 32) roher und gekochter Proben gemacht.

Tabelle 14: Zuchtlinienauswahl des abschließenden Vergleichsanbaus 2016.

Züchter	Zuchtlinien-Benennung	Anzahl Selektionsschritte innerhalb der Projektlaufzeit
	<i>Batavia F1</i>	Referenzhybride
Christina Henatsch, Wulfsdorf	BAL-2011	AP
	BAL-A-2015	3
	BAL-B-2015	3
	GRE-2011	AP
	GRE-A-aufrecht-2015	4
	GRE-A-niedrig-2015	4
	GRE-grau-2015	4
	GRE-hellgr-aufrecht-2015	4
	GRE-hellgr-niedrig-2015	4
	MIC-2011	AP
	MIC-blau-2014	3
	MIC-früh-2014	3
Thomas Heinze, Bingenheim	LIM-2011	AP
	LIM-19-28-2014	3
	LIM-20-68-2014	3
	LIM-23-33-2014	3
	COA-2011	AP
	COA-sp-21-6-2013	2
	COA-sp-21-7-2013	2
	COA-sp-23d-2SE-2013	2
	CAL-sp-bl-Mschg-2014	3
	CAL-sp-bl-6-2014	3
	CAL-sp-gr-Mschg-2014	3

Anbau und Pflege

Anbau- und Pflegemaßnahmen des Frühjahr-Vergleichsanbaus 2015 und 2016 wurde entsprechend dem Selektionsanbau durchgeführt (Seite 23). Die Arbeitsschritte des Sichtungs- (2013, 2014) und Vergleichsanbaus (2015, 2016) im Herbst sind Tabelle 15 zu entnehmen. Analog zum Frühjahrsanbau wurde wie im Frühjahr praxisüblich mit im Ökolandbau zugelassenen organischen Düngemitteln gedüngt.

Tabelle 15: Anbau und Pflege der Sichtungs- und Vergleichsanbaubestände im Herbst.

Zeitpunkt	Tätigkeit
Anfang Juli	Aussaat
Mitte Juli	Pikieren in 54er QuikPot-Platten, Anzucht
Anfang August	Pflanzung; 3-reihig, 45 cm Reihenabstand, 50 cm Abstand in der Reihe
	Netzabdeckung gegen Schädlinge (Kohldrehherzmücke, Kleiner und Großer Kohlweißling (<i>Pieris rapae</i> und <i>P. brassicae</i>), Kohleule (<i>Mamestra brassicae</i>))
	Tröpfchenbewässerung nach Bedarf
	Pflege mit Rad- und Handhacke (1-2x)
Oktober	Bonitur und Sensorik

Ertragsermittlung

Für die Ertragsermittlung wurden über einen Erntezeitraum von circa vier Wochen an circa sieben Erntetagen jeweils alle reifen Brokkoli-Blumen geschnitten. Der Reifegrad wurde anhand der Knospenentwicklung bestimmt. Kurz bevor die Knospen der Brokkoli-Blume begannen, locker zu werden und sich zu öffnen, wurde geerntet. Die Zahl vorhandener Frühblüher wurde notiert. Die Blumen wurden einzeln gewogen, der Blumendurchmesser gemessen und die Marktfähigkeit (Blumen ohne Mängel und mindestens 100 g schwer) bestimmt. Solche Blumen, die weniger als 100 g wogen, wurden als nicht marktfähig eingestuft, außerdem alle Blumen, die Mängel hinsichtlich der Blumenfestigkeit, -körnung, -farbe usw. aufwiesen. Unter den nicht marktfähigen Köpfen wurde eine Gruppe separat erhoben. Es handelte sich um Blumen, die mindestens 100 g wogen, äußerlich einwandfrei waren, jedoch einen Durchwuchs von Blättern zwischen der Blume aufwiesen. Diese wurden als bedingt marktfähig eingestuft, da sie sich unter Umständen bei Direktabsatz vermarkten lassen. Die erhobenen Ertragsmerkmale sind in Tabelle 16 aufgeführt.

Tabelle 16: Ertragsermittlung - erhobene Parameter je Brokkoli-Blume.

Erntezeitpunkt	Gewicht [g]	Durchmesser [cm]	Marktfähigkeit 1 = marktfähig 2 = nicht marktfähig 3 = Durchwuchs	Frühblüher (Anzahl der Frühblüher für einen Erntezeitpunkt)
----------------	-------------	------------------	--	--

Geschmacksbonitur

Für die Geschmacksbonitur wurde von jeder Variante eine Mischprobe aus fünf bis sieben Einzelblumen zusammengestellt. Dafür wurden von jeder Blume Brokkoli-Ästchen mit Knospen in kleine Stücke geschnitten und gut vermischt. Die eine Hälfte der Mischprobe wurde zur Roh-Verkostung verwendet, die andere Hälfte wurde in einer kleinen Menge Wasser 7 Minuten gekocht. An der Verkostung nahm jeweils der Züchter und mindestens eine weitere Person teil. Jede Variante wurde in zweifacher Wiederholung jeweils sowohl roh wie auch gekocht verblindet geschmackstestet. Die Boniturmerkmale Süße und Aroma wurden anhand der Boniturnoten 1 – 9 (geringe bis starke Ausprägung) erhoben. Zusätzlich beschrieben die Teilnehmer konkrete Geschmacksrichtungen wie kohlig, nussig, scharf, bitter usw. Abschließend wurden die beliebtesten Proben mit Plus-Zeichen markiert (Tabelle 17). Die Sensorik wurde gemeinsam und im gegenseitigen Austausch durchgeführt als sogenannte „offene, zielführende Humansensorik“ (Ulrich et al. 2004).

Tabelle 17: Geschmacksbonitur - erhobene Merkmale je Mischprobe.

Süße (Note 1 = keine Süße, Note 9 = sehr süß)	Aroma (1 = sehr wenig Aroma, 9 = sehr starkes Aroma)	Geschmacksbeschreibung (kohlig, nussig, buttrig, mild, ausgewogen, scharf, bitter,...)	Beliebtheit (+, ++, +++, ++++)
---	--	---	--------------------------------------

3.6 Wissensaustausch

Datum	Veranstaltung
Juni 2013	Züchtertreffen in Wulfsdorf, an dem auch interessierte Erwerbsanbauer teilnahmen.
07.10.2013	Workshop in Hohenheim mit beiden Projektpartnern, Erwerbsbauern, Händlern und Beratern. Vorstellung und Diskussion der Anbauergebnisse und der sensorischen Untersuchungen des Max-Rubner-Instituts
08.10.2014	Workshop in Bingenheim mit beiden Projektpartnern und Erwerbsanbauern. Untersuchungsergebnisse der Universität Hohenheim sowie Bonitur- und Sensorikergebnisse des Anbaus 2014 wurden vorgestellt.
29.09.2015	Workshop in Kleinhohenheim mit beiden Projektpartnern und Erwerbsanbauern. Anhand des Feldversuchsbestandes und mitgebrachter Brokkoli-Proben wurden die Erwartungen der Praktiker diskutiert. Mehrere Praktiker meldeten Interesse an Versuchssaatgut für das Anbaujahr 2016 an.
30.09.–03.10.2016	Der vom Verein Kultursaat angebotene Züchterfortbildungskurs besuchte den Zuchtstandort Wulfsdorf. Vorstellung des Brokkoli-Projektes mit Bonitur- und Sensorikübungen.

Abbildung 8:
Teilnehmer der Züchterfortbildung mit Züchterin Christina Henatsch (Mitte) im Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.



3.7 Kooperation mit Projektpartner

Datum	Tätigkeit/Veranstaltung
Juni 2012	Proben der Elite- und Superelite-Blumen der Selektionsbestände Bingenheim und Wulfsdorf wurden mit Kurierdienst auf Trockeneis nach Hohenheim geschickt. Die Elite- und Superelitepflanzen im Bingenheimer Selektionsbestand wurden von Mitarbeitern der Universität Hohenheim mittels Multiplex® gemessen.
01.10.2012	Projektpartnertreffen in Hohenheim. Erfahrungen wurden ausgetauscht und das weitere Vorgehen besprochen und abgestimmt.
Juni 2013	Proben der Elite- und Superelite-Blumen der Selektionsbestände Bingenheim und Wulfsdorf wurden mit Kurierdienst auf Trockeneis nach Hohenheim geschickt
07.10.2013	Siehe Seite 33
08.10.2014	Siehe Seite 33
29.09.2015	Siehe Seite 33
23.02.2017	Projektpartnertreffen in Hohenheim. Ergebnisse aus den Anbaujahren 2015 und 2016 der Projektverlängerung wurden gegenseitig vorgestellt und diskutiert.



Abbildung 9: Workshop mit Projektpartnern und Erwerbsanbauern im Herbst 2015 in Kleinhohenheim.

Alle Tätigkeiten des Projektpartners Universität Hohenheim innerhalb des Projektzeitraums 15.07.2011 bis 14.07.2014 wurden im Schlussbericht der Universität Hohenheim beschrieben und ausgewertet (Wolf et al. 2014). Die während der Projektverlängerung 01.07.2015 bis

31.05.2017 erhobene Ergebnisse des Teilprojektes „Bestimmung sekundärer, bioaktiver Inhaltsstoffe, Methodenentwicklung Sensortechnik, Sensorische Analysen“ der Universität Hohenheim sind in dem hier vorliegenden Bericht zusammenfassend dargestellt. Darüber hinaus wurden beziehungsweise von Seiten der Universität Hohenheim Doktor-, Master- und Bachelorarbeiten über Tätigkeiten innerhalb der Projektverlängerung verfasst.

Tätigkeiten der Universität Hohenheim innerhalb der Projektverlängerung 01.07.2015 - 31.05.2017

Am Versuchsstandort Kleinhohenheim wurden im Herbst 2015 und im Frühjahr 2016 Anbauversuche mit Zuchtlinien der Kultursaat-Züchter Christina Henatsch und Thomas Heinze durchgeführt. Bewusst waren Zuchtlinien von allen sechs AP vertreten (Tabelle 18). Zusätzlich wurden zwei Zuchtlinien des Vereins saat:gut (Linie 124 und Linie 701) und die bereits zugelassene Sorte *Calinaro* (Kultursaat) in die Untersuchungen einbezogen. Die Anbauprüfung erfolgte als Blockanlage mit 3 Feldwiederholungen, sodass eine statistische Datenauswertung möglich war. Es wurden agronomische Merkmale erhoben, Glucosinoltuntersuchungen durchgeführt und sensorische Tests gemacht (Tabelle 19).

Tabelle 18: Zuchtlinien, die 2015 und 2016 im Versuchsanbau der Universität Hohenheim geprüft wurden.

	Sorten/Zuchtlinien	Anbaujahr	Herkunft
Referenzsorten/Kontrolle	Hybriden		
	<i>Batavia F1</i>	2015/2016	Bejo
	<i>Marathon F1</i>	2015/2016	Hild samen GmbH
	Samenfest		
	<i>Miranda</i>	2015/2016	Moravoseed
Zuchtlinien	Samenfest		
	<i>AP Micha</i>		
	MIC-31	2015	Kultursaat
	MIC-blau	2016	Kultursaat
	<i>AP Balimo</i>		
	BAL-A	2015/2016	Kultursaat
	<i>AP Limba</i>		
	LIM-19-28	2015/2016	Kultursaat
	LIM-20-68	2015/2016	Kultursaat
	<i>AP Greenia</i>		
	GRE-A	2015/2016	Kultursaat
	GRE-grau	2015/2016	Kultursaat
	<i>AP Calabrese Natalino</i>		
	CAL-sp-bl-7	2015	Kultursaat
	CAL-sp-bl-Mschg	2016	Kultursaat
	<i>Calinaro</i>	2015/2016	Kultursaat
	<i>AP Coastal</i>		
	COA-41-1	2015	Kultursaat
	COA-38-6	2016	Kultursaat
Linie 124	2015/2016	Saat:gut	
Linie 701	2015/2016	Saat:gut	

Tabelle 19: Agronomische Merkmale, Glucosinolat-Untersuchungen und sensorische Tests, die im Versuchsanbau 2015 und 2016 an der Universität Hohenheim erhoben beziehungsweise durchgeführt wurden.

<p>Agronomische Merkmale</p>	<p>Frischmasse (g) Blumengewicht (g) Blumenform Durchmesser (cm) Anwesenheit von Hohlstrünkigkeit (%) Frischmasseernteindex (FWHI) = $\frac{100 \times \text{Blumenfrischmasse}}{\text{Blumenfrischmasse} + \text{Gewicht des Ernterückstandes}}$ Marktfähiger Ertrag (dt/ha) Anteil marktfähiger Köpfe (%)</p>	
<p>Glucosinolatgehalt</p>	<p>Indolische GSL: – Glucobrassicin (GBS), – Neoglucobrassicin (NGB) – 4-Methoxyglucobrassicin (4ME) Aliphatische GSL: – Glucoraphanin (GRA) – Glucosinigrin (GS) Glucoiberin (GI)</p>	
<p>Sensorische Tests</p>	<p>Beschreibender Test (2015) <i>Rangfolge der Intensität</i></p> <p>Gesamt – Farbe – Heterogenität (Form)</p> <p>Konsistenz/Mundgefühl – Körnigkeit – Festigkeit</p> <p>Geschmack – Süß – Bitter – Scharf – Kohlig</p> <p>+ Freie Charakterisierung</p>	<p>Hedonischer Test (2015/2016) <i>Beliebtheit, Kaufentscheidung</i></p> <p>Gesamt – Gesamtgeschmack – Erscheinungsbild</p> <p>Konsistenz/Mundgefühl – Körnigkeit – Festigkeit</p> <p>Geschmack – Süß – Bitter – Scharf – Kohlig</p> <p>+ Kaufentscheidung</p>

4 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Zuchtmethode Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften

Anhand der schematischen Abbildungen „Zuchtgang *Limba*“, „Zuchtgang *Coastal*“ und „Zuchtgang *Calabrese spät*“ ist der Zuchtverlauf der innerhalb der Projektlaufzeit entwickelten Zuchtlinien auf den folgenden Seiten beispielhaft dargestellt. Durch die numerische Benennung der Einzelpflanzen und deren Nachkommenschaften kann die züchterische Vorgehensweise der EPA nachvollzogen werden. Die Pfeile zeigen exemplarisch den konkreten Zuchtgang jeweils einer Linie (LIM-19-28, COA-sp-21-6, CAL-sp-40-2). In den gestrichelten Kästen sind die EPN der Selektionsbestände aufgelistet. Die Kästen mit durchgezogener Linie umfassen die selektierten Eliten und Supereliten (fett gedruckt), die in einer Gruppe gemeinsam zur Blüte gekommen sind.

4.1.1 Zuchtgang *Limba*

Im ersten Anbaujahr 2012 wurden aus der AP *Limba* Eliten und Supereliten selektiert, von welchen leider nur wenig Saatgut geerntet werden konnte. Aufgrund dieses Saatgutmangels waren die Bestandesgrößen der EPN im Selektionsanbau 2013 teilweise sehr begrenzt. Zur Abblüte wurden daher Selektionsgruppen aus Eliten und Supereliten mehrerer EPN gebildet. Obwohl es durch die gemeinsame Pollenwolke zu einer Durchmischung der Einzelpflanzen verschiedener Herkunft kam, waren die im dritten Selektionsjahr 2014 angebauten EPN auffallend unterscheidbar und gleichzeitig recht homogen in ihrer jeweiligen Charakteristik. Darüber hinaus fielen die LIM-Nachkommenschaften 2014 durch eine ertraglich vielversprechende Blumenbildung auf. Um diese interessante Vielfalt an Phänotypen aufzugreifen, wurden im dritten Selektionsschritt wesentlich mehr Zuchtlinien ausgewählt als ursprünglich vorgesehen. Da der Samenbau im selben Jahr nicht gelang, musste 2015 über Stecklingsanbau Saatgut gewonnen werden. Aus dem Zuchtgang *Limba* (Seite 38) resultierten nach zweimaliger EPA und anschließender positiver Massenauslese 19 Zuchtlinien, von denen drei (LIM-19-28-2014, LIM-20-68-2014, LIM-23-33-2014) im Vergleichsanbau 2016 intensiv geprüft wurden.

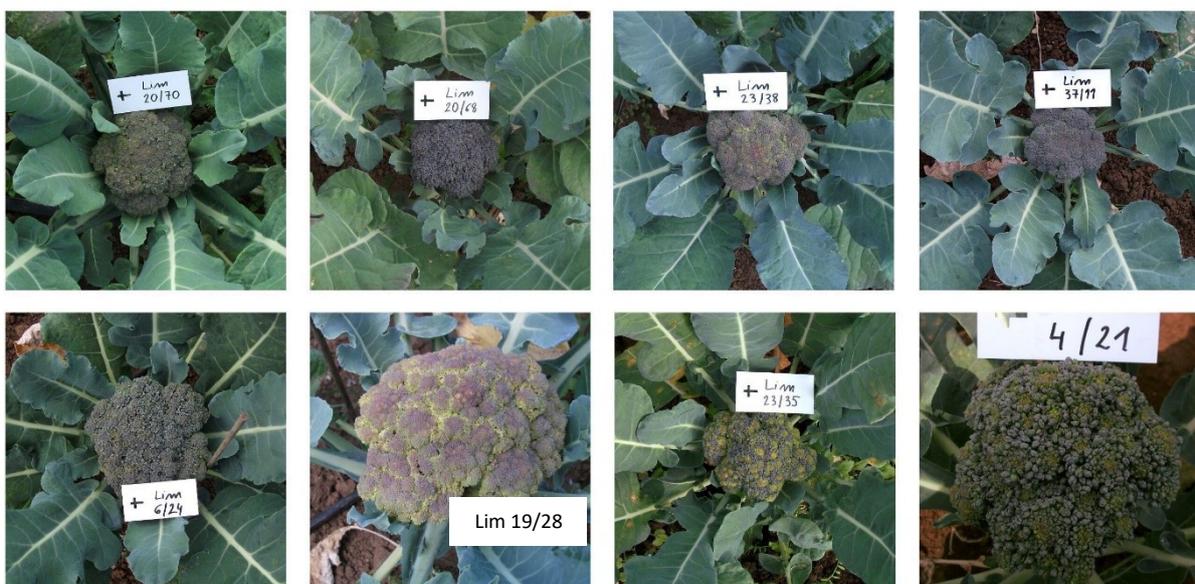
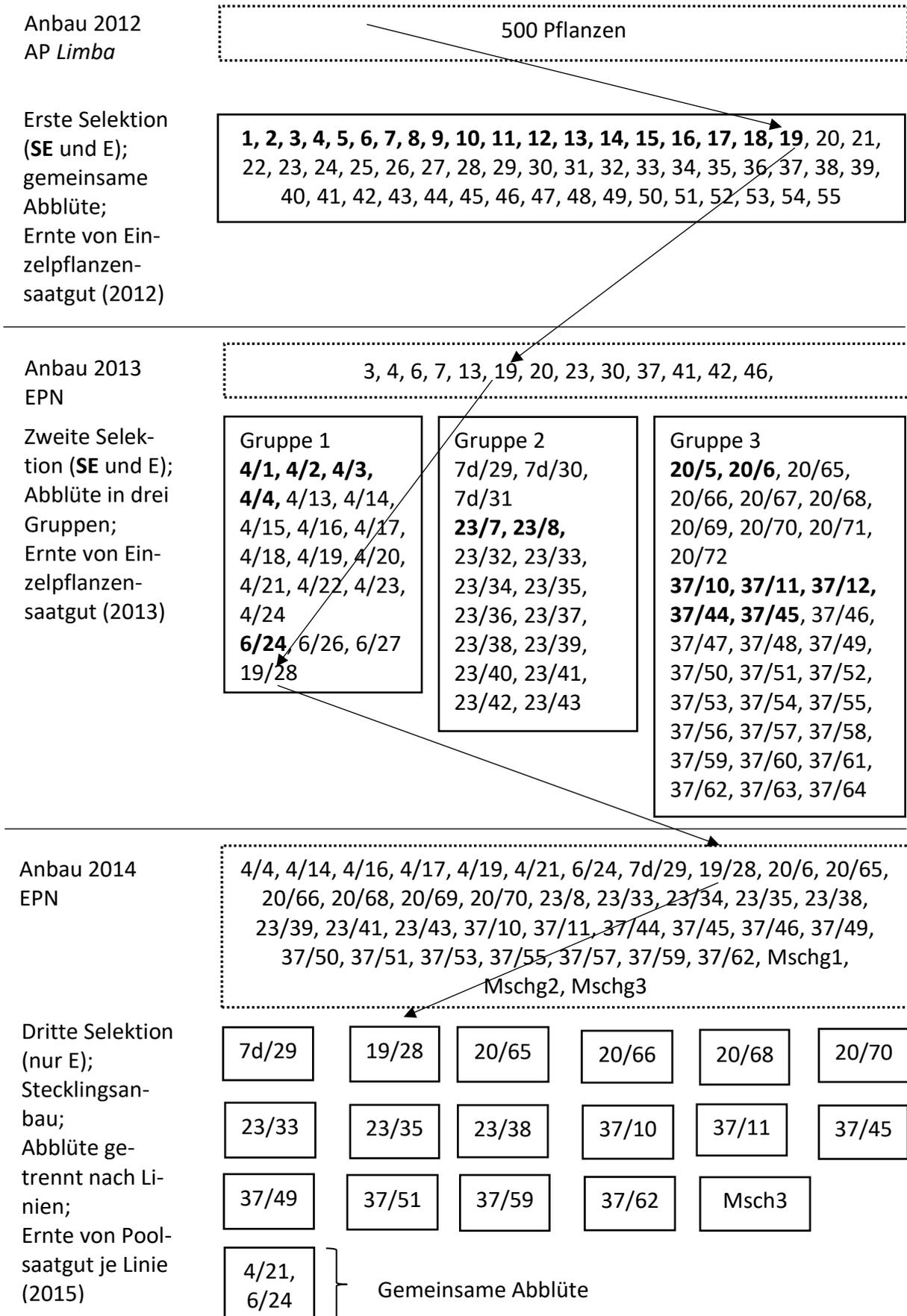


Abbildung 10: Beispielfähige Vielfalt innerhalb der LIM-Zuchtgruppe im Selektionsanbau 2014.

Zuchtgang Limba



4.1.2 Zuchtgang *Coastal*

Im Zuchtgang *Coastal* wurden im ersten Selektionsjahr 2012 aus der AP Eliten und Supereliten selektiert. Von diesen Einzelpflanzen konnte nicht genügend Saatgut geerntet werden, sodass die Bestandesgrößen der EPN im zweiten Selektionsjahr 2013 geringer waren als vorgesehen. Zur Abblüte wurden daher Selektionsgruppen aus Eliten und Supereliten unterschiedlicher EPN gebildet. Die Gruppierung fand nach früher und später Reifezeit statt. Aufgrund von erneut sehr schlechtem Samenansatz wurden Abreißer genommen und daraus im Jahr 2014 über Stecklinge Saatgut gewonnen. Im dritten Selektionsjahr 2015 zeigten sich keine sehr deutlichen Unterschiede zwischen den EPN. Aus der frühen Reifegruppe wurden drei und aus der späten Reifegruppe vier Zuchtlinien selektiert. Auch von diesen musste über Stecklingsanbau Saatgut gewonnen werden, welches 2016 in Form von Poolsaatgut geerntet wurde. Nach zweimaliger EPA und anschließender positiver Massenauslese standen zum Projektende vom Zuchtgang *Coastal* (Seite 40) sieben Zuchtlinien zur Verfügung. Durch die zweimalige Verzögerung des Samenbaus musste für den Vergleichsanbau 2016 auf Saatgut nach der zweiten Selektion 2013 zurückgegriffen werden. Es wurden drei Zuchtlinien (COA-sp-21-6-2013, COA-sp-21-7-2013, COA-sp-23d-2-2013) aus der späten Reifegruppe gewählt, die in der Nachkommenschaftsprüfung im Selektionsanbau 2015 besonders positiv aufgefallen waren.



Abbildung 11: Bestände zweier COA-Zuchtlinien im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.

Zuchtgang Coastal

Anbau 2012
AP Coastal

500 Pflanzen

Erste Selektion (SE und E);
gemeinsame Abblüte;
Ernte von Einzelpflanzen-saatgut (2012)

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53

Anbau 2013
EPN

1, 2, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 20, 21, 23, 24, 27, 38, 41, 44, 46, 50

Zweite Selektion (SE und E);
Stecklingsanbau;
Abblüte in zwei Gruppen;
Ernte von Einzelpflanzen-saatgut (2014)

Frühe Reifegruppe
1/3, 1/5, 1/7
2/2, 2/4, 2/5
7/1
8d/2, 8d/3
13d/1, 13d/3, 13d/4, 13d/6, 13d/8
15/5, 15/6, 15/8
21/9
23d/1, 23d/4, **23d/5**
27/3, 27/6
38/8, 38/9
41/1, 44/2, 44/8
50/1, 50/6, 50/8

Späte Reifegruppe
1/4, 1/6
13d/2, 13d/5
14/1, **14/4, 14/6**
15/1, 15/3, 15/4, **15/9**
21/1, 21/2, 21/4, **21/6, 21/7, 21/8**
23d/2, 23d/3, 23d/6, 23d/7, 23d/9
27/1, 27/2, 27/4, 27/5, 27/8
38/1, 38/2, 38/3, 38/4, 38/5, 38/6, 38/7
41/2, 41/4
44/3, 44/4, 44/5, **44/9**
50/2, **50/3, 50/4, 50/7, 50/9, 50/11**

Anbau 2015
EPN

2/2, 13d/1, 15/5, 15/9, 21/6, 21/7, 23d/2, 23d/5, 27/1, 27/3, 38/1, 38/4, 44/1, 44/2, 50/3, Mschg1, Mschg2

Dritte Selektion (nur E);
Stecklingsanbau;
Ernte von Pool-saatgut je Linie (2016)

21/6 23d/2 38/4 21/7 13/d1, 23d/5, 44/2

Abblüte getrennt nach Linien

Gemeinsame Abblüte

4.1.3 Zuchtgang *Calabrese spät*

Im ersten Selektionsjahr 2012 wurden aus der AP *Calabrese spät* Eliten und Supereliten selektiert. Der Samenbau verlief deutlich erfolgreicher als bei den Zuchtgängen *Limba* und *Coastal*. Somit konnten im zweiten Selektionsschritt zur Abblüte vier Gruppen aus Eliten und Supereliten gebildet werden, die wie vorgesehen jeweils einer EPN entstammten. Die fünfte Selektionsgruppe war eine Mischgruppe; lediglich von Gruppe 5 gelang der Samenbau im selben Jahr. Von den Gruppen 1-4 wurde das Einzelpflanzensaatgut 2014 über Stecklinge gewonnen. Im Selektionsbestand 2014 waren dadurch nur EPN der Gruppe 5 vertreten. Weil sich zwischen den EPN der Gruppe 5 keine starken und typischen Unterschiede zeigten und die einzelnen Nachkommenschaften in sich noch relativ heterogen waren, wurden zwei neue Selektionsgruppen zur Abblüte gebildet. Ziel war es, die Homogenität innerhalb der Zuchtlinien und die Differenzierung zwischen den Zuchtlinien zu verbessern. Die Selektion wurde nach dem Merkmal Blumenfarbe in eine blaue und eine graue Gruppe durchgeführt. 2015 wurden sowohl die EPN aus 2013 für den dritten Selektionsschritt als auch die EPN aus 2014 für den vierten Selektionsschritt angebaut. Der Samenbau dieser Selektion musste über Stecklingsanbau 2016 durchgeführt werden. Zum Projektende resultierten aus dem Zuchtgang *Calabrese spät* (Seite 42) vier Zuchtlinien nach zweimaliger EPA und anschließender positiver Massenauslese und vier Zuchtlinien nach dreimaliger EPA und anschließender positiver Massenauslese. Durch die Verzögerung des Samenbaus musste für die intensive Prüfung der Favoriten im Vergleichsanbau 2016 auf 2014-er Saatgut der Gruppe 5 zurückgegriffen werden. Dazu wurden die Zuchtlinien CAL-sp-bl-Mschg-2014, CAL-sp-bl-6-2014 und CAL-sp-gr-Mschg-2014 gewählt.



Abbildung 12: Superelitepflanze der Zuchtgruppe CAL-sp-bl im Selektionsjahr 2015.

Abbildung 13: Elitepflanze der Selektionsgruppe CAL-sp-gr im Selektionsjahr 2015.



Zuchtgang *Calabrese spät*

Anbau 2012
AP *Calabrese spät*

500 Pflanzen

Erste Selektion (SE und E);
gemeinsame Abblüte;
Ernte von Einzelpflanzen-saatgut (2012)

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52

Anbau 2013
EPN

3, 4, 5, 9, 10, 12, 13, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 35, 40, 42, 44, 47, Mschg1

Zweite Selektion (SE und E);
Gruppe 1 bis 4 Stecklingsanbau;
Abblüte in 5 Gruppen;
Ernte von Einzelpflanzen-saatgut (2013 Gr.5, 2014 Gr.1-4)

<p>Gruppe 1 21/1, 21/2, 21/3, 21/4, 21/5, 21/6, 21/7, 21/8, 21/9, 21/10, 21/11, 21/12, 21/13, 21/14, 21/15, 21/16, 21/17, 21/18, 21/19, 21/20, 21/21, 21/22, 21/23, 21/24, 21/25,</p>	<p>Gruppe 2 22/1, 22/2, 22/3, 22/4, 22/5, 22/6, 22/7, 22/8, 22/9, 22/10, 22/11, 22/12, 22/13, 22/14, 22/15, 22/16, 22/17, 22/18, 22/19, 22/20</p>	<p>Gruppe 3 40/1, 40/2, 40/3, 40/4, 40/5, 40/6, 40/7, 40/8, 40/9, 40/10, 40/11, 40/12, 40/13, 40/14, 40/15, 40/16, 40/17, 40/18, 40/19, 40/20, 40/21, 40/22, 40/23, 40/24, 40/25, 40/26, 40/27, 40/28, 40/29, 40/30, 40/31, 40/32, 40/33, 40/34, 40/35, 40/36, 40/37, 40/38, 40/39</p>
--	--	---

<p>Gruppe 4 47/1, 47/2, 47/3, 47/4, 47/5, 47/6, 47/7, 47/8, 47/9, 47/10, 47/11, 47/12, 47/13, 47/14, 47/15, 47/16, 47/17, 47/18, 47/19, 47/20, 47/21, 47/22, 47/23, 47/24, 47/25, 47/26, 47/27, 47/28, 47/29, 47/30, 47/31, 47/32, 47/33, 47/34, 47/35,</p>	<p>Gruppe 5 13/1, 13/2 17/1, 17/2, 17/4, 17/5 24/1, 24/2, 24/3 25/1 30/1, 30/2, 30/3, 30/4, 30/5, 30/6 35/1, 35/2 42/1, 42/3, 42/4, 42/6 44/1, 44/2, 44/3, 44/4, 44/5, 44/6, 44/7, 44/8 Mschg1/1, Mschg1/2, Mschg1/3, Mschg1/4, Mschg1/5, Mschg1/6, Mschg1/7, Mschg1/8,</p>
--	--

Bitte wenden

Anbau 2014
EPN Gruppe 5

13/1, 13/2, 17/1, 17/4, 44/4, 44/7, Mschg1/1, Mschg2

Dritte Selektion
(nur E);
Abblüte in zwei
Gruppen;
Ernte von Einzelpflanzen-
saatgut (2014)

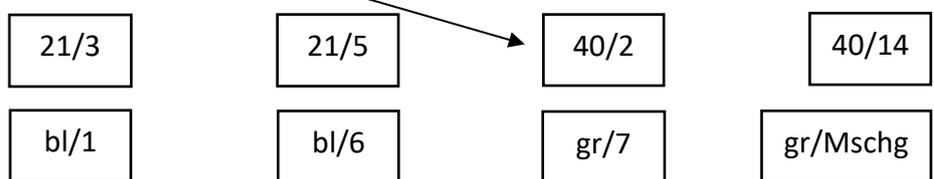
Blaue Köpfe
bl/1, bl/2, bl/3, bl/4, bl/5,
bl/6, bl/7, bl/Mischg

Graue Köpfe
gr/1, gr/2, gr/3, gr/4, gr/5,
gr/6, gr/7, gr/Mischg

Anbau 2015
EPN

21/1, 21/3, 21/5, 21/20, 21/25, 21/Mschg, 22/7, 22/9, 22/Mschg,
40/2, 40/6, 40/7, 40/14, 40/Mschg, 47/1, 47/3, 47/33, bl/1, bl/2,
bl/6, bl/Mschg, gr/5, gr/7, gr/Mschg,

Dritte (Gr. 1+3)
bzw. vierte Se-
lektion (Gr. 5)
(nur E);
Stecklingsan-
bau;
Abblüte ge-
trennt nach Li-
nien;
Ernte von
Poolsaatgut je
Linie (2016)



4.2 Ergebnisse aus dem Stecklingsanbau

In Tabelle 20 sind die Saatguterntemengen aus Samenbau im direkten Anschluss an die Selektion neben Saatguterntemengen aus Samenbau über Stecklingsanbau im Folgejahr der Selektion vergleichend am Beispiel zweier COA-Selektionen dargestellt. Im linken Tabellenteil sind alle im ersten Selektionsschritt 2012 ausgewählten Elite- und Superelitepflanzen aufgelistet mit den jeweiligen Saatguterntemengen in Korn, die im Herbst nach der Selektion gewonnen wurden. Im Jahr 2012 konnten lediglich 34 % der selektierten Pflanzen beerntet werden. Die Erntemenge lag zwischen 50 und 250 Korn pro Elite- beziehungsweise Superelitepflanze. In der rechten Tabellenhälfte sind die im zweiten Selektionsschritt 2013 ausgewählten Elite- und Superelitepflanzen der Selektionsgruppe „spät“ aufgelistet. Zum einen ist die Anzahl Stecklinge aufgeführt, die je Elite- beziehungsweise Superelitepflanze genommen wurden, und bei denen eine Bewurzelung stattgefunden hat. Zum anderen sind die Saatguterntemengen in Selektionsfortschritts) lag mit 94 % jedoch sehr hoch. Mit durchschnittlich 1.577 Korn pro Stecklingsgruppe war die Erntemenge mehr als verzehnfacht gegenüber der Ernte 2012, bei der durchschnittlich 131 Korn je Elite- beziehungsweise Superelitepflanze geerntet wurden.

Tabelle 20: Vergleich der Saatguterntemengen aus Samenbau im Jahr der Selektion (links) und aus Samenbau über Stecklingsanbau im Folgejahr (rechts) am Beispiel von zwei COA-Selektionen. Die Erntemengen beziehen sich auf je eine Elite-/Superelitepflanze beziehungsweise auf alle Stecklinge einer Elite-/Superelitepflanze.

Erste Selektion 2012		Zweite Selektion 2013		
Elite- und Superelitepflanzen	Saatguterntemenge (Korn)	Elite- und Superelitepflanzen (Selektionsgruppe „spät“)	Anzahl Stecklinge (Stk.)	Saatguterntemenge nach Stecklingsanbau (Korn)
COA 1 SE	75	COA sp 1/4	3	360
COA 2 SE	75	COA sp 1/6	3	2.250
COA 3 SE	0	COA sp 2/1	3	5
COA 4 SE	0	COA sp 13d/2 SE	1	0
COA 5 SE	0	COA sp 13d/5	3	70
COA 6 SE	0	COA sp 14/1	3	2.256
COA 7 SE	50	COA sp 14/4	1	1.350
COA 8d SE	150	COA sp 14/4 SE	4	250
COA 9 SE	50	COA sp 14/6 SE	3	4.800
COA 10 SE	0	COA sp 15/1	2	3.600
COA 11 SE	0	COA sp 15/3	2	1.640
COA 12 SE	0	COA sp 15/4	5	2.810
COA 13d SE	50	COA sp 15/9 SE	4	1.500
COA 14 SE	250	COA sp 21/1	3	80
COA 15 E	200	COA sp 21/2	5	90
COA 16 E	0	COA sp 21/4	5	1.200
COA 17 E	0	COA sp 21/6 SE grün	2	1.875
COA 18 E	0	COA sp 21/7 SE	5	2.930
COA 19 E	0	COA sp 21/8 SE	3	60
COA 20 E	200	COA sp 23d/2 SE	6	690
COA 21 E	200	COA sp 23d/3	5	2.580
COA 22 E	0	COA sp 23d/6	3	880
COA 23d E	100	COA sp 23d/7	3	1.550
COA 24 E	100	COA sp 23d/9	6	246
COA 25 E	0	COA sp 27/1 SE grün	6	1.890
COA 26 E	0	COA sp 27/2	2	0
COA 27 E	150	COA sp 27/4	4	3.300
COA 28 E	0	COA sp 27/5	4	670
COA 29 E	0	COA sp 27/8	2	415
COA 31 E	0	COA sp 38/1 SE grün	3	150
COA 32 E	0	COA sp 38/2	4	1.450
COA 33 E	0	COA sp 38/3	3	1.650
COA 34 E	0	COA sp 38/4 SE	4	360
COA 35 E	0	COA sp 38/5	5	3.105
COA 36 E	0	COA sp 38/6 SE	6	9.095
COA 37 E	0	COA sp 38/7	5	3.620
COA 38 E	150	COA sp 41/2 SE	2	200
COA 39 E	0	COA sp 41/4	2	0
COA 40 E	0	COA sp 44/3	3	3.600
COA 41 E	150	COA sp 44/4	5	450
COA 42 E	0	COA sp 44/5	5	1.840
COA 43 E	0	COA sp 44/9 SE	3	80
COA 44 E	100	COA sp 50/2	3	220
COA 45 E	0	COA sp 50/3 SE	4	400
COA 46 E	150	COA sp 50/4	2	135

Erste Selektion 2012	
Elite- und Superelitepflanzen	Saatgutermenge (Korn)
COA 47 E	0
COA 48 E	0
COA 49 E	0
COA 50 E	150
COA 51 E	0
COA 52 E	0
COA 53 E	0
∅ Anzahl Korn	130,5
Anteil erfolgreicher Saatgutgewinnung (%)	34

Zweite Selektion 2013		
Elite- und Superelitepflanzen (Selektionsgruppe „spät“)	Anzahl Stecklinge (Stk.)	Saatgutermenge nach Stecklingsanbau (Korn)
COA sp 50/7	2	1.000
COA sp 50/9	2	200
COA sp 50/11	6	4.050
		1.577
		93,7

4.3 Ergebnisse aus dem Prüfanbau

Der Prüfanbau fand parallel zum Selektionsanbau statt. Ziel war die Prüfung, ob die im Projekt vorrangig verwendete Zuchtmethod EPA im Vergleich zur positiven Massenauslese zu einer Beschleunigung des Zuchtfortschrittes führt, besonders in Bezug auf das Merkmal Einheitlichkeit. Aufgrund immer wieder auftretenden Saatgutmangels konnte der Prüfanbau nur eingeschränkt umgesetzt werden. Wenn möglich wurde neben den EPN das Poolsaatgut der gleichen Herkunft angebaut und hinsichtlich des Merkmals Einheitlichkeit verglichen. Die Bonitur der Einheitlichkeit bezog sich auf den Eindruck des Gesamtbestandes, nicht auf ein spezielles Merkmal.

Abbildung 14 zeigt die Boniturergebnisse des Merkmals Einheitlichkeit im Selektionsbestand 2014 von 16 LIM-EPN, einer LIM-Mischung (Poolsaatgut) und der Referenzhybride *Batavia F1*. Die Hybride war mit Note 9 (maximale Ausprägungsstufe) sehr einheitlich eingestuft und lag damit deutlich über den Zuchtlinien. Vier EPN lagen mit Note 5 im mittleren Einheitlichkeitsbereich. Als größte Gruppe lagen sieben EPN mit Note 6 und 7 im hohen Bereich. Fünf von 16 EPN lagen mit Note 2 und 3 im sehr niedrigen bis niedrigen Bereich. Die LIM-Mschg-3 wurde mit Note vier als wenig einheitlich eingestuft und lag in der Bewertung niedriger als zwei Drittel der EPN.

Die Boniturergebnisse des Merkmals Einheitlichkeit im Selektionsbestand 2015 von EPN und je einer Mischung (Poolsaatgut) aus zwei COA-Selektionsgruppen sind in Abbildung 15 dargestellt. In der Gruppe COA-fr lagen 3 EPN mit Note 4 im niedrigen Einheitlichkeitsbereich. Drei EPN wurden mit Note 5 und 5,5 im mittleren Bereich eingestuft und eine EPN lag mit Note 6 im hohen Einheitlichkeitsbereich. COA-fr-Mschg lag mit Note 3 im niedrigen Bereich und hatte im Vergleich zu den sieben EPN die geringste Einheitlichkeit. In der Gruppe COA-sp lagen 4 von 8 EPN mit Note 6 bis 7,5 im hohen Einheitlichkeitsbereich. Drei EPN wurden mit Note 4,5 und 5 im mittleren Bereich eingestuft und eine EPN hatte mit Note 3 eine geringe Einheitlichkeit. COA-sp-Mschg war im Vergleich zu den EPN mit Note 2 die am niedrigsten eingestufte Variante.

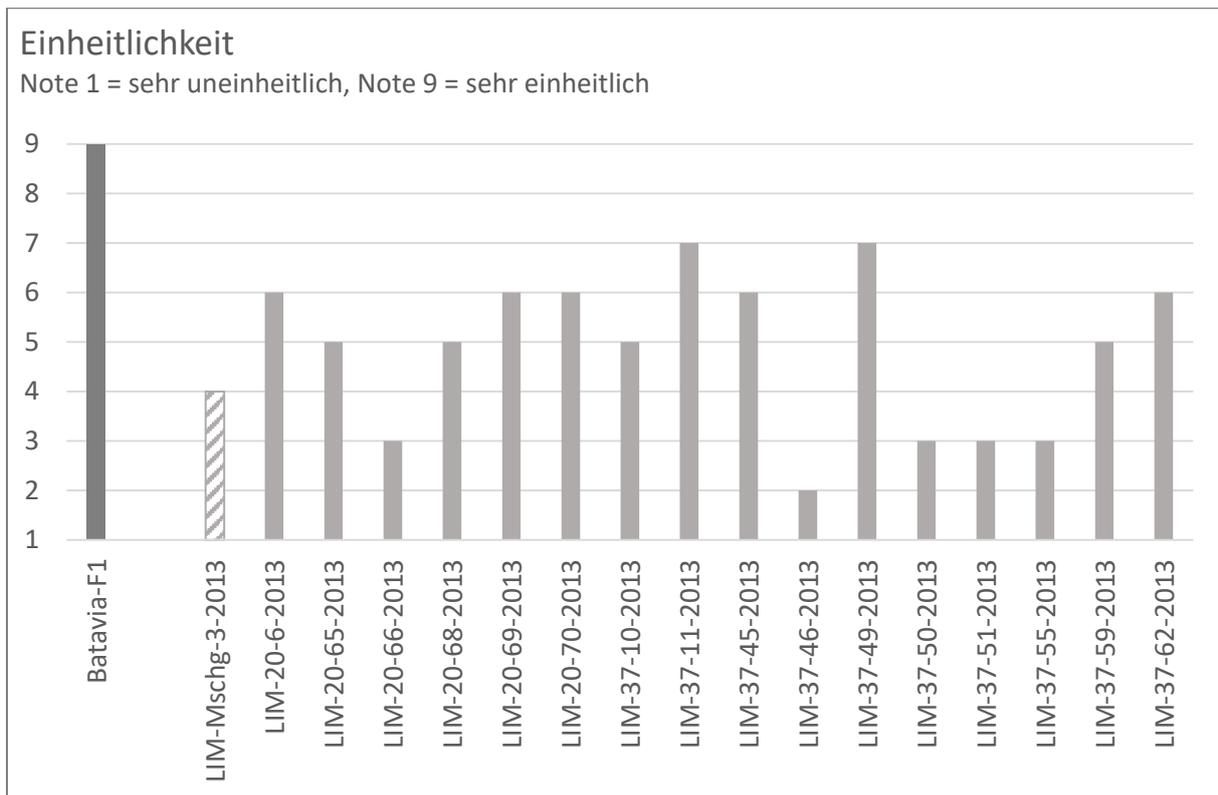


Abbildung 14: Prüfanbau mit LIM-Zuchtlinien innerhalb des Selektionsbestandes 2014 am Standort Bingenheim.

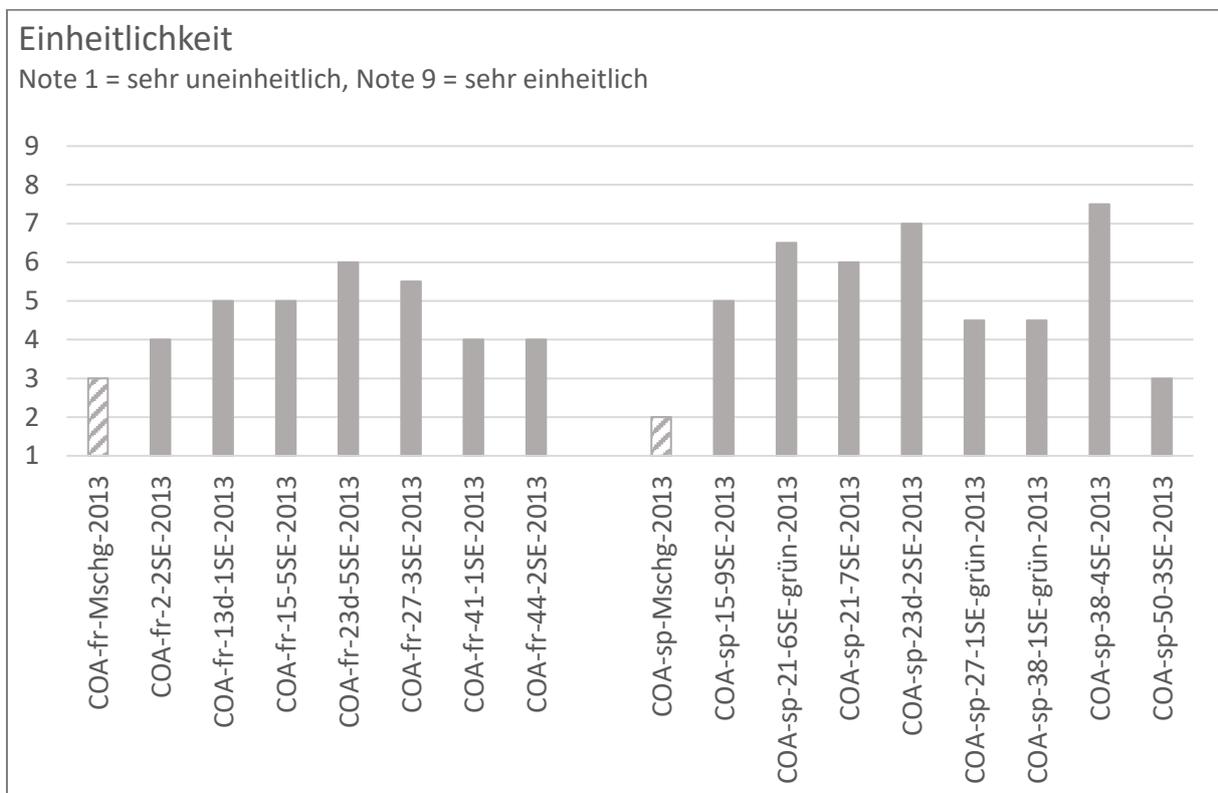


Abbildung 15: Prüfanbau mit COA-Zuchtlinien innerhalb des Selektionsbestandes 2015 am Standort Bingenheim.

Abbildung 16 visualisiert die Boniturergebnisse des Merkmals Einheitlichkeit im Selektionsbestand 2015 von EPN und je einer Mischung (Poolsaatgut) aus drei CAL-sp-Selektionsgruppen. In der Gruppe CAL-sp-bl (links) lagen die EPN mit Note 5 bis 6,5 im mittleren bis hohen Einheitlichkeitsbereich. Die Vergleichsvariante CAL-sp-bl-Mschg wurde mit Note 4 niedrig eingestuft und war weniger einheitlich als die verglichenen EPN. In der Gruppe CAL-sp-gr (mitte) gab es nur von einer EPN Erhebungen bezüglich der Einheitlichkeit. Mit Note 3 lag die EPN im niedrigen Einheitlichkeitsbereich und unterhalb der Mischung, die mit Note 4,5 im mittleren Bereich eingestuft war. In der Gruppe CAL-sp-40 (rechts) wurden zwei EPN mit Note 5,5 im mittleren Einheitlichkeitsbereich eingestuft und zwei EPN mit Note 7 im hohen Bereich. CAL-sp-40-Mschg wurde mit Note 5,5 im mittleren Bereich eingestuft und lag damit unterhalb beziehungsweise auf gleichem Einheitlichkeitsniveau wie die EPN.

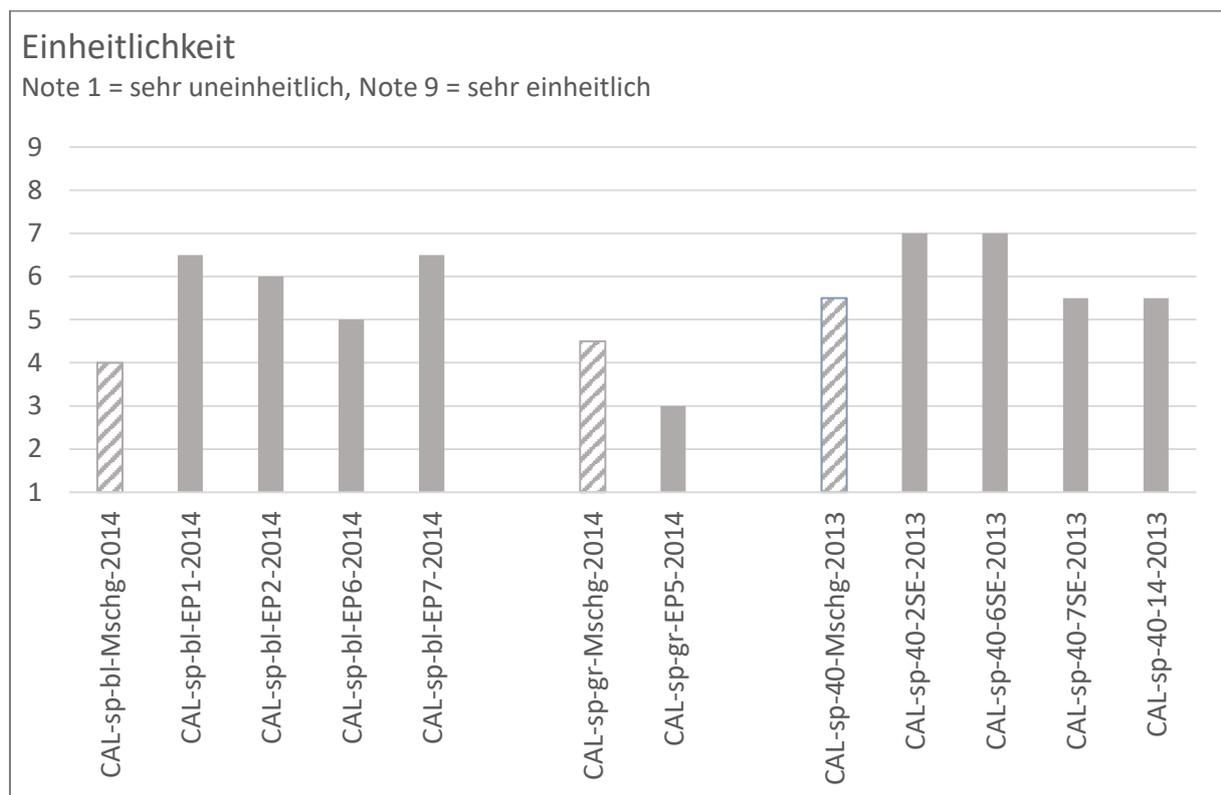


Abbildung 16: Prüfanbau mit CAL-sp-Zuchtlinien innerhalb des Selektionsbestandes 2015 am Standort Bingenheim.

4.4 Ergebnisse aus dem Vergleichsanbau 2016

Im Vergleichsanbau 2016 wurden im Frühjahr und im Herbst an jeweils zwei Standorten 18 (zweimal neun) während der Projektlaufzeit entwickelte, interessante Zuchtlinien der am Projekt beteiligten Züchter Christina Henatsch und Thomas Heinze umfassend geprüft. Von jeder der sechs AP waren mindestens zwei Zuchtlinien vertreten. Neben den Zuchtlinien wurde die jeweilige AP (mit Ausnahme von CAL-sp-2011, die leider nicht mehr keimte) angebaut, um den in der Projektlaufzeit erzielten Zuchtfortschritt zu überprüfen. Im Folgenden sind von jedem Vergleichsanbau agronomisch, züchterisch und sensorisch relevante Untersuchungsergebnisse aufgeführt.

4.4.1 Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim

Ernteverlauf

Abbildung 17 zeigt den Ernteverlauf im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim. Dem Diagramm liegt die Ertragsermittlung der marktfähigen (> 100 g) Blumen an den jeweiligen Ernteterminen zugrunde. Eine Säule entspricht 100 % des Ertrages der jeweiligen Versuchsvariante. An der Segmentierung der Säulen in sieben Abschnitten entsprechend der Teilernten sind die Spanne und der Zeitpunkt (früh, spät) des Haupterntefensters abzulesen.

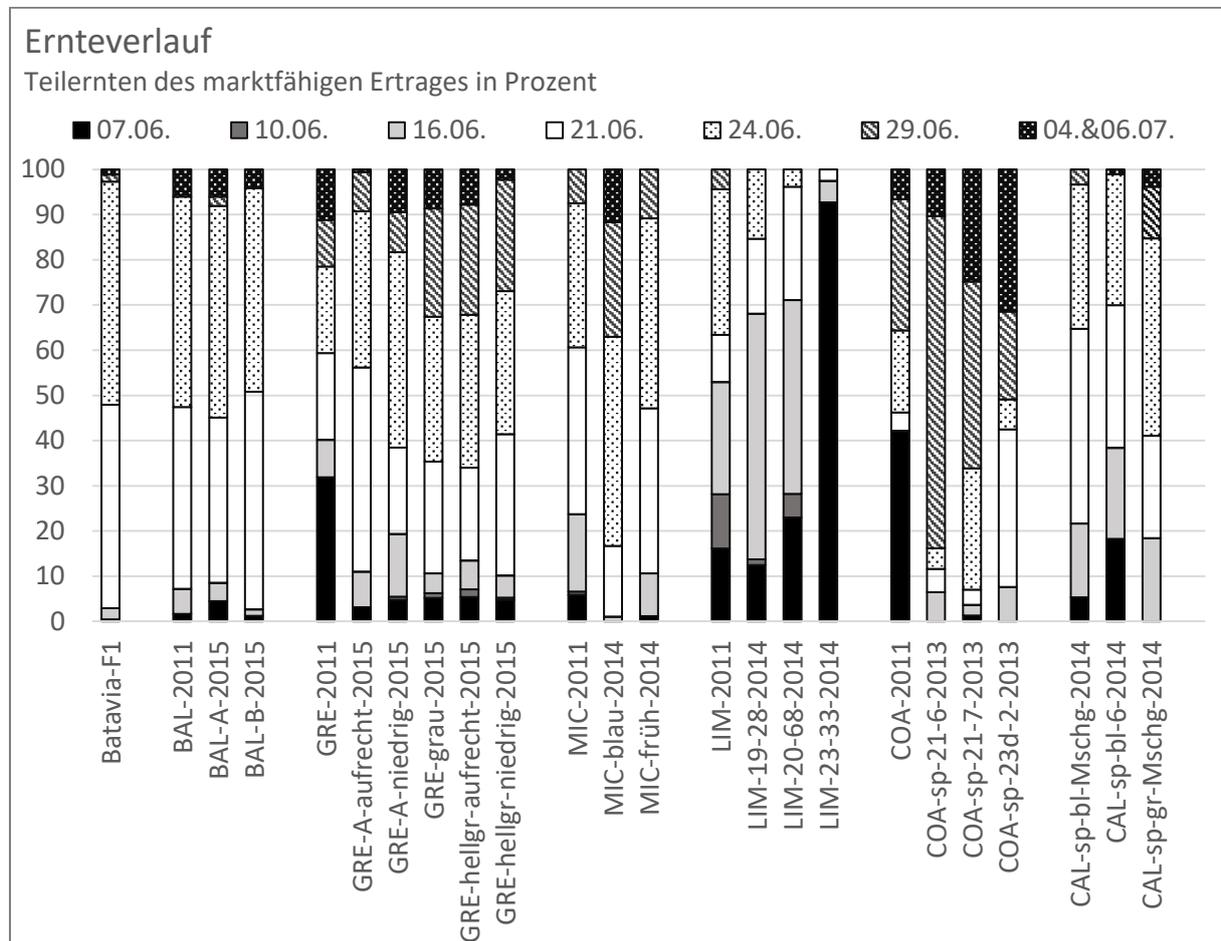


Abbildung 17: Ernteverlauf im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.

Die Haupternte der Referenzhybride *Batavia F1* zog sich über die zwei mittleren Teilernten und war weder besonders früh noch spät; innerhalb dieser zwei Termine wurde bei der Hybride mehr als 90 % der Ernte vollzogen. Die AP BAL-2011 und die beiden BAL-Zuchtlinien ähnelten sich im Ernteverlauf mit *Batavia F1*. Der Unterschied zwischen der AP und den Zuchtlinien war sehr gering, wobei sich bei BAL-A-2015 der Erntezeitraum leicht verlängerte und bei BAL-B-2015 eher verkürzte. In der GRE-Gruppe fiel die AP GRE-2011 mit einem vergleichsweise frühen Erntebeginn und einem langen Ernteverlauf über den gesamten Erntezeitraum auf. Die GRE-Zuchtlinien hatten ihr Haupterntefenster an zwei bis drei Ernteterminen und lagen im mittleren bis späten Bereich. GRE-A-aufrecht-2015 hatte das kürzeste Erntefenster über zwei Teilernten im mittleren Bereich und GRE-grau-2015 und GRE-hellgr-aufrecht-2015 zeigten einen etwas längeren und zeitlich später liegenden Ernteverlauf. In der MIC-Gruppe war die AP die früheste. Die Zuchtlinie MIC-blau-2014 hingegen fiel durch eine späte Ernte in der zweiten Hälfte des Erntezeitraumes auf. Die LIM-Gruppe war mit Abstand die früheste aller Zuchtgruppen. Die Ausgangspopulation LIM-2011 hatte innerhalb der Gruppe den längsten Ernteverlauf und die Zuchtlinie LIM-23-33-2014 war unter diesen Bedingungen als

Extrem bereits zum ersten Erntetermin über 90 % abgeerntet. Die AP COA-2011 war ebenfalls sehr früh mit 40 % der Ernte zum ersten Termin. Die gesamte Ernte zog sich jedoch bis zur letzten Teilernte. Die COA-Zuchtlinien hingegen hatten den spätesten Erntezeitraum im Vergleich aller Zuchtlinien, wobei COA-sp-21-6-2013 die späteste Linie mit der Haupternte an den letzten beiden Ernteterminen war. Die CAL-sp-Zuchtlinien lagen im mittelfrühen Bereich und hatten ihr Erntefenster an drei Ernteterminen. CAL-sp-bl-6-2014 war die früheste der drei Zuchtlinien und CAL-sp-gr-Mschg-2014 die späteste.

Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag

Über den zeitlichen Verlauf der Ernte hinaus ist auch die Betrachtung der Bildung marktfähiger und nicht marktfähiger Blumen anteilig am Gesamtertrag bedeutsam. Diese Verteilung ist in Abbildung 18 für den Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim zu sehen. Jede Säule des Diagramms entspricht dem Gesamtertrag einer Versuchsvariante. Die Anzahl Blumen der verschiedenen Gruppen „marktfähig“, „marktfähig mit Durchwuchs“, „nicht marktfähig“ und „Frühblüher“ sind prozentual angegeben. Als marktfähig zählen alle Pflanzen, die eine makellose Blume mit einem Gewicht von mindestens 100 g gebildet hatten. Der Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs kann als Zuchtpotenzial angesehen werden, da die Pflanzen bezüglich des Blumengewichtes bereits im marktfähigen Bereich lagen, jedoch (noch) das Makel „Blätter zwischen der Blume“ aufwiesen und daher nur bedingt marktfähig waren. Nicht marktfähig waren alle Blumen unter 100 g beziehungsweise Blumen mit für Brokkoli untypischen Merkmalen oder Schäden.

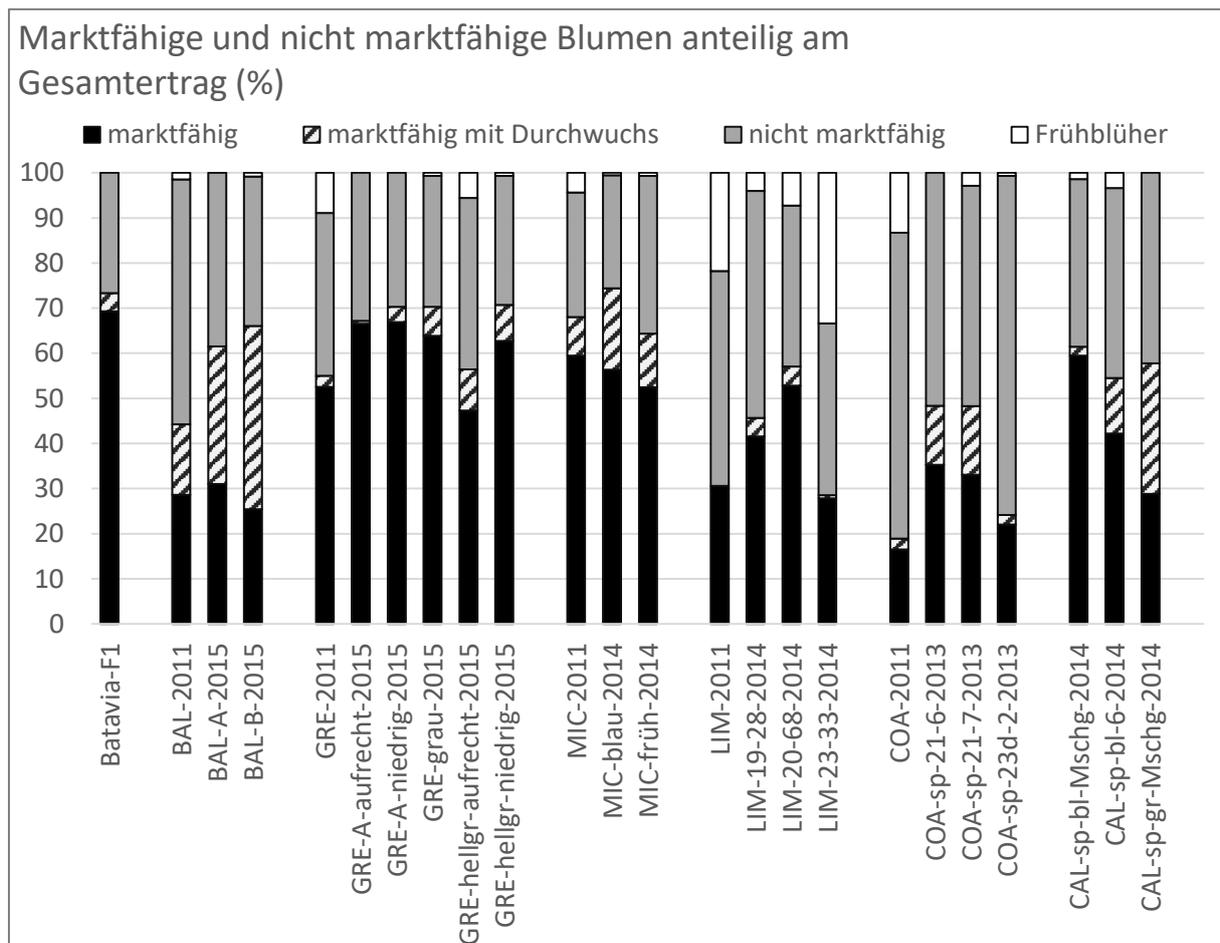


Abbildung 18: Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.

Mit knapp 70 % bildete die Referenzhybride *Batavia F1* anteilig die meisten marktfähigen Blumen. Der Anteil an Blumen mit Durchwuchs war mit 3,5 % gering und 26,5 % der Blumen waren nicht marktfähig. Frühblüher gab es keine. In der BAL-Gruppe bestand nahezu kein Unterschied in der Anzahl marktfähiger Blumen zwischen der AP BAL-2011 und den beiden Zuchtlinien. Der Anteil war mit 25 - 30 % sehr niedrig. Der Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs war mit 30 und 40 % bei den beiden Zuchtlinien deutlich höher gegenüber BAL-2011 und der höchste im Vergleich aller Zuchtlinien. Die GRE-Gruppe hatte im Vergleich aller Zuchtgruppen durchschnittlich den höchsten Anteil marktfähiger Blumen, der Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs war gering. Die Zuchtlinien GRE-A-aufrecht und GRE-A-niedrig reichten in der Anzahl marktfähiger Blumen fast an die Hybride heran. Vier der fünf GRE-Zuchtlinien lagen mit 63 bis 67 % deutlich über der AP GRE-2011, die einen Anteil marktfähiger Blumen von 52,5 % hatte. Bei allen GRE-Zuchtlinien war der Anteil Frühblüher im Vergleich zur GRE-2011 verringert. Die Zuchtlinie GRE-hellgr-aufrecht zeigte insgesamt keine Verbesserung bezüglich der genannten Kriterien und ähnelte GRE-2011. In der MIC-Gruppe sah man wenig Veränderung zwischen AP und Zuchtlinien. Der Anteil Frühblüher verringerte sich von 4 auf 0,5 %. Der Anteil marktfähiger Blumen nahm von 59,5 auf 52,5 % leicht ab, war jedoch im Vergleich aller Zuchtlinien auf einem mittleren bis hohen Niveau. Der Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs stieg von 8,5 % bei MIC-2011 auf 18 % bei MIC-blau-2014. MIC-blau-2014 hatte mit 25 % den geringsten Anteil nicht marktfähiger Blumen im Vergleich aller Zuchtlinien. Die LIM-Gruppe fiel durch den höchsten Anteil Frühblüher auf, wobei zwei der drei Zuchtlinien mit 4 und 7 % gegenüber LIM-2011 mit 22 % sichtbar verbessert waren. Die Zuchtlinie LIM-23-33-2014 hatte mit 33 % den höchsten Anteil Frühblüher unter allen Zuchtlinien. LIM-2011 hatte einen sehr geringen Anteil marktfähiger Blumen von 30,5 % und keine Blumen mit Durchwuchs. Zwei der drei LIM-Zuchtlinien waren deutlich verbessert mit einem Anteil marktfähiger Blumen von 41,5 und 53 % und einem geringen Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs. LIM-23-33-2014 hatte einen leicht niedrigeren Anteil marktfähiger Blumen als die AP. Die COA-Gruppe hatte gemeinsam mit der BAL-Gruppe mit durchschnittlich 28 % den geringsten Anteil marktfähiger Blumen. Der Anteil nicht marktfähiger Blumen war in der COA-Gruppe am höchsten mit bis zu 75 % bei der Zuchtlinie COA-sp-23d-2-2013. Zwischen der AP und den Zuchtlinien sah man in allen Kriterien eine Verbesserung. Der Anteil marktfähiger Blumen stieg von 16,5 auf bis zu 35 %. Der Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs nahm bei zwei Zuchtlinien deutlich zu und der Anteil Frühblüher sank von 13,5 auf 3 bis 0 %. Die drei CAL-sp-Zuchtlinien hatten einen ähnlichen Anteil nicht marktfähiger Blumen von 37 bis 42 %, unterschieden sich jedoch in der Marktfähigkeit stark voneinander. CAL-sp-bl-Mschg-2014 hatte innerhalb der CAL-sp-Gruppe den höchsten Anteil marktfähiger Blumen mit 59,5 % und lag im Vergleich aller Zuchtlinien auf einem hohen Niveau. Der Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs war gering. CAL-sp-bl-6-2014 hatte einen Anteil marktfähiger Blumen von 42% und 12 % marktfähige Blumen mit Durchwuchs. Deutlich darunter lag CAL-sp-gr-Mschg-2014 mit einem Anteil marktfähiger Blumen von 28 %, jedoch 29 % marktfähiger Blumen mit Durchwuchs. Die Anzahl Frühblüher war bei allen drei CAL-sp-Zuchtlinien gering bis null.

Marktfähiger Ertrag

In Abbildung 19 ist der marktfähige Ertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim dargestellt. Er wird in kg/100 Pflanzen angegeben. Marktfähige Blumen mit Durchwuchs wurden nicht berücksichtigt.

Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte mit 20,5 kg pro 100 Pflanzen (entsprechend 78 dt/ha) mit deutlichem Abstand den höchsten Ertrag aller Varianten. In der BAL-Gruppe gab es nahezu keinen ertraglichen Unterschied zwischen der AP und den beiden Zuchtlinien. Alle drei lagen

mit 6,5 bis 7 kg auf einem niedrigen Ertragsniveau. GRE war die ertragsstärkste Zuchtgruppe. Zwischen der AP, die bei gut 8 kg marktfähigem Ertrag lag, und den Zuchtlinien war eine deutliche Verbesserung zu sehen. Vier der fünf Zuchtlinien erreichen einen Ertrag von 12 bis 13 kg je 100 Pflanzen. Die schwächste GRE-Linie lag mit 10 kg pro 100 Pflanzen im Vergleich aller Zuchtlinien immer noch auf einem vergleichsweise hohen Niveau. Die MIC-Gruppe war ebenfalls sehr ertragreich. MIC-2011 war mit 12 kg die ertragreichste AP und lag darüber hinaus über einem Großteil aller Zuchtlinien. Die beiden MIC-Zuchtlinien waren mit etwa 10 kg pro 100 Pflanzen schwächer im Ertrag als die AP. Die LIM-Gruppe war ertraglich sehr variabel und lag insgesamt unterhalb des Ertragsniveaus der GRE- und MIC-Gruppe. Die beiden Zuchtlinien LIM-19-28-2014 und LIM-20-68-2014 zeigten eine deutliche Steigerung des Ertrages von 4 kg der AP auf 6,5 und 9 kg. Die dritte Zuchtlinie lag leicht unterhalb der AP auf einem sehr niedrigen Niveau. Die COA-Gruppe hatte im Vergleich aller Zuchtgruppen durchschnittlich den geringsten Ertrag. Zwischen der AP COA-2011, die mit 2,5 kg den niedrigsten Ertrag aller Varianten erreichte, und den drei COA-Zuchtlinien war eine Verbesserung auf 3 bis 6 kg zu sehen. Die Erträge der CAL-sp-Zuchtlinien hatten die stärkste Streuung und lagen bei knapp 6, 8 und 12 kg pro 100 Pflanzen.

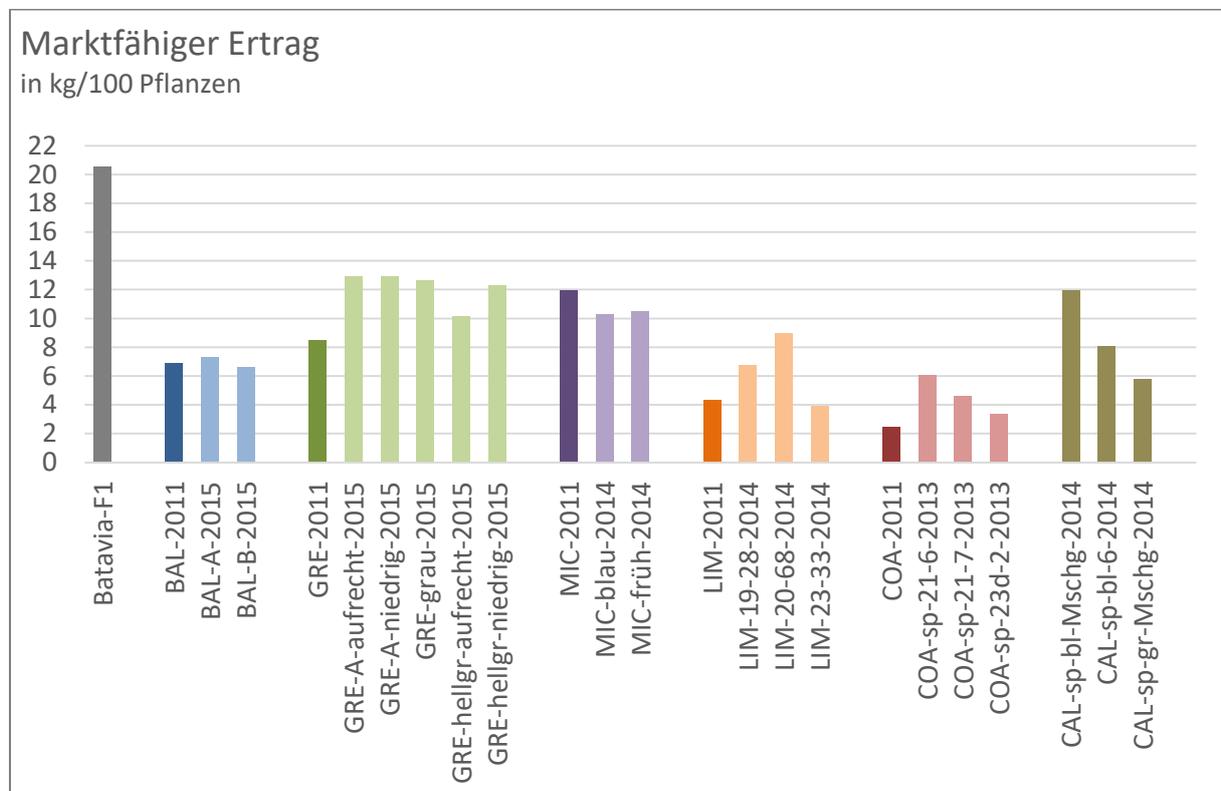


Abbildung 19: Marktfähiger Ertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.

Mit einer Bestandesdichte von 3,8 Pflanzen pro m² lagen die Erträge der Zuchtlinien umgerechnet zwischen 12,8 dt/ha bei COA-sp-23d-2-2013 und 49,1 dt/ha bei GRE-A-aufrecht-2015 (Anhang). Das durchschnittliche Gewicht der marktfähigen Blumen lag zwischen 288 g/Blume bei *Batavia F1* und 136 g/Blume bei COA-sp-21-7-2013 (Anhang).

Blumenfestigkeit

Das Säulendiagramm in Abbildung 20 zeigt die Festigkeit der Blumen im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim. Die Prüfung dieses Merkmals erfolgte durch leichtes Drücken der Brokkoli-Blume mit der Hand. Der festgestellte Widerstand ist vergleichend in der 9teiligen Skala aufgetragen. Die Blumenfestigkeit ist bei mehrstufigem Absatz von Bedeutung

und spielt im Hinblick auf die Haltbarkeit eine wichtige Rolle. Als Faustregel gilt: Je fester die Blume, umso länger hält sie, je lockerer die Blume, umso schneller welkt sie.

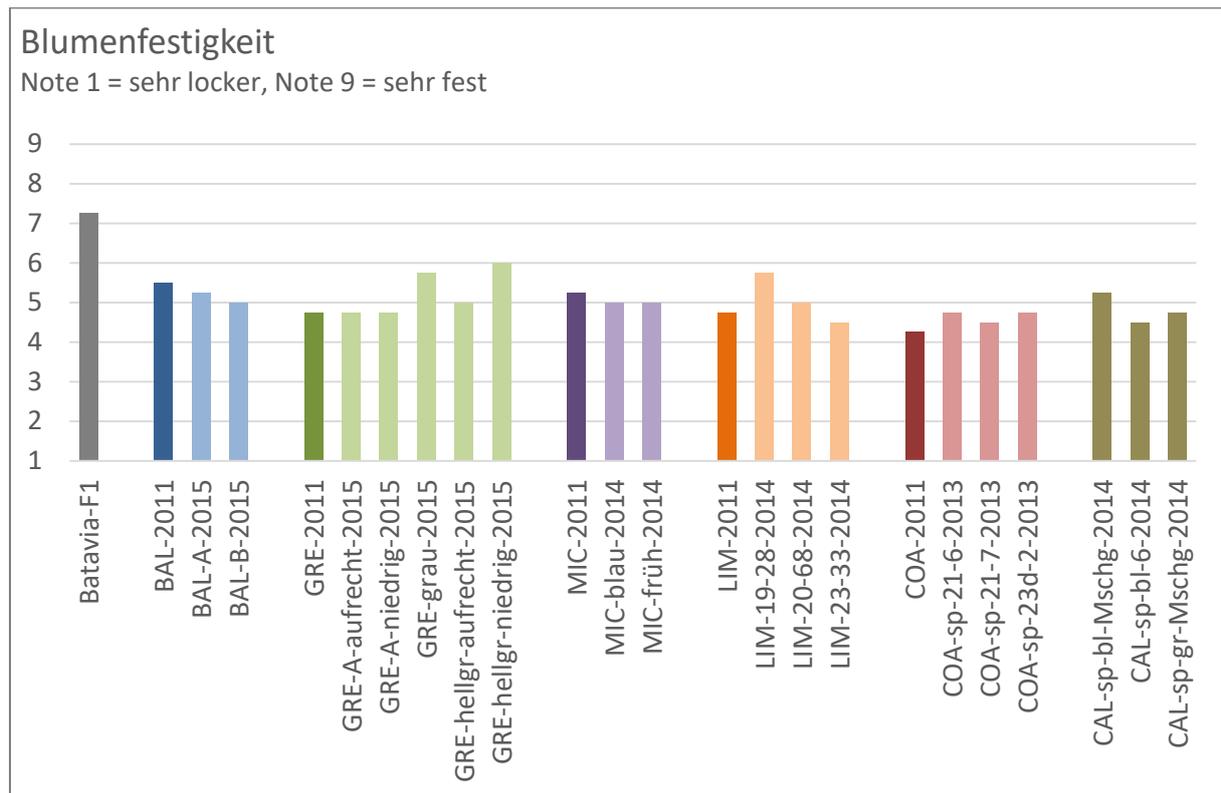


Abbildung 20: Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.

Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte mit Note 7,25 die festesten Blumen aller Varianten. Die Zuchtgruppen bewegten sich im mittleren Bereich zwischen Note 4,25 und 6 und unterschieden sich relativ wenig voneinander. BAL-2011 hatte im Vergleich der AP die festesten Blumen mit Note 5,5, die BAL-Zuchtlinien lagen jedoch mit etwas lockereren Blumen darunter. In der GRE-Gruppe waren zwei der fünf Zuchtlinien mit Note 4,75 auf gleichem Niveau wie GRE-2011, drei Zuchtlinien waren verbessert. GRE-hellgr-niedrig-2015 hatte mit Note 6 die festesten Blumen aller Zuchtlinien. Die MIC-Gruppe war mit Note 5 im mittleren Bereich und zeigte nahezu keinen Unterschied zwischen AP und Zuchtlinien. In der LIM-Gruppe waren zwei der drei Zuchtlinien gegenüber LIM-2011 verbessert. LIM-19-28-2014 gehörte mit Note 5,75 zu den drei festesten Zuchtlinien. Die COA-Gruppe hatte im Vergleich der Zuchtgruppen die lockersten Blumen, zeigte jedoch bei allen COA-Zuchtlinien eine Steigerung gegenüber der AP COA-2011. Die CAL-sp-Zuchtlinien waren mittelfest bis etwas locker.

Einheitlichkeit

In Abbildung 21 ist die Einheitlichkeit des Gesamtbestandes jeder Versuchsvariante im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim dargestellt. Die Einheitlichkeit wurde in Bezug auf den Eindruck des Gesamtbestandes der jeweiligen Variante bonitiert, nicht auf ein einzelnes Merkmal. Eine hohe Einheitlichkeit ist ein wichtiges Kriterium bei der Sortenanmeldung.

Die Referenzhybride *Batavia F1* wurde mit der Note 7 als Variante mit der höchsten Einheitlichkeit klassifiziert. Die BAL-Gruppe lag im mittleren Bereich mit Note 5,25 und 5,5, wobei zwischen BAL-2011 und den beiden Zuchtlinien eine geringe Verschlechterung zu sehen war. Die GRE-Gruppe lag ebenfalls im mittleren Einheitlichkeitsbereich zwischen Note 4,5 und 5,75. Von der AP zu den Zuchtlinien war eine geringe bis deutliche Steigerung der Einheitlichkeit zu

sehen. In der MIC-Gruppe lagen beide Zuchtlinien über der mit Note 4,25 bonitierten AP. Die Zuchtlinie MIC-blau-2014 fiel mit der Note 6,5 durch eine hohe Einheitlichkeit auf. Im Vergleich aller Zuchtlinien hatten die LIM-Zuchtlinien die höchste Einheitlichkeit im Notenbereich 6 und 6,75. Die AP LIM-2011 war hingegen mit Note 4 die uneinheitlichste aller Varianten. Bezogen auf dieses Kriterium und auf Basis der Anbaudaten des Frühjahrs 2016 in Bingenheim war also der Zuchtfortschritt in der LIM-Gruppe am größten. Die COA-Gruppe lag im mittleren bis hohen Einheitlichkeitsbereich und zeigte zwischen COA-2011 mit Note 5,25 und den drei Zuchtlinien eine Verbesserung bis Note 6,25 bei COA-sp-21-6-2013. Die CAL-sp-Zuchtlinien lagen mit Note 5,5 und 6 auf einem ähnlichen Einheitlichkeitsniveau wie die COA-Gruppe.

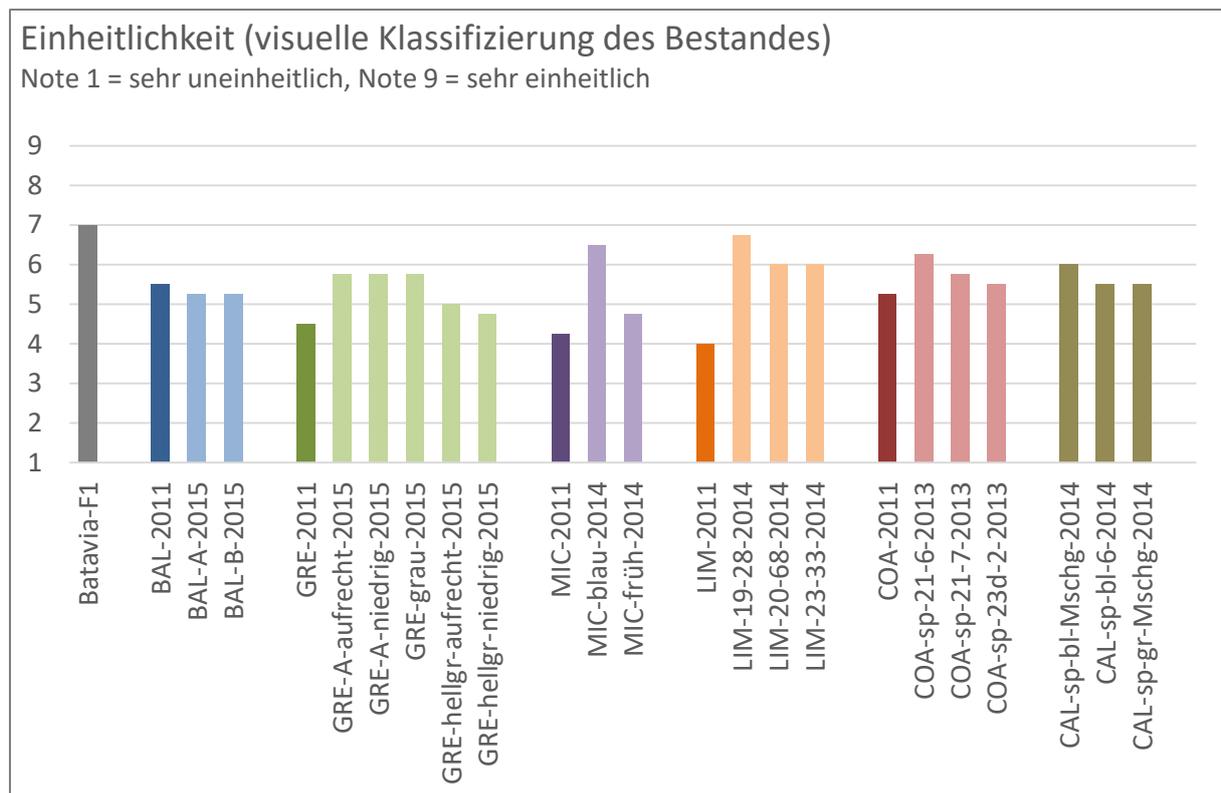


Abbildung 21: Einheitlichkeit im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.

Variationskoeffizient

In Abbildung 22 ist der Variationskoeffizient des Blumengewichtes im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim dargestellt. Diese Maßzahl gibt die durchschnittliche Abweichung der Blumengewichte vom Mittelwert in Prozent an und sagt in dieser Beziehung etwas über die relative Streuung der Einzelbeobachtungen aus. Der Variationskoeffizient ergänzt die Boniturergebnisse des Merkmals Einheitlichkeit. Im Gegensatz zum Merkmal Einheitlichkeit, das sich auf den Gesamtbestand bezieht und auf einer vergleichenden Schätzung des Züchters beruht, ist der Variationskoeffizient mit dem Fokus auf das Blumengewicht ein spezifischer, errechneter Wert. Je niedriger der Variationskoeffizient, desto höher ist die Einheitlichkeit der Variante in Bezug auf den Parameter Blumengewicht. Der Variationskoeffizient berechnet sich als Quotient aus Standardabweichung der Daten und arithmetischem Mittel nach der Formel: Standardabweichung/arithmetischer Mittelwert x 100.

Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte einen Variationskoeffizienten des Blumengewichtes von 55 %. Sechs Varianten lagen unter diesem Wert und waren somit einheitlicher. Die BAL-Gruppe hatte die höchsten relativen Streuungsmaße, zeigte jedoch eine deutliche Vereinheitlichung zwischen BAL-2011 mit 80 % und den beiden Zuchtlinien mit 65 und 69 %. In der GRE-

Gruppe hatte die AP den niedrigsten Wert mit 53 %. Die Zuchtlinien waren mit einem Variationskoeffizienten von 55 bis 65 % weniger einheitlich als GRE-2011. In der MIC-Gruppe war MIC-blau-2014 einheitlicher und MIC-früh-2014 weniger einheitlich als die AP, die einen Variationskoeffizienten von 52 % hatte. MIC-blau-2014 hatte im Vergleich aller Varianten die geringste relative Streuung der Blumengewichte. In der LIM-Gruppe waren zwei Zuchtlinien mit 52 und 50 % einheitlicher als die AP LIM-2011; LIM-20-68-2014 war hingegen etwas heterogener. Die AP der COA-Gruppe hatte einen sehr hohen Variationskoeffizienten von 80 %. Bei den drei Zuchtlinien dieser Gruppe zeigte sich eine deutliche Steigerung der Einheitlichkeit mit Werten von 50, 58 und 70 %. Die CAL-sp-Zuchtlinien lagen im Vergleich aller Zuchtlinien im mittleren Bereich mit Variationskoeffizienten von 57 bis 61 %.

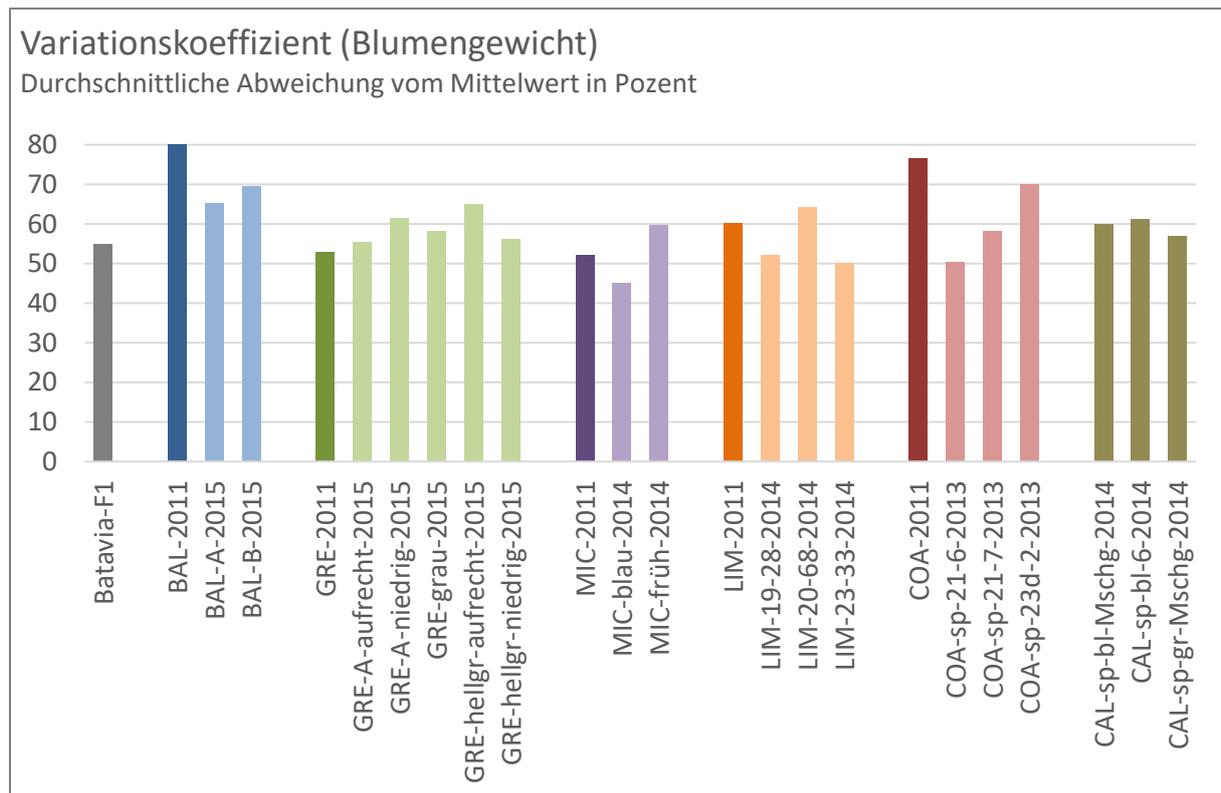


Abbildung 22: Variationskoeffizient (Blumengewicht) im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.

Geschmack

Abbildung 23 stellt die Ergebnisse der Geschmackstests aus dem Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim dar. Den Boniturnoten liegt eine komplexe beschreibende Geschmacksbonitur (Seite 32) zugrunde. Für die graphische Darstellung und Vergleichbarkeit wurden die von den Untersuchungspersonen genannten Geschmacksattribute wie nussig, buttrig, scharf, bitter usw. in eine Gruppe positiver und eine Gruppe negativer Nennungen unterteilt. Auf dieser Grundlage wurde eine Berechnung durchgeführt (Anhang). Die Ergebnisse wurden in eine Skala von 1-9 übertragen, sodass sie mit den üblichen Boniturergebnissen vergleichbar sind. Die Note 5 setzt sich aus gleichvielen beziehungsweise gleichermaßen positiven wie negativen Nennungen zusammen. Je höher die Boniturnote (> 5), umso mehr oder intensiver schmeckende positive Geschmacksattribute wurden genannt. Je niedriger die Boniturnote (< 5), umso mehr oder intensiver schmeckende negative Geschmacksattribute wurden genannt. Die Abweichung der beiden Versuchswiederholungen voneinander waren

teilweise hoch (> 2 Boniturnoten). Die in Abbildung 23 dargestellten Mittelwerte sind auf diesem Hintergrund bedingt aussagekräftig.

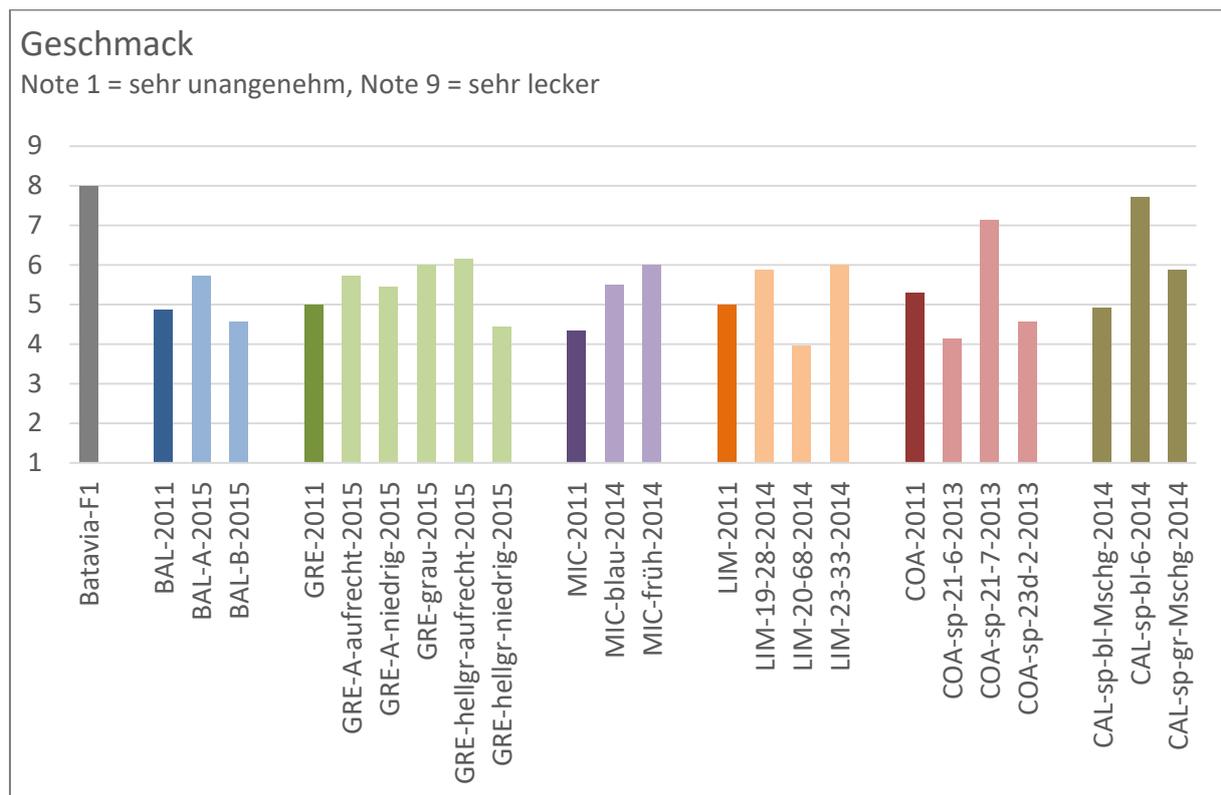


Abbildung 23: Geschmack der Brokkoli-Blumen im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.

Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte mit Note 8 eine sehr hohe Bewertung und ist von allen Varianten die leckerste. BAL-2011 lag im neutralen Bereich mit weder besonders herausragendem noch besonders schlechtem Geschmack. BAL-A-2015 war mit Note 5,7 im Vergleich zur AP verbessert und lag im leicht positiven Geschmacksbereich. BAL-B-2015 hingegen war mit Note 4,6 schlechter als die AP. Zwischen GRE-2011 mit Note 5 und den Zuchtlinien sah man bei vier von fünf Zuchtlinien eine Verbesserung im Geschmack bis zu Note 6. GRE-hellgr-niedrig lag unterhalb der AP im leicht negativen Geschmacksbereich. In der MIC-Gruppe waren beide Zuchtlinien deutlich leckerer als die AP MIC-2011 mit Note 4,3. In der LIM-Gruppe waren zwei von drei Zuchtlinien mit Note 5,9 und 6 geschmacklich verbessert. LIM-20-68-2011 lag mit Note 4 deutlich unterhalb der AP und hatte im Vergleich aller Varianten den schlechtesten Geschmack. In der COA-Gruppe lagen zwei von drei Zuchtlinien im eher negativen Bereich unterhalb der neutral bewerteten COA-2011. Die Zuchtlinie COA-sp-21-7-2013 fiel mit Note 7,1 positiv auf und war die zweitleckerste aller Zuchtlinien. Die CAL-sp-Zuchtlinien unterschieden sich stark im Geschmack, lagen jedoch alle im neutralen bis positiven Geschmacksbereich. CAL-sp-bl-6-2014 war mit Note 7,7 geschmacklich die beste aller Zuchtlinien.

Abweichungen der Zuchtlinien gegenüber der Ausgangspopulation

In Tabelle 12 ist die Abweichung der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen Ausgangspopulation in allen zuvor ausführlich beschriebenen Merkmalen zusammenfassend dargestellt. Unabhängig vom konkreten Zahlenniveau kann abgelesen werden, ob und in wie vielen Merkmalen eine positive oder negative Abweichung aufgetreten ist. In der linken Spalte „Gesamtanzahl -

“/+“ ist summiert, wie oft eine Zuchtlinie gegenüber der Ausgangspopulation positiver oder negativer eingestuft wurde.

Tabelle 21: Positive und negative Abweichungen in der Merkmalsausprägung der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim. Plus (+) = positive Abweichung des Merkmals, Minus (-) = negative Abweichung des Merkmals, 0 = kein Unterschied des Merkmals gegenüber der AP.

	Kurzer Erntezeitraum	Anteil marktfähiger Blumen	Marktfähiger Ertrag	Blumenfestigkeit	Einheitlichkeit	Variationskoeffizient	Geschmack	Gesamtanzahl -/+
BAL-A-2015	0	+	+	-	-	+	+	2-/4+
BAL-B-2015	0	-	-	-	-	+	-	5-/1+
GRE-A-aufrecht-2015	+	+	+	0	+	-	+	1-/5+
GRE-A-niedrig-2015	+	+	+	0	+	-	+	1-/5+
GRE-grau-2015	+	+	+	+	+	-	+	1-/6+
GRE-hellgr-aufrecht-2015	+	-	+	+	+	-	+	2-/5+
GRE-hellgr-niedrig-2015	+	+	+	+	+	-	-	2-/5+
MIC-blau-2014	-	-	-	-	+	+	+	4-/3+
MIC-früh-2014	0	-	-	-	+	-	+	4-/2+
LIM-19-28-2014	0	+	+	+	+	+	+	0-/6+
LIM-20-68-2014	+	+	+	+	+	-	-	2-/5+
LIM-23-33-2014	+	-	-	-	+	+	+	3-/4+
COA-sp-21-6-2013	+	+	+	+	+	+	-	1-/6+
COA-sp-21-7-2013	+	+	+	+	+	+	+	0-/7+
COA-sp-23d-2-2013	+	+	+	+	+	+	-	1-/6+

Auf dieser Basis unterschieden sich alle Zuchtlinien in mindestens einem von sieben Merkmalen in erwünschter Weise gegenüber der AP. Nur drei der 15 Zuchtlinien (BAL-B-2015 und MIC-blau-2014, MIC-früh-2014) waren in mehr Merkmalen vermindert als verbessert. Zwölf der 15 Zuchtlinien waren in mehr Merkmalen verbessert als vermindert. Vier Zuchtlinien (GRE-grau-2015, LIM-19-28-2014, COA-sp-21-6-2013 und COA-23d-2-2013) zeigten eine positive Abweichung in sechs von sieben Merkmalen. Die Zuchtlinie COA-21-7-2013 war in allen sieben Merkmalen gegenüber der AP verbessert.

4.4.2 Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode

Am Standort Dietzenrode/Vatterode gab es innerhalb der Versuchsanlage stellenweise Pflanzengruppen, die kleinwüchsig waren und sich nicht optimal entwickelten. Zum einen könnte dies auf teilweise aufgetretenen Schneckenbefall zurückzuführen sein, zum anderen auf bearbeitungsbedingte Strukturschäden des Bodens. Aufgrund der beschriebenen heterogenen Wachstumsverhältnisse lagen die Werte der Feldwiederholungen in manchen Fällen relativ weit auseinander. Die dargestellten Mittelwerte sind daher eingeschränkt aussagekräftig.

Ernteverlauf

In Abbildung 24 ist der Ernteverlauf im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode dargestellt.

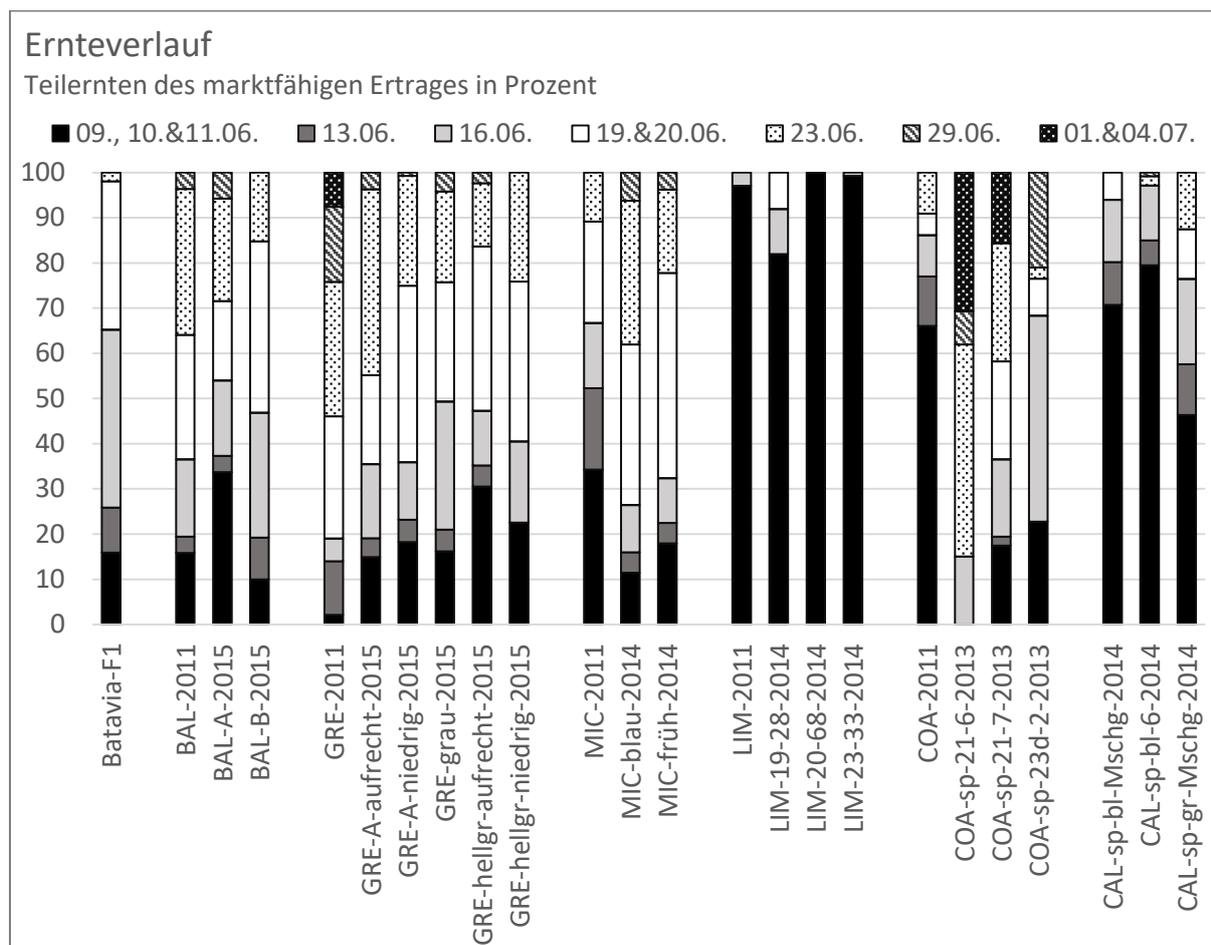


Abbildung 24: Ernteverlauf im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.

Die Haupternte der Referenzhybride *Batavia F1* lag im mittleren Erntezeitraum und zog sich über zwei Erntetermine. Bei BAL-2011 verteilte sich die Ernte über einen längeren Zeitraum. BAL-A-2015 war mit 35 % zum ersten Termin deutlich früher als die AP. BAL-B-2015 hatte hingegen ein etwas komprimierteres Erntefenster als BAL-2011 im mittleren Erntezeitraum. In der GRE-Gruppe war die AP auffallend spät, wohingegen alle fünf Zuchtlinien, besonders GRE-hellgr-aufrecht-2015, eine deutlich frühere Reifezeit hatten. Die Ernte zog sich bei allen GRE-Zuchtlinien relativ gleichmäßig über zwei Wochen. Die AP MIC-2011 war mit der zweiten Teilernte bereits mehr als zur Hälfte abgeerntet. Die beiden Zuchtlinien reiften etwas später und hatten ihr Haupterntefenster zur vierten Teilernte. Die LIM-Gruppe fiel ausnahmslos durch eine sehr frühe Reifezeit auf. Sowohl die AP als auch die Zuchtlinien waren nahezu beziehungsweise vollständig zur ersten Teilernte abgeerntet. In der COA-Gruppe sah man zwischen der AP und den Zuchtlinien im Vergleich aller Zuchtgruppen die größte Veränderung. COA-2011 hatte eine frühe Reifezeit, wohingegen sich die Zuchtlinien, besonders COA-sp-21-6-2013 und COA-sp-21-7-2013, durch eine späte Reifezeit auszeichneten. Die drei CAL-sp-Zuchtlinien hatten eine mit COA-2011 vergleichbare frühe Reifezeit, wobei CAL-sp-gr-Mischg-2014 eher im mittelfrühen Bereich lag und das längste Erntefenster innerhalb der Gruppe hatte.

Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag

In Abbildung 25 sind die marktfähigen und nicht marktfähigen Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode dargestellt. Es fiel insgesamt auf, dass die Anzahl Frühblüher und marktfähige Blumen mit Durchwuchs bei nahezu allen Varianten sehr gering war und eine untergeordnete Rolle spielten.

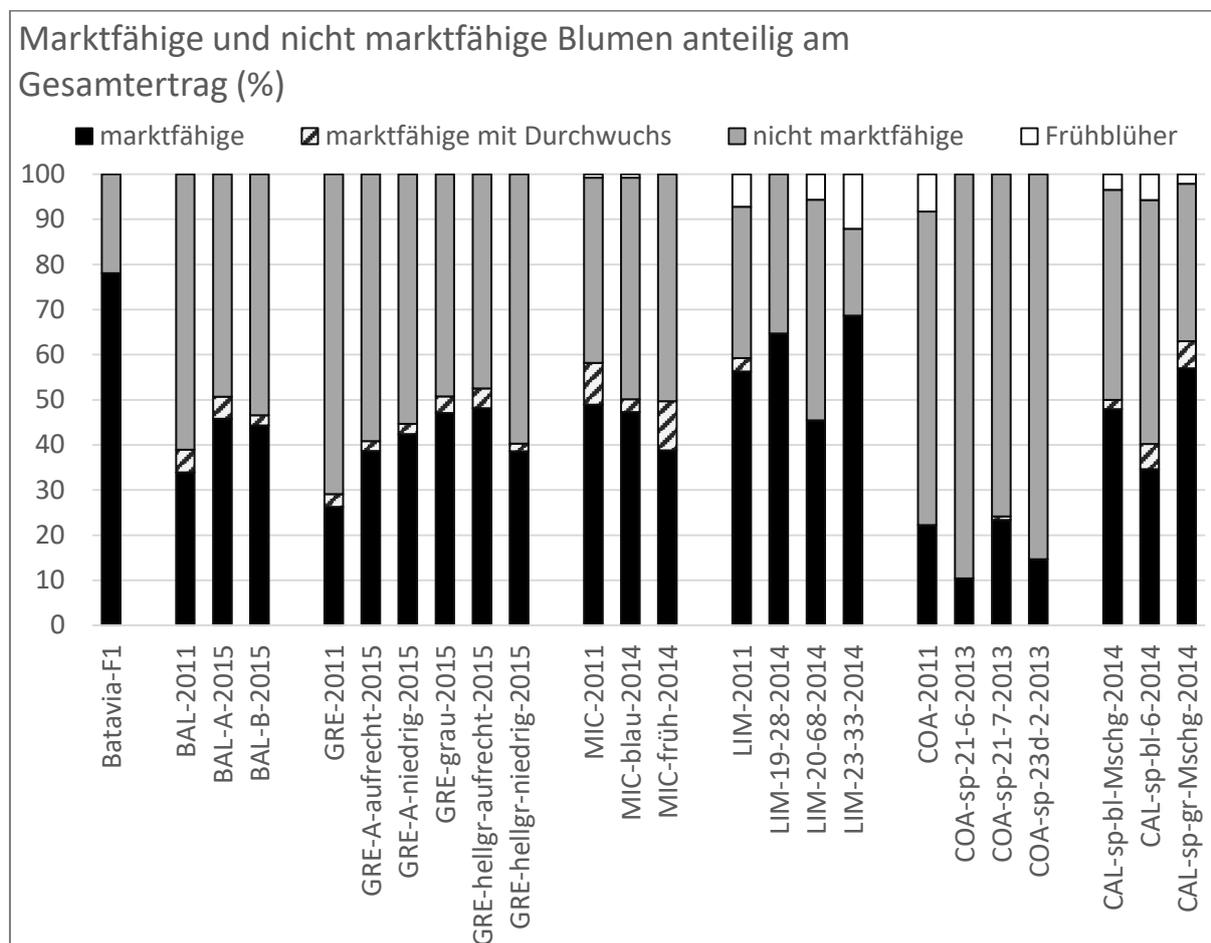


Abbildung 25: Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.

Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte mit einem Anteil von 78 % die höchste Anzahl marktfähiger Blumen im Vergleich aller Varianten. In der BAL-Gruppe war der Anteil der marktfähigen Blumen bei den beiden Zuchtlinien mit circa 45 % höher als bei der AP. Der Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs bewegte sich innerhalb der Gruppe zwischen 2 und 5 %. Auch in der GRE-Gruppe war der Anteil marktfähiger Blumen bei allen fünf Zuchtlinien im Vergleich zur AP höher. Die Werte der Zuchtlinien lagen zwischen 39 und 48 %. In der MIC-Gruppe war die AP mit einem Anteil marktfähiger Blumen von 49 % besser als die Zuchtlinien. MIC-2011 und MIC-früh-2014 hatten mit 9 und 11 % im Vergleich aller Zuchtlinien den höchsten Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs. Die LIM-Gruppe hatte im Vergleich der Zuchtgruppen durchschnittlich der höchste Anteil marktfähiger Blumen. Zwei der drei Zuchtlinien lagen mit einem Anteil von 65 und 69 % über LIM-2011. LIM-20-68-2014 hatte einen etwas geringeren Anteil marktfähiger Blumen als die AP. LIM-2011, LIM-20-68-2014 und LIM-23-33-2014 hatten einen vergleichsweise hohen Anteil Frühblüher von 7 bis 12 %. In der COA-Gruppe wurden im Vergleich der Zuchtgruppen die geringsten Anteile marktfähiger Blumen geerntet, und es gab so gut wie keine Verbesserung zwischen COA-2011 und den drei Zuchtlinien. COA-sp-21-6-2013 und COA-sp-23d-2-2013 lagen mit einem Anteil von 10 und 15 % auf einem sehr niedrigen

Niveau und waren deutlich niedriger als die AP COA-2011, die einen Anteil von 22 % marktfähiger Blumen hatte. Im Hinblick auf die Anzahl Frühblüher war jedoch eine Verbesserung zwischen COA-2011 den Zuchtlinien zu sehen. Die CAL-sp-Zuchtlinien hatten mit 34, 48 und 57 % sehr unterschiedliche Anteile marktfähiger Blumen am Gesamtertrag. In allen drei Zuchtlinien traten in geringem Umfang Frühblüher und marktfähige Blumen mit Durchwuchs auf.

Marktfähiger Ertrag

Das Säulendiagramm in Abbildung 26 stellt den marktfähigen Ertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode dar

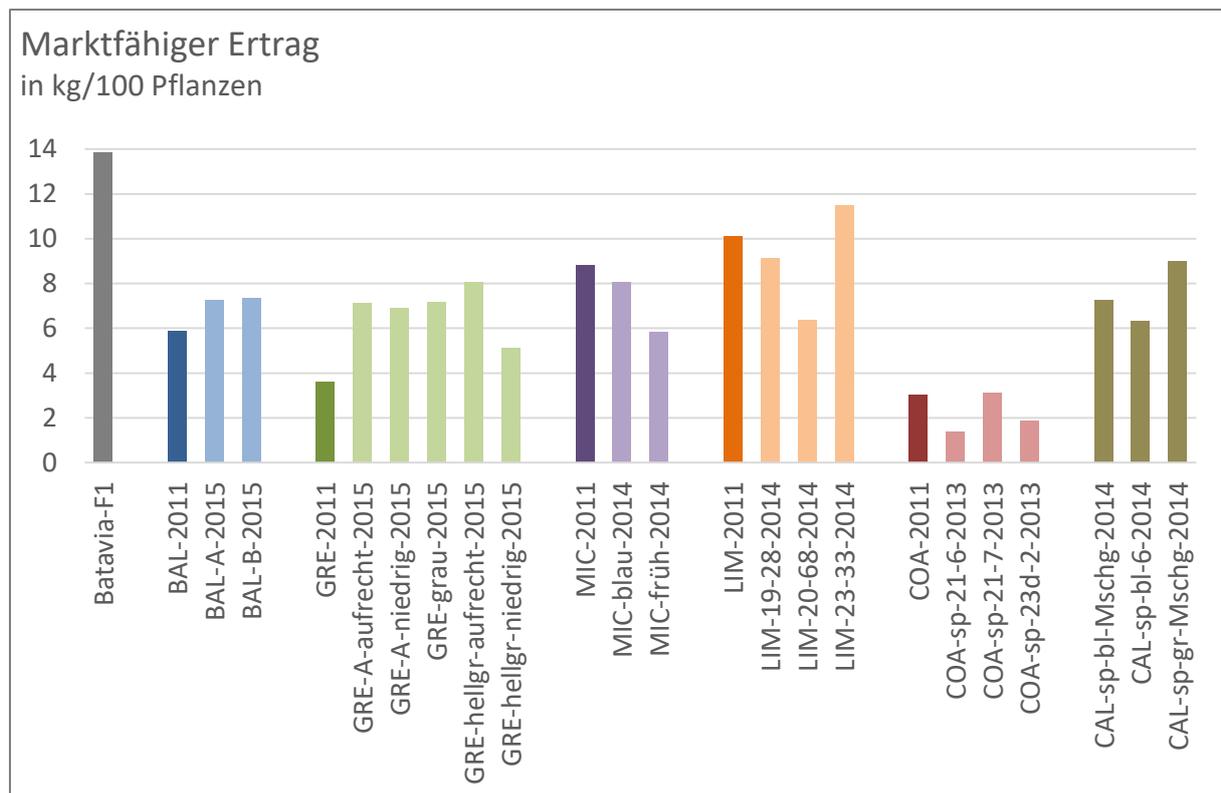


Abbildung 26: Marktfähiger Ertrag im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.

Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte mit knapp 14 kg pro 100 Pflanzen (52,6 dt/ha) den höchsten Ertrag aller Varianten. Im Vergleich der Zuchtgruppen lag die BAL-Gruppe auf einem mittleren Ertragsniveau. Von der AP mit knapp 6 kg war eine Steigerung auf 7 kg Ertrag pro 100 Pflanzen bei den beiden Zuchtlinien zu sehen. In der GRE-Gruppe zeigte sich ebenfalls eine deutliche Ertragsteigerung von 3,5 kg bei GRE-2011 zu maximal 8 kg bei GRE-hellgr-aufrecht-2015. MIC-2011 hatte einen hohen Ertrag von 9 kg pro 100 Pflanzen, wohingegen die Erntemengen der beiden Zuchtlinien mit 8 respektive knapp 6 kg deutlich darunterlagen. Den höchsten Ertrag aller AP und fast aller Zuchtlinien hatte LIM-2011 mit 10 kg. LIM-23-33-2014 lag mit 11,5 kg ertraglich noch über der AP, die Erträge der anderen LIM-Zuchtlinien lagen deutlich darunter. Die LIM-Gruppe hatte das höchste Ertragsniveau aller Zuchtgruppen. Die COA-Gruppe hatte mit Abstand das niedrigste Ertragsniveau und zeigte so gut wie keine Steigerung zwischen COA-2011 und den drei Zuchtlinien. Zwei der Zuchtlinien waren sogar deutlich ertragsschwächer als die Ausgangspopulation und erreichten gerade einmal 1 bis 2 kg Ertrag pro 100 Pflanzen. Die CAL-sp-Zuchtlinien lagen im mittleren bis hohen Ertragsbereich zwischen 6 und 9 kg pro 100 Pflanzen.

Mit einer Bestandesdichte von 3,8 Pflanzen/m² lagen die Erträge der Zuchtlinien umgerechnet zwischen 5,1 dt/ha bei COA-sp-21-6-2013 und 43,6 dt/ha bei LIM-23-33-2014 (Anhang). Das durchschnittliche Gewicht der marktfähigen Blumen lag zwischen 182 g/Blume bei CAL-sp-bl-6-2013 und 120 g/Blume bei COA-sp-23d-2-2013 (Anhang).

Blumenfestigkeit

In Abbildung 27 ist die Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode für alle Versuchsglieder aufgetragen. Unter allen Varianten wies die Referenzhybride *Batavia F1* mit Note 7,75 die festesten Blumen auf. In der BAL-Gruppe war BAL-2011 mit Note 5,75 im mittelfesten Bereich, die beiden Zuchtlinien hatten lockerere Blumen. In der GRE-Gruppe bildeten alle Zuchtlinien mit Note 5 bis 6,5 festere Blumen als die AP (GRE-2011). Die MIC-Gruppe lag im Vergleich der Zuchtgruppen auf dem höchsten Niveau bezüglich der Blumenfestigkeit. Die festesten Blumen bildete MIC-blau-2014 mit Note 7,25 und reichte damit nahezu an die Hybride heran. In der LIM-Gruppe zeigte sich eine Steigerung der Blumenfestigkeit von Note 4,5 bei der AP bis Note 6,75 bei LIM-19-28-2014. Eine ähnliche Entwicklung war in der COA-Gruppe zu beobachten. COA-2011 lag mit Note 4 im eher lockeren Bereich wohingegen die Zuchtlinien mit Note 4,75 bis 6,75 deutlich verbessert waren. Die CAL-sp-Zuchtlinien bildeten mittelfeste Blumen aus

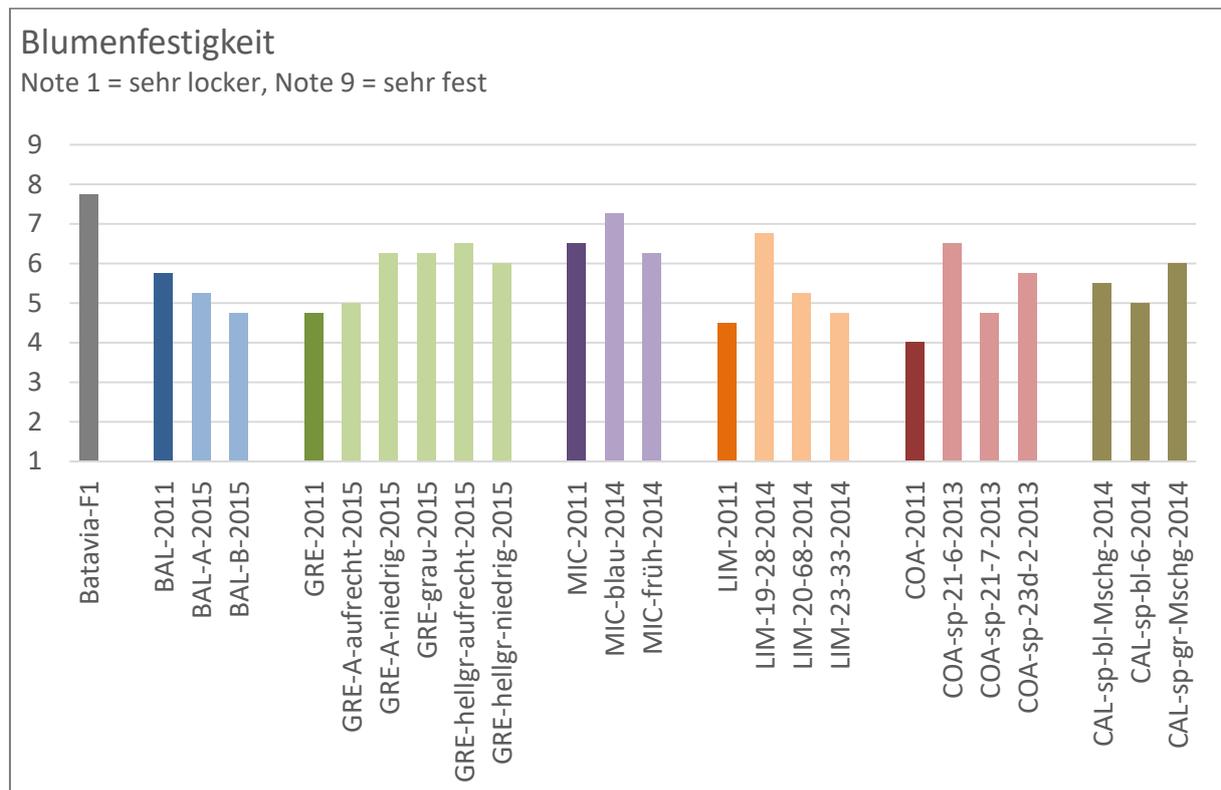


Abbildung 27: Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.

Einheitlichkeit

Die visuell festgestellte Einheitlichkeit des Gesamtbestandes jeder Versuchsvariante im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode ist in Abbildung 28 dargestellt. Insgesamt am einheitlichsten wurde der Bestand von *Batavia F1* beurteilt (Note 8), sodass auch in diesem Merkmal die Referenzhybride die höchste Ausprägungsstufe erreicht hat.

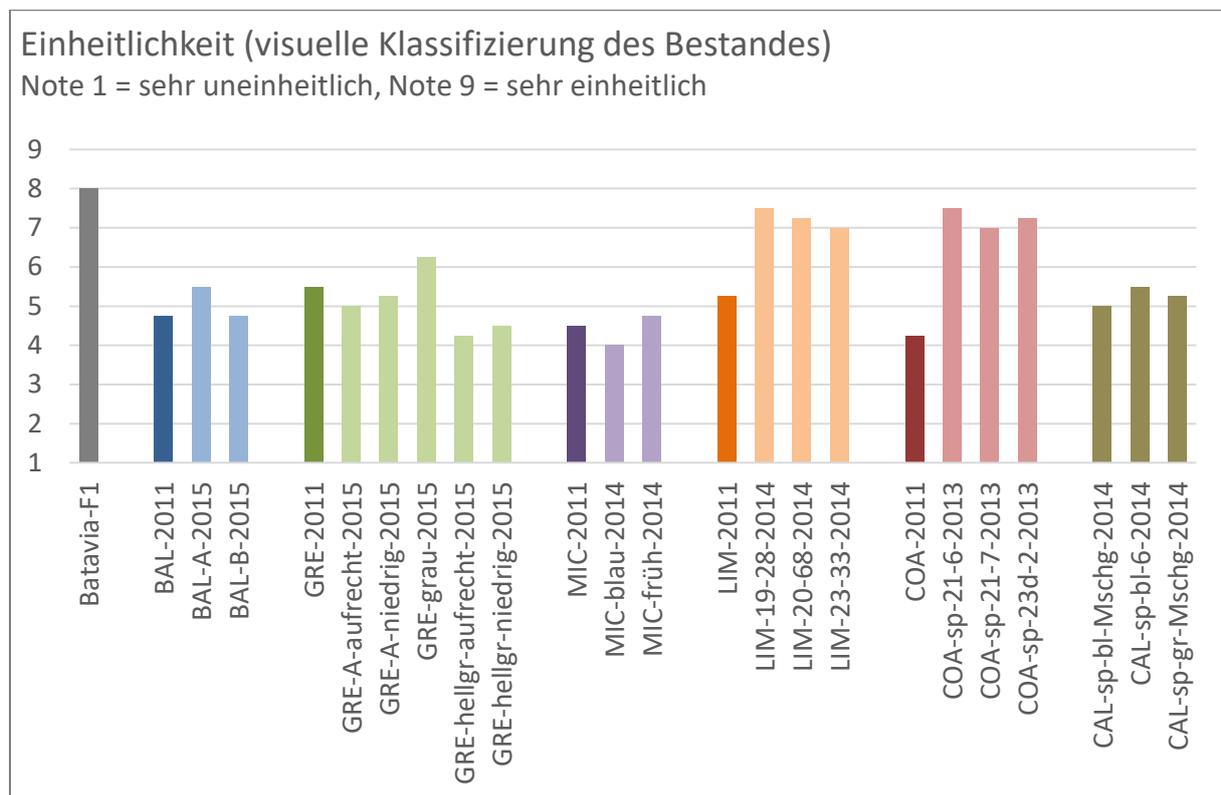


Abbildung 28: Einheitlichkeit im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.

Die BAL-Gruppe lag im mittleren Einheitlichkeitsbereich. BAL-A-2015 war mit Note 5,5 einheitlicher als die AP, BAL-B-2015 lag mit Note 4,75 auf gleichem Niveau. In der GRE-Gruppe waren vier der fünf Zuchtlinien weniger einheitlich als GRE-2011 und lagen mit den Noten 5,25 bis 4,25 im mittleren bis niedrigen Bereich. GRE-grau-2015 hob sich mit Note 6,25 im hohen Einheitlichkeitsbereich von der GRE-Gruppe ab. Die MIC-Gruppe zeigte im Vergleich aller Zuchtgruppen die geringste Einheitlichkeit mit Werten zwischen 4 und 4,75. Bei MIC-früh-2014 wurde eine etwas höhere und bei MIC-blau-2014 eine etwas geringere Einheitlichkeit im Vergleich zur AP festgestellt. Die LIM-Gruppe zeichnete sich durch eine hohe Einheitlichkeit aus, wobei zwischen LIM-2011 mit Note 5 und den drei Zuchtlinien mit Note 7 bis 7,5 eine deutliche Verbesserung zu beobachten war. In der COA-Gruppe zeigt sich ein sehr ähnliches Bild mit einer hohen Einheitlichkeit der drei Zuchtlinien. Die Entwicklung von der AP mit Note 4,25 zu den Zuchtlinien mit Note 7 bis 7,5 war sogar noch etwas größer als in der LIM-Gruppe. Die drei CAL-sp-Zuchtlinien lagen im mittleren Einheitlichkeitsbereich.

Variationskoeffizient

Der Variationskoeffizient des Blumengewichts in Prozent im Vergleichsanbau 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode ist in Abbildung 29 dargestellt. Je niedriger der Wert, umso höher ist die Einheitlichkeit des Merkmals Blumengewicht einer Versuchsvariante. Vergleichsweise gering streuten die Blumengewichte von *Batavia F1* mit einem Variationskoeffizienten von 44 %. Drei Zuchtlinien schnitten in diesem Merkmal besser ab als die Referenzhybride. Die BAL-Gruppe hatte mit 54 bis 58 % eine deutlich größere relative Streuung und lag im mittleren bis niedrigen Einheitlichkeitsbereich. Die Zuchtlinien waren gegenüber BAL-2011 einheitlicher. Innerhalb der GRE-Gruppe waren die Variationskoeffizienten sehr verschieden. Besonders GRE-A-aufrecht-2015 fiel mit 68 % durch eine sehr niedrige Einheitlichkeit auf. Nur GRE-grau-2015 hatte sich gegenüber der AP verbessert und hatte mit 43 % eine vergleichsweise hohe

Einheitlichkeit. Die MIC-Gruppe war auf einem ähnlichen Niveau wie die BAL-Gruppe mit Variationskoeffizienten von 53 bis 56 %. Gegenüber MIC-2011 hatten die beiden Zuchtlinien eine geringere Einheitlichkeit des Blumengewichtes. Die LIM-Gruppe zeigte im Vergleich aller Zuchtgruppen die niedrigsten Variationskoeffizienten. Zwei von drei LIM-Zuchtlinien waren einheitlicher als die AP LIM-2011. LIM-23-33-2014 hatte mit 36 % die geringste relative Streuung der Blumengewichte im Vergleich aller Varianten. COA-2011 war mit einem Variationskoeffizienten von 59 % unter den AP am wenigsten einheitlich. Die drei COA-Zuchtlinien waren mit Werten von 55 bis 45 % deutlich einheitlicher als die AP und lagen im mittleren Einheitlichkeitsbereich. Die CAL-sp-Zuchtlinien hatten mit 46 bis 61 % eine mittlere bis hohe relative Streuung der Blumengewichte.

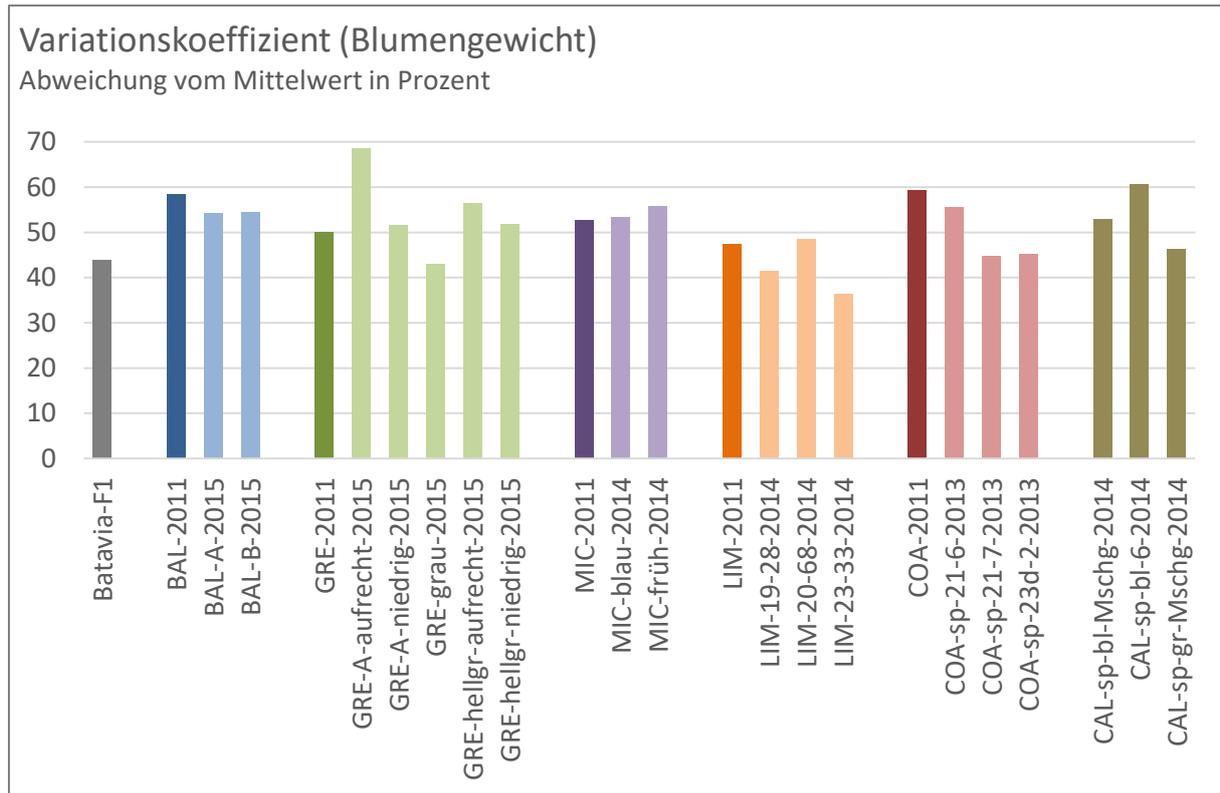


Abbildung 29: Variationskoeffizient (Blumengewicht) im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.

Geschmack

In Abbildung 30 sind die sensorischen Ergebnisse aus dem Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode dargestellt. Die Referenzhybride *Batavia F1* wurde mit Note 4,8 geschmacklich neutral bis leicht negativen beurteilt. In der BAL-Gruppe sah man eine deutliche Steigerung des Geschmacks in den positiven Bereich von BAL-2011 mit Note 5,3 zu den Zuchtlinien mit den Noten 6,9 und 7,2. Die GRE-Gruppe lag insgesamt mit den Noten 5,9 bis 7,4 im geschmacklich positiven Bereich. Vier von fünf Zuchtlinien waren gegenüber GRE-2011 verbessert. In der MIC-Gruppe war MIC-blau-2014 mit Note 4,4 deutlich schlechter als die AP und lag im negativen Geschmacksbereich. MIC-früh-2014 hingegen hatte mit Note 8,2 den besten Geschmack aller Varianten. Die LIM-Gruppe lag mit den Noten 5,9 bis 6,9 insgesamt im positiven Geschmacksbereich. LIM-2011 hatte mit Note 6,6 das höchste Geschmacksniveau aller AP, war jedoch innerhalb der LIM-Gruppe nur in einer der drei Zuchtlinien verbessert. Die COA-Gruppe lag auf einem mittleren bis niedrigen Geschmacksniveau. Zwei von drei Zuchtli-

nien waren mit den Noten 5 und 4,2 geschmacklich schlechter als die AP. Die CAL-sp-Zuchtlinien waren im Geschmack neutral bis leicht negativ und lagen auf einem ähnlichen Niveau wie die COA-Gruppe.

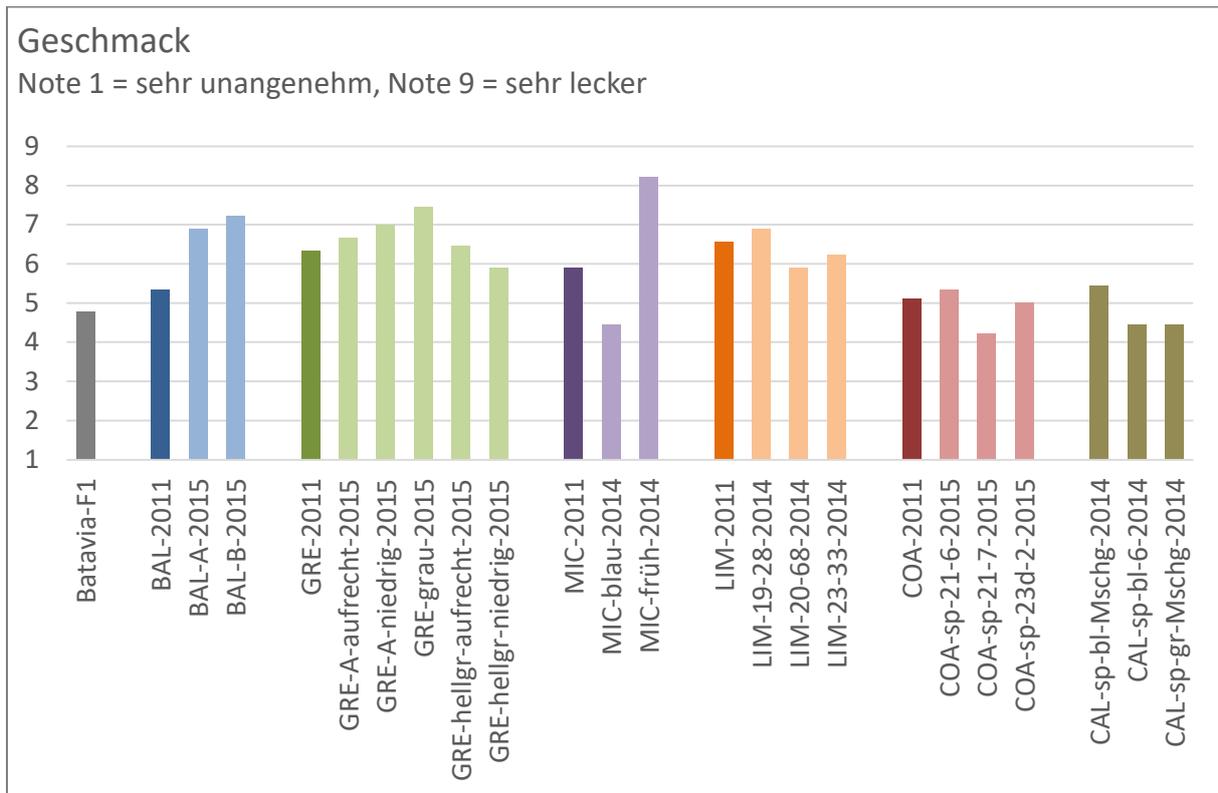


Abbildung 30: Geschmack im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.



Abbildung 31: Aufbereitete Brokkoli-Proben für die Geschmacksverkostung.

Abweichungen der Zuchtlinien gegenüber der Ausgangspopulation

Die Übersicht in Tabelle 22 listet die relativen Abweichungen der einzelnen Zuchtlinien im Verhältnis zu ihren jeweiligen AP sortiert nach den verschiedenen (zuvor ausführlich beschriebenen einzelnen) Merkmalen auf. Die Auflistung zeigt, dass alle Zuchtlinien gegenüber der AP in mindestens zwei von sieben Merkmalen verbessert waren. Nur drei der 15 Zuchtlinien (MIC-blau-2015, LIM-20-68-2014 und COA-sp-23d-2-2013) waren in mehr Merkmalen vermindert als verbessert. Zwei Zuchtlinien (GRE-hellgr-niedrig-2015 und MIC-früh-2014) waren in drei Merkmalen vermindert und in drei Merkmalen verbessert. Zehn Zuchtlinien waren in mindestens vier von sieben Merkmalen verbessert. BAL-A-2015, LIM-19-28-2014 und LIM-23-33-2014 waren in fünf von sieben Merkmalen verbessert. GRE-grau-2015 war in sechs von sieben Merkmalen gegenüber der AP verbessert und ist damit unter diesen Verhältnissen als Zuchtlinie mit dem umfassendsten Selektionsfortschritt anzusehen.

Tabelle 22: Positive und negative Abweichungen in der Merkmalsausprägung der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode. Plus (+) = positive Abweichung des Merkmals, Minus (-) = negative Abweichung des Merkmals, 0 = kein Unterschied des Merkmals gegenüber der AP.

	Kurzer Erntezeitraum	Anteil marktfähiger Blumen	Marktfähiger Ertrag	Blumenfestigkeit	Einheitlichkeit	Variationskoeffizient	Geschmack	Gesamtanzahl +/-
BAL-A-2015	0	+	+	-	+	+	+	1-/5+
BAL-B-2015	0	+	+	-	0	+	+	1-/4+
GRE-A-aufrecht-2015	0	+	+	+	-	-	+	2-/4+
GRE-A-niedrig-2015	0	+	+	+	-	-	+	2-/4+
GRE-grau-2015	0	+	+	+	+	+	+	0-/6+
GRE-hellgr-aufrecht-2015	0	+	+	+	-	-	+	2-/4+
GRE-hellgr-niedrig-2015	0	+	+	+	-	-	-	3-/3+
MIC-blau-2014	0	+	-	+	-	-	-	4-/2+
MIC-früh-2014	0	+	-	-	+	-	+	3-/3+
LIM-19-28-2014	0	+	-	+	+	+	+	1-/5+
LIM-20-68-2014	0	-	-	+	+	-	-	4-/2+
LIM-23-33-2014	0	+	+	+	+	+	-	1-/5+
COA-sp-21-6-2013	-	-	-	+	+	+	+	3-/4+
COA-sp-21-7-2013	-	+	+	+	+	+	-	2-/5+
COA-sp-23d-2-2013	-	-	-	+	+	+	-	4-/3+

Im Herbst 2016 erfolgte ein Vergleichsanbau auf den beiden Prüfstandorten, auf denen im Laufe des Projektes zuvor selektiert wurde. Nachfolgend sind zunächst die Ergebnisse des Standortes Bingenheim dargestellt.

4.4.3 Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim

Ernteverlauf

Das Säulendiagramm in Abbildung 32 zeigt den Ernteverlauf im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim. Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte das kürzeste Erntefenster an zwei mittleren Ernteterminen.

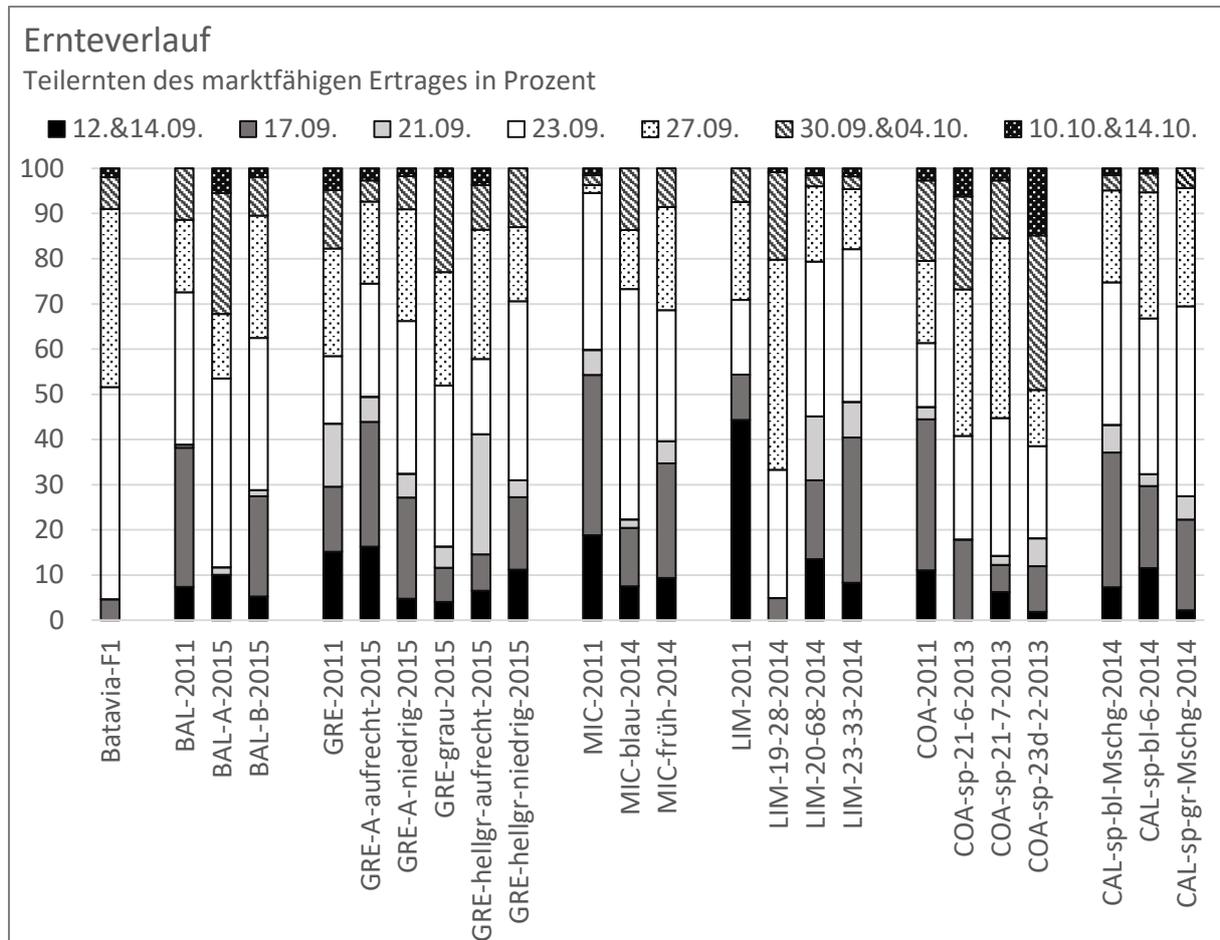


Abbildung 32: Ernteverlauf im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

BAL-2011 war mittelfrüh mit Haupternte in der ersten Hälfte der Ernteperiode. Einen sehr ähnlichen Ernteverlauf zeigte BAL-B-2015. BAL-A-2015 hingegen hatte eine mittelspäte bis späte Reifezeit. Der Ernteverlauf von GRE-2011 zog sich gleichmäßig über die gesamte Ernteperiode. Alle fünf GRE-Zuchtlinien hatten ein kürzeres Erntefenster als die AP, unterschieden sich jedoch in der Reifezeit voneinander. GRE-A-aufrecht-2015 war mittelfrüh bis früh, GRE-grau-2015 mittelspät und die drei anderen Zuchtlinien lagen dazwischen. MIC-2011 war die früheste aller Varianten mit einer kompakten Ernte an zwei Ernteterminen. Die beiden MIC-Zuchtlinien hatten eine etwas spätere Reifezeit als die AP und lagen im mittelfrühen bis frühen Bereich. LIM-2011 hatte mit 44 % die größte Teilernte aller Varianten zum ersten Erntetermin und war damit sehr früh. Zwei der drei LIM-Zuchtlinien hatten ebenfalls eine frühe bis sehr frühe Reifezeit, jedoch mit einem etwas späteren Haupterntefenster als LIM-2011. LIM-19-28-2014 war deutlich später als die AP und hatte die Haupternte im mittleren bis späten Bereich an drei Terminen. COA-2011 begann sehr früh, die Ernte zog sich dann jedoch bis zur letzten

Teilernte hinaus. Die drei COA-Zuchtlinien hingegen waren im Vergleich aller Zuchtlinien in der spätesten Reifegruppe. Die CAL-sp-Zuchtlinien hatten eine frühe Reifezeit mit der Haupternte an drei Ernteterminen.

Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag

In Abbildung 33 sind die marktfähigen und nicht marktfähigen Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Herbst 2015 am Standort Bingenheim dargestellt. Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte mit 82 % den höchsten Anteil marktfähiger Blumen im Vergleich aller Varianten.

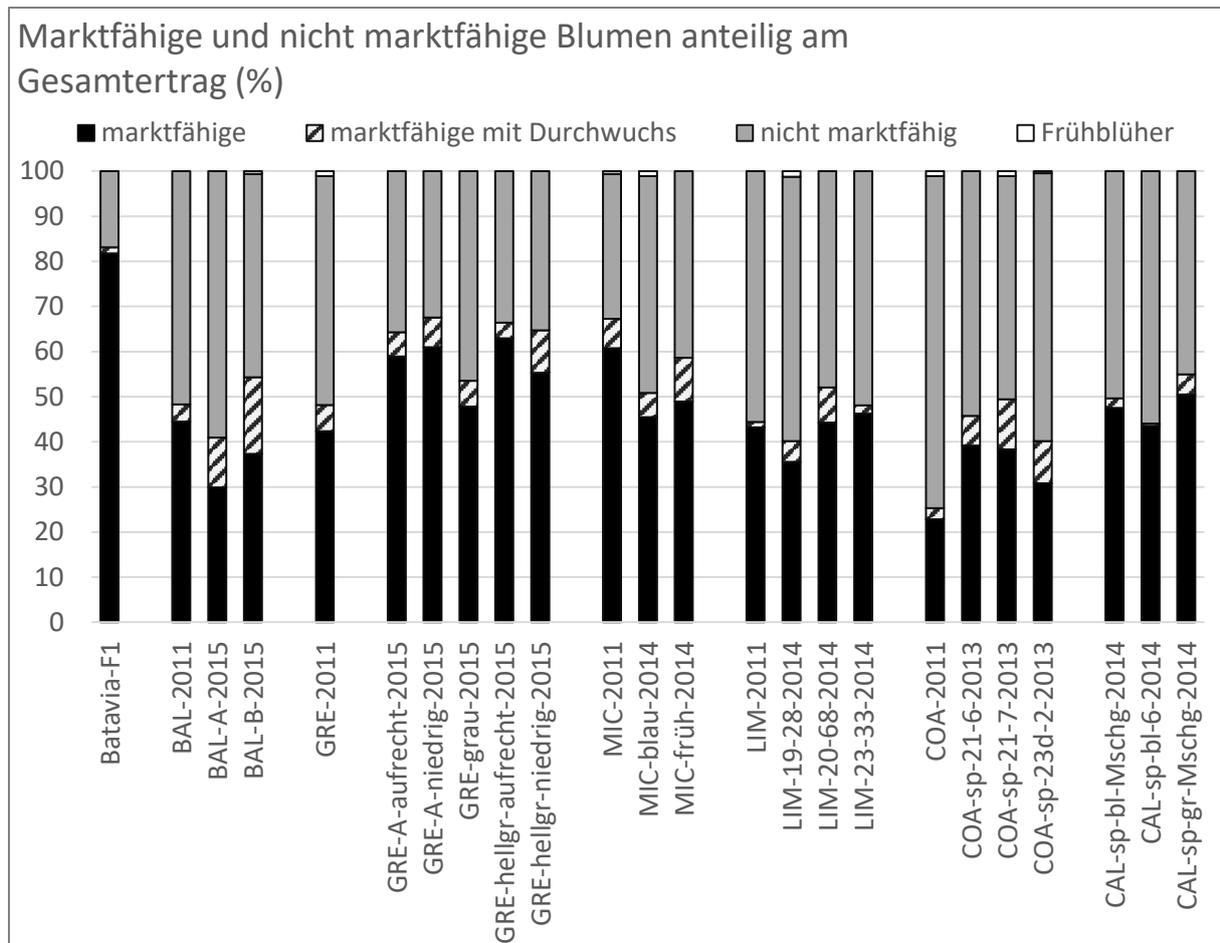


Abbildung 33: Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

Die BAL-Gruppe lag mit 30 bis 44,5 % marktfähiger Blumen auf einem eher niedrigen Niveau, wobei die beiden Zuchtlinien eine geringere Anzahl marktfähiger Blumen am Gesamtertrag hatten als BAL-2011. Im Vergleich aller Varianten hatten BAL-blau-2015 und BAL-früh-2015 den größten Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs mit 11 und 17 %. In der GRE-Gruppe waren alle fünf Zuchtlinien gegenüber der Ausgangspopulation verbessert und lagen insgesamt auf einem hohen Niveau. GRE-hellgr-aufrecht-2015 hatte mit 63 % den höchsten Anteil marktfähiger Blumen im Vergleich aller Zuchtlinien. Der Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs lag in der GRE-Gruppe bei 3 bis 7 %. In der MIC-Gruppe hatte die AP zwar einen sehr hohen Anteil marktfähiger Blumen mit 61 %, die beiden MIC-Zuchtlinien lagen jedoch mit 45,5 und 49 % deutlich unter MIC-2011. MIC-früh-2014 hatte innerhalb der MIC-Gruppe mit 10 % den höchsten Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs. In der LIM-Gruppe waren zwei der

Zuchtlinien mit 44 und 46 % marktfähiger Blumen im Vergleich zur AP LIM-2011 leicht verbessert. Die Gruppe lag jedoch insgesamt auf einem eher niedrigen Niveau. Die COA-Gruppe hatte im Vergleich aller Zuchtgruppen den geringsten Anteil marktfähiger Blumen am Gesamtertrag. Zwischen der AP und den drei COA-Zuchtlinien zeigte sich jedoch sowohl im Anteil marktfähiger Blumen als auch im Anteil marktfähiger Blumen mit Durchwuchs eine teilweise deutliche Steigerung. Die CAL-sp-Zuchtlinien hatten einen Anteil marktfähiger Blumen von 43,5 bis 50,5 %. Insgesamt traten nahezu keine Frühblüher auf.

Marktfähiger Ertrag

In Abbildung 34 ist der marktfähige Ertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim dargestellt. Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte mit 17 kg pro 100 Pflanzen den höchsten Ertrag aller Varianten. Das entsprach bei einer Bestandsdichte von 3,8 Pflanzen je m² umgerechnet einem Ertrag von 66,1 dt/ha marktfähiger Ware. Die BAL-Gruppe lag mit 5 bis 8 kg auf einem niedrigen Ertragsniveau, wobei die Zuchtlinien ertragsschwächer waren als die AP BAL-2011. Die GRE-Gruppe hatte die höchsten Erträge aller Zuchtgruppen mit 12,5 kg bei GRE-A-aufrecht-2015, GRE-A-niedrig-2015 und GRE-hellgr-aufrecht-2015. Zwischen GRE-2011 und den Zuchtlinien war eine teilweise sehr starke Ertragssteigerung zu sehen. MIC-2011 hatte ein hohes Ertragsniveau von 11 kg, die beiden Zuchtlinien lagen jedoch mit 9,5 und 8,5 kg darunter. In der LIM-Gruppe erreichten alle Zuchtlinien und die AP den gleichen Ertrag von 7 kg und lagen damit auf einem niedrigen Niveau. Die insgesamt niedrigste Erntemenge wurde mit 3 kg bei COA-2011 festgestellt. Die drei COA-Zuchtlinien waren mit 5 bis 7 kg Ertrag gegenüber der AP verbessert, lagen jedoch im niedrigen Ertragsbereich. Die drei CAL-sp-Zuchtlinien lagen mit 7 bis 9 kg Ertrag pro 100 Pflanzen auf einem mittleren Ertragsniveau.

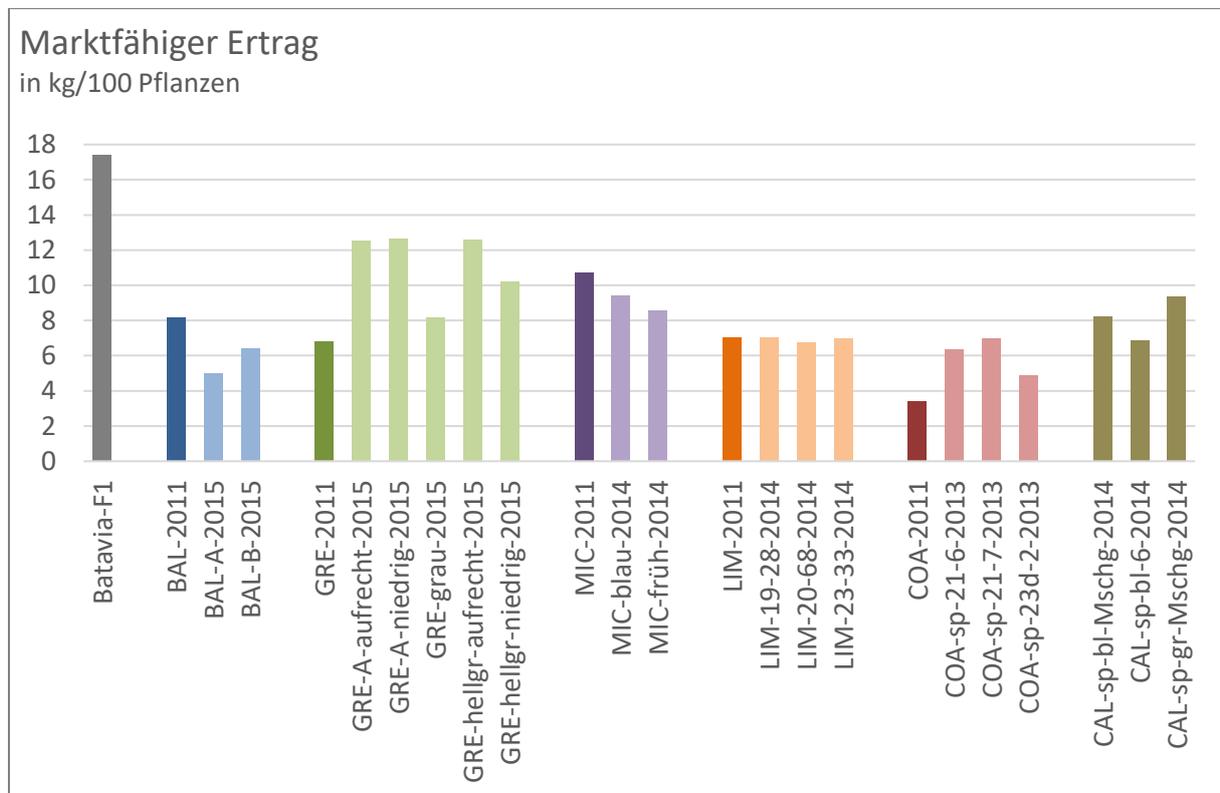


Abbildung 34: Marktfähiger Ertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

Damit lagen die Erträge an verkaufsfähiger Ware bei den „Samenfesten“ umgerechnet zwischen 12,9 dt/ha bei COA-2011 und 48 dt/ha bei GRE-A-niedrig-2015; die umgerechneten Daten sind im Anhang aufgeführt. Das durchschnittliche Gewicht der marktfähigen Blumen lag bei 212,5 g/Blume bei *Batavia F1* und 150 g/Blume bei LIM-23-33-2014 (Anhang).

Blumenfestigkeit

In Abbildung 35 ist die Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim dargestellt. *Batavia F1* hatte mit Note 8 die festesten Blumen aller Varianten. Die Zuchtgruppen lagen unterhalb der Referenzhybride im lockeren, mittelfesten und festen Bereich. Beide BAL-Zuchtlinien wiesen gegenüber BAL-2011 festere Blumen auf. BAL-A-2015 war mit Note 6,5 eine der fünf festesten Zuchtlinien. In der GRE-Gruppe waren ebenfalls alle Zuchtlinien im Merkmal Blumenfestigkeit gegenüber der AP gesteigert und lagen im mittelfesten bis festen Bereich. Die höchste Blumenfestigkeit innerhalb der GRE-Gruppe wurde unter diesen Bedingungen mit Note 6,5 bei GRE-A-aufrecht-2015 festgestellt. Die BAL-Gruppe bildete im Vergleich der Zuchtgruppen durchschnittlich die lockersten Blumen aus. Beide Zuchtlinien waren mit Note 4,25 lockerer als die AP. LIM-2011 hatte mit Note 5,5 die festesten Blumen aller AP. Zwei LIM-Zuchtlinien waren mit Note 6,5 in der Blumenfestigkeit verbessert, die dritte Zuchtlinie LIM-23-33-2014 hingegen hatte mit Note 4 die lockersten Blumen aller Varianten. In der COA-Gruppe zeigte sich bei zwei Zuchtlinien eine Steigerung der Blumenfestigkeit auf Note 6 und 6,5 gegenüber COA-2011, die dritte Zuchtlinie war unverändert. Die CAL-sp-Zuchtlinien hatten mittelfeste Blumen.

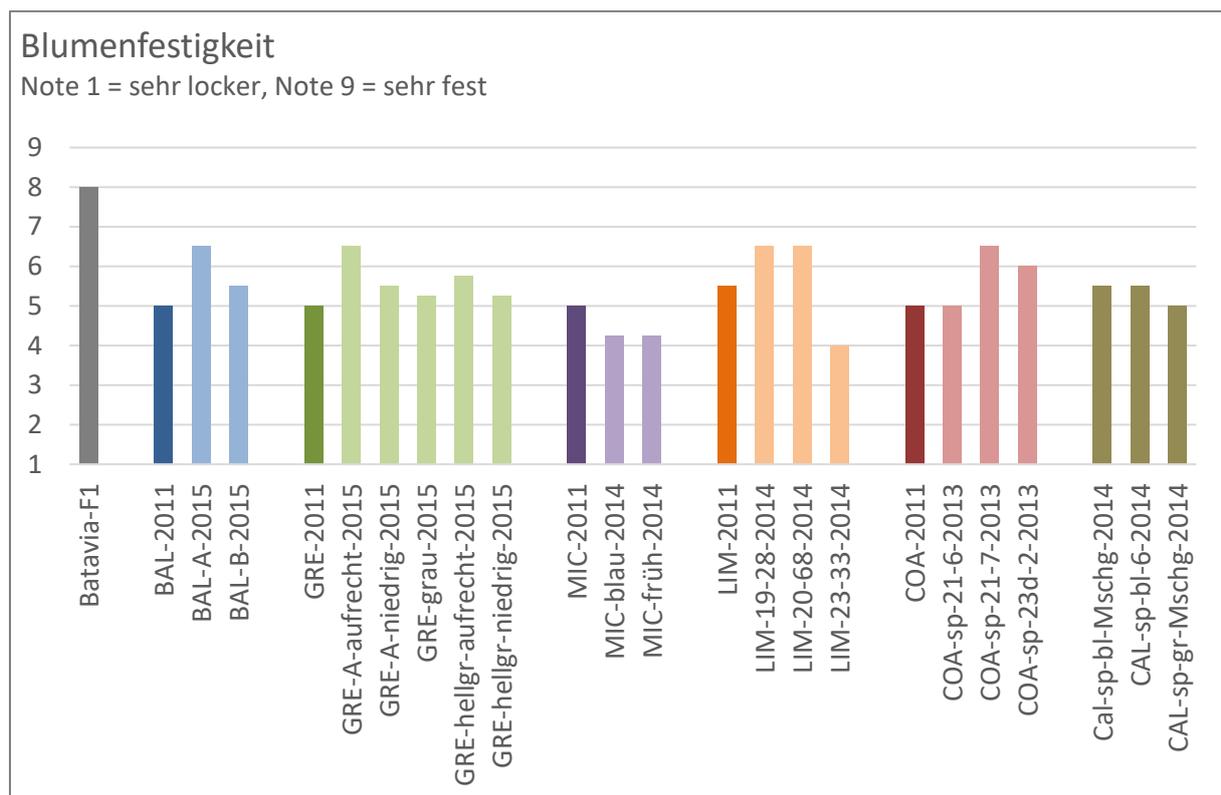


Abbildung 35: Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

Einheitlichkeit

Abbildung 36 zeigt die visuell festgestellte Einheitlichkeit des Gesamtbestandes jeder Versuchsvariante im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim. Auch in diesem Kriterium fiel die Referenzhybride auf: *Batavia F1* wurde mit Note 8 von allen Varianten als am

meisten einheitlich eingestuft. Die BAL-Gruppe lag im sehr niedrigen bis niedrigen Einheitlichkeitsbereich, wobei BAL-A-2015 mit Note 3 eine verbesserte Einheitlichkeit gegenüber der AP aufwies und BAL-B-2015 mit Note 2 weniger einheitlich beurteilt wurde. GRE-2011 lag mit Note 3,5 im niedrigen Einheitlichkeitsbereich. In der GRE-Gruppe hatten zwei Zuchtlinien mit 3,5 die gleiche Benotung wie die AP erhalten, drei Zuchtlinien waren mit Note 4 und 5 verbessert. In der MIC-Gruppe war die AP mit Note 5 im mittleren Einheitlichkeitsbereich, die beiden Zuchtlinien lagen mit Note 3,5 und 2,5 im niedrigen bis sehr niedrigen Bereich und waren damit deutlich uneinheitlicher als die AP. In der LIM-Gruppe zeigte sich von der AP zu den drei Zuchtlinien eine Steigerung der Einheitlichkeit von Note 4,5 auf 6 beziehungsweise 5. Die COA-Gruppe hatte im Vergleich der Zuchtgruppen die höchste Einheitlichkeit mit Werten zwischen 6 und 7. Im Vergleich zu COA-2011 war jedoch nur die Zuchtlinie COA-sp-23d-2-2013 verbessert und hatte mit Note 7 die höchste Einheitlichkeit aller Zuchtlinien. Die CAL-sp-Zuchtlinien lagen im niedrigen bis mittleren Einheitlichkeitsbereich.

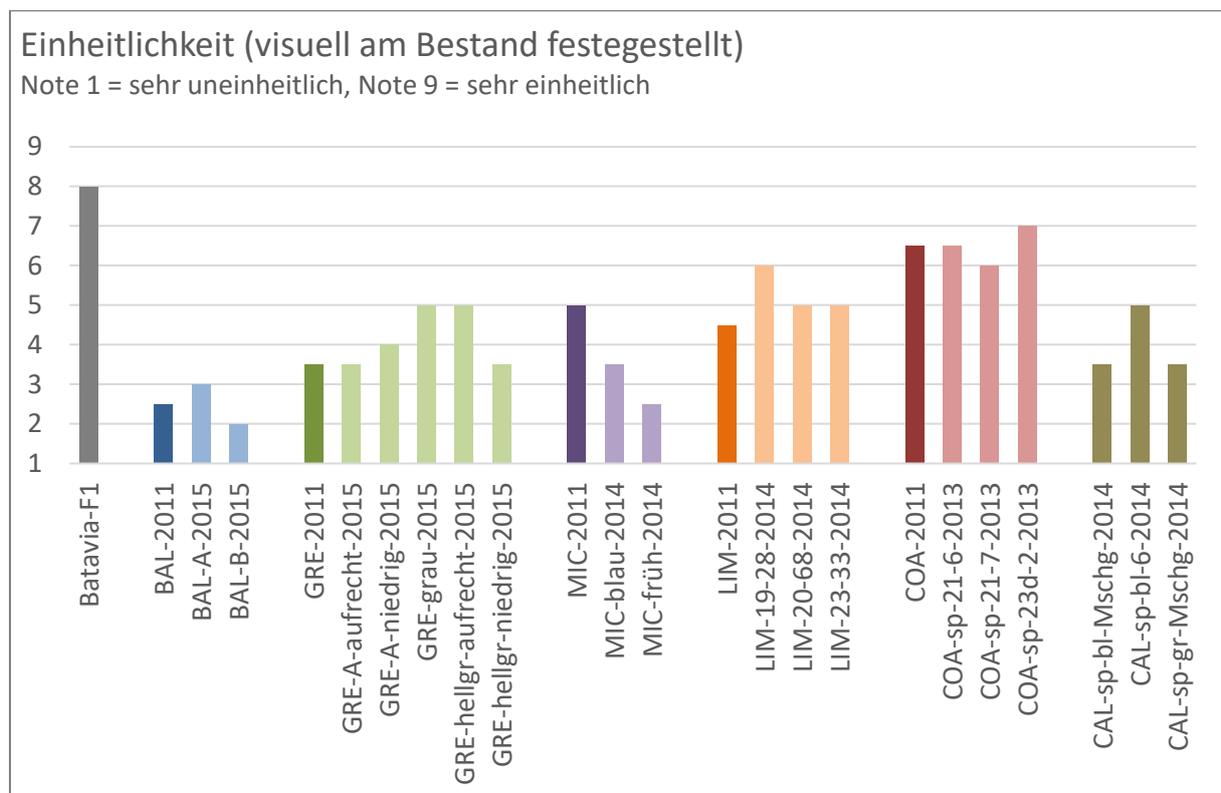


Abbildung 36: Einheitlichkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

Variationskoeffizient

Ergänzend zum „Einheitlichkeitseindruck“ der Parzellen zeigt Abbildung 37 die Variationskoeffizienten des Blumengewichtes in Prozent im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim. Je niedriger der Wert, umso höher ist die Einheitlichkeit des Merkmals Blumengewicht einer Versuchsvariante. Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte einen Variationskoeffizienten von 48 % und damit eine mittlere bis geringe relative Streuung der Blumengewichte. Drei Varianten waren in diesem Merkmal einheitlicher als die Hybride. In der BAL-Gruppe zeigte sich eine Verringerung des Variationskoeffizienten von BAL-2011 mit 55 % zu den Zuchtlinien mit 45 und 48 %. In der GRE-Gruppe lagen die Variationskoeffizienten aller fünf Zuchtlinien über demjenigen der AP GRE-2011 und im mittleren Einheitlichkeitsbereich. In der MIC-Gruppe wurde MIC-blau-2014 weniger einheitlich und MIC-früh-2014 etwas einheitlicher als

die AP eingestuft. Zwischen LIM-2011 und allen drei Zuchtlinien zeigte sich eine deutliche Reduzierung des Variationskoeffizienten von 63 auf 55 bis 53 %. Auch in der COA-Gruppe war eine auffallende Steigerung der Zuchtlinien gegenüber COA-2011 in der Einheitlichkeit des Blumengewichtes zu sehen. COA-sp-21-6-2013 hatte mit 43 % den niedrigsten Variationskoeffizienten im Blumengewicht und war in diesem Merkmal die einheitlichste Variante. Die CAL-sp-Zuchtlinien hatten einen Variationskoeffizienten von 53 bis 57 %.

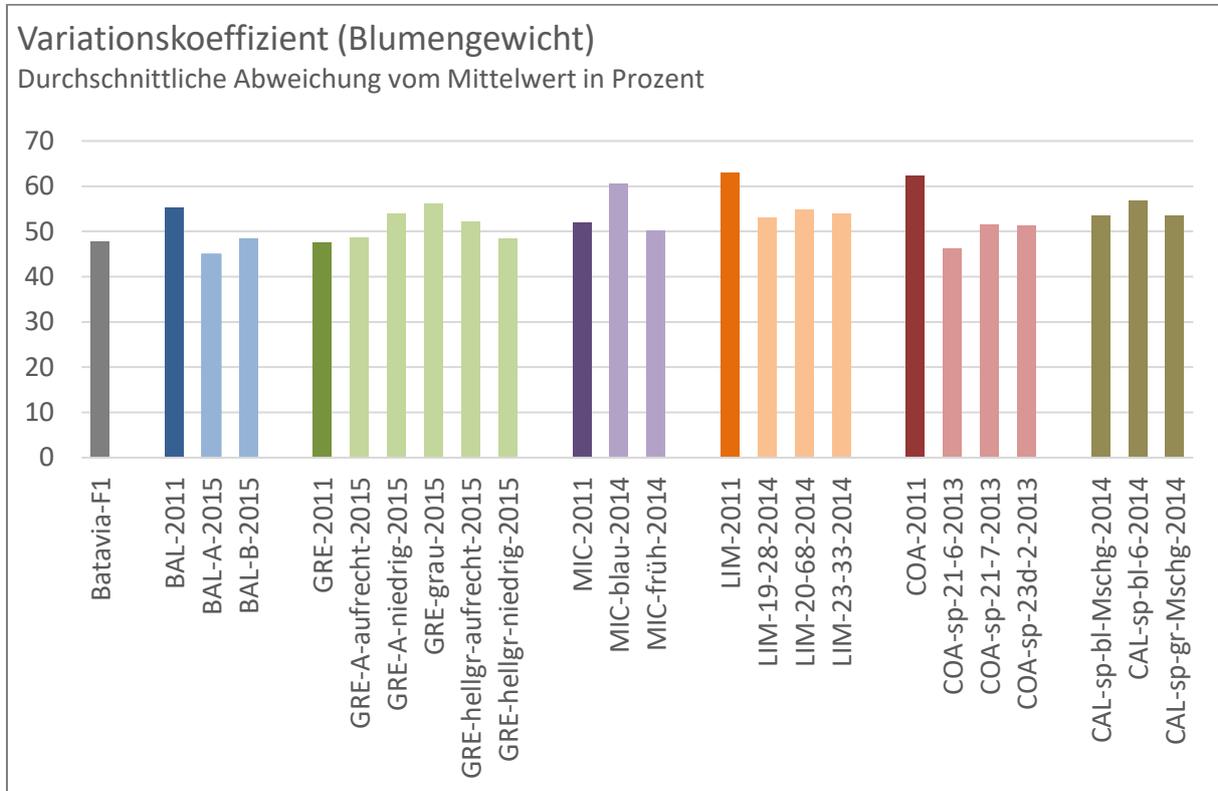


Abbildung 37: Variationskoeffizient (Blumengewicht) im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

Geschmack

In Abbildung 38 sind die sensorischen Ergebnisse aus dem Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim dargestellt. Die Referenzhybride wurde mit Note 5,3 im neutralen Geschmacksbereich als weder besonders positiv noch besonders negativ auffallend eingestuft. Die beste Geschmacksbewertung in der BAL-Gruppe hatte die AP mit Note 6,4. BAL-A-2015 wich stark von BAL-2011 ab und lag mit Note 4,1 im schwachen Geschmacksbereich. BAL-B-2015 wurde mit Note 5,9 etwas schlechter beurteilt als BAL-2011. Auch in der GRE-Gruppe waren die Geschmacksbewertungen der Zuchtlinien sehr verschieden. Die AP lag mit Note 5,6 im leicht positiven Bereich. Drei der fünf GRE-Zuchtlinien waren mit Note 6,3 bis 6,6 geschmacklich besser als GRE-2011. Die anderen zwei GRE-Zuchtlinien lagen im mittleren und negativen Geschmacksbereich, wobei GRE-grau mit Note 3,8 die schlechteste Geschmacksbewertung aller Varianten hatte. In der MIC-Gruppe fiel MIC-2011 mit Note 6,6 durch einen guten Geschmack auf. Beide MIC-Zuchtlinien wurden deutlich schlechter bewertet als die AP und lagen im mittleren Geschmacksbereich. Die LIM-Gruppe hatte im Vergleich aller Zuchtgruppen durchschnittlich die niedrigste Geschmacksbewertung. Gegenüber der mit Note 4,3 negativ bewerteten AP zeigten sich jedoch alle LIM-Zuchtlinien geschmacklich verbessert. In der COA-Gruppe war der Geschmack der Zuchtlinien gegenüber der AP ebenfalls verbessert. COA-sp-21-7-2013 wurde unter diesen Bedingungen mit Note 7,5 als geschmacklich beste Zuchtlinie aller Varianten bewertet. Die CAL-sp-Zuchtlinien lagen im neutralen Geschmacksbereich.

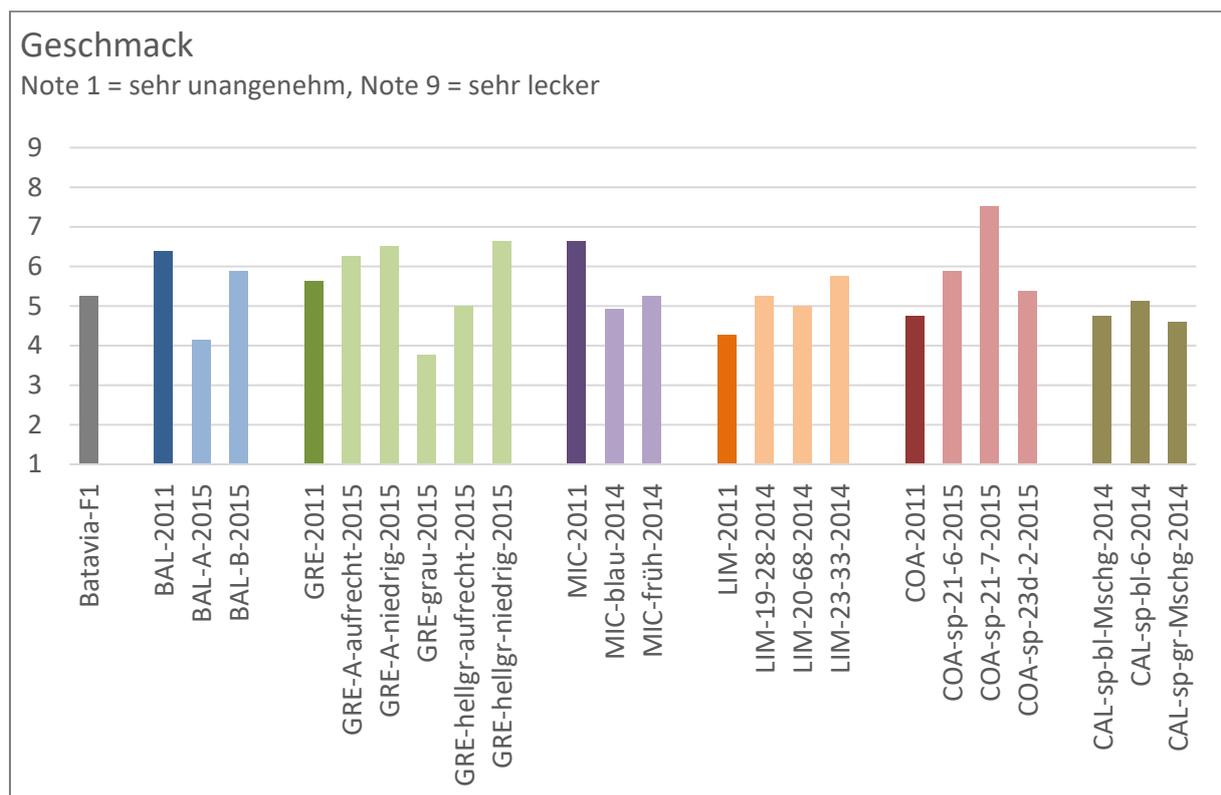


Abbildung 38: Geschmack der Brokkoli-Blumen im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

Abweichungen der Zuchtlinien gegenüber der Ausgangspopulation

In Tabelle 23 sind die Abweichungen der untersuchten Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen Ausgangspopulation in allen zuvor dargestellten Merkmalen zusammenfassend aufgeführt. MIC-blau-2014 war in allen sieben Merkmalen vermindert und zeigte keinen Zuchtfortschritt. Vier Zuchtlinien (BAL-A-2015, BAL-B-2015, MIC-blau-2014 und MIC-früh-2014) wichen in mehr

Merkmale unerwünscht ab als erwünscht. Elf der 15 Zuchtlinien unterschieden sich in mehr Merkmalen positiv als negativ. Drei Zuchtlinien (GRE-A-niedrig-2015, COA-sp-21-7-2013 und COA-sp-23d-2-2013) waren in sechs der sieben Merkmale gegenüber der Ausgangspopulation verbessert, sodass der auffälligste (positive) Zuchtfortschritt auf diesem Hintergrund in der COA-Gruppe zu finden war.

Tabelle 23: Positive und negative Abweichungen in der Merkmalsausprägung der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim. Plus (+) = positive Abweichung des Merkmals, Minus (-) = negative Abweichung des Merkmals, 0 = kein Unterschied des Merkmals gegenüber der AP.

	Kurzer Erntezeitraum	Anteil marktfähiger Blumen	Marktfähiger Ertrag	Blumenfestigkeit	Einheitlichkeit	Variationskoeffizient	Geschmack	Gesamtanzahl +/-
BAL-A-2015	-	-	-	+	+	+	-	4-/3+
BAL-B-2015	+	-	-	+	-	+	-	4-/3+
GRE-A-aufrecht-2015	+	+	+	+	0	-	+	1-/5+
GRE-A-niedrig-2015	+	+	+	+	+	-	+	1-/6+
GRE-grau-2015	+	+	+	+	+	-	-	2-/5+
GRE-hellgr-aufrecht-2015	+	+	+	+	+	-	-	2-/5+
GRE-hellgr-niedrig-2015	0	+	+	+	0	-	+	1-/4+
MIC-blau-2014	-	-	-	-	-	-	-	7-/0+
MIC-früh-2014	0	-	-	-	-	+	-	5-/1+
LIM-19-28-2014	+	-	0	+	+	+	+	1-/5+
LIM-20-68-2014	0	+	0	+	+	+	+	0-/5+
LIM-23-33-2014	+	+	0	-	+	+	+	1-/5+
COA-sp-21-6-2013	+	+	+	0	0	+	+	0-/5+
COA-sp-21-7-2013	+	+	+	+	-	+	+	1-/6+
COA-sp-23d-2-2013	0	+	+	+	+	+	+	0-/6+

4.4.4 Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf

Die Anbaubedingungen im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf waren nicht optimal. Betriebliche Gründe der Kulturführung führten stellenweise zu heterogenen Bodenverhältnissen. Hinzu kam eine partielle Beschattung der Versuchsfläche durch eine Baumreihe am westlichen Feldrand. Sowohl in der Jungpflanzenanzucht als auch im Bestand gab es Drehherzmückenbefall, sodass die Bestandesgrößen der Varianten teilweise deutlich dezimiert waren. Die AP LIM-2011 und COA-2011 keimten beide nur sehr gering bis überhaupt nicht. COA-2011 konnte daher lediglich in einer Wiederholung gepflanzt werden und LIM-2011 fehlte vollständig. Die Ergebnisse des Vergleichsanbaus sind daher eingeschränkt aussagekräftig.

Ernteverlauf

Abbildung 39 zeigt den Ernteverlauf im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf. *Batavia F1* hatte eine mittelspäte Reifezeit mit einem Haupterntefenster über drei Teilernten.

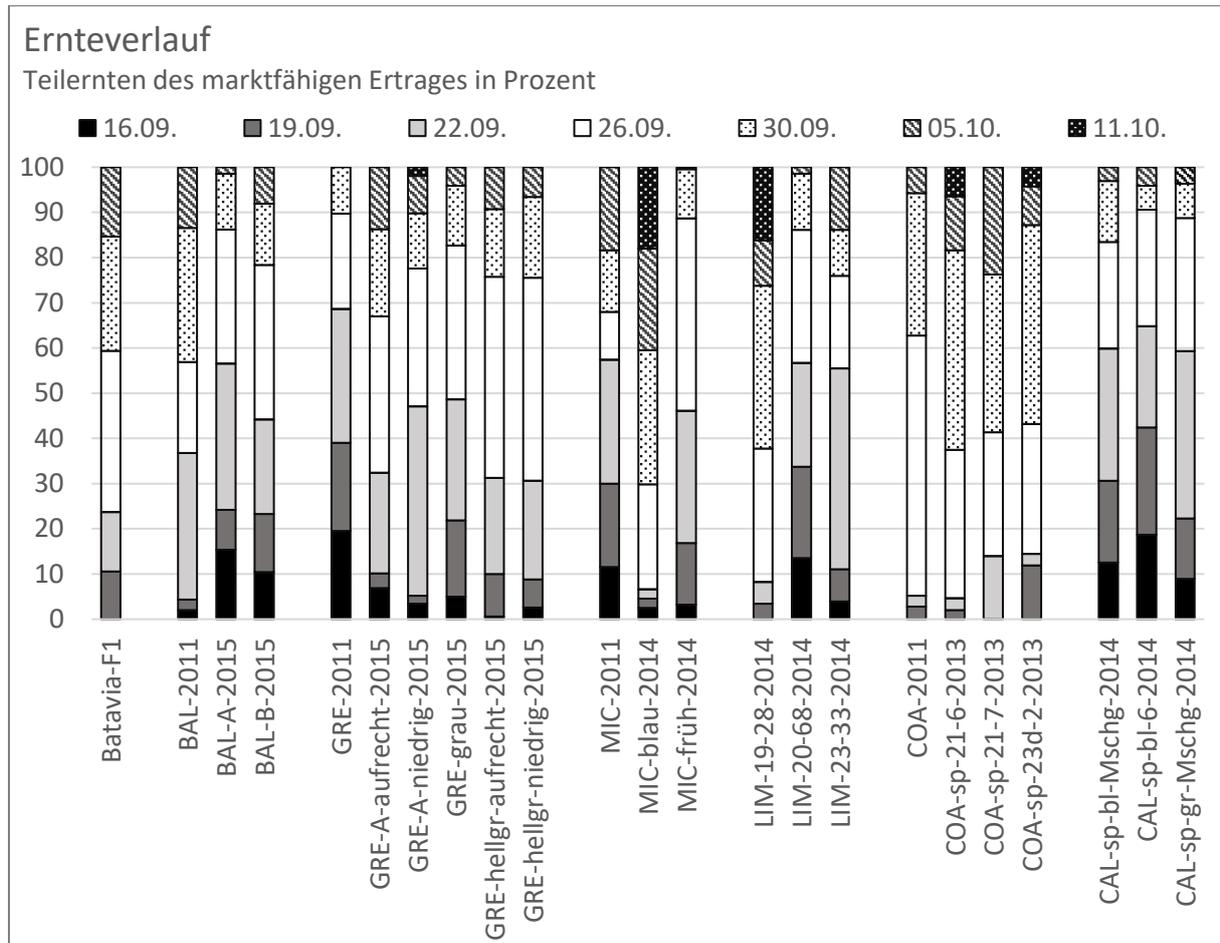


Abbildung 39: Ernteverlauf im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.

Die AP BAL-2011 lag im mittleren Reifebereich und hatte eine etwas längere Ernteperiode als die Referenzhybride. Die beiden BAL-Zuchtlinien ähnelten sich im Ernteverlauf, unterschieden sich jedoch mit einer frühen Reifezeit von der AP. Im Vergleich aller Varianten hatte GRE-2011 die früheste Reifezeit. In der ersten Hälfte der Ernteperiode waren 90 % des Ertrages abgeerntet. Die fünf GRE-Zuchtlinien waren gegenüber der AP deutlich später und lagen im frühen und mittelfrühen Reifebereich. Die Haupternte war bei allen GRE-Zuchtlinien im Vergleich zu GRE-2011 auf zwei Ernteterminen verkürzt. In der MIC-Gruppe war MIC-2011 früh bis sehr früh und hatte eine gleichmäßig ausgedehnte Ernteperiode. MIC-blau-2015 unterschied sich in der Reifezeit sehr stark von der AP und war die späteste Zuchtlinie aller Varianten. MIC-früh-2015 hingegen gehörte zur frühen Reifegruppe und hatte ein gegenüber der AP verkürztes Haupterntefenster an zwei Ernteterminen. Unter den LIM-Zuchtlinien zeigten sich zwei Reifetypen. LIM-19-28-2014 gehörte zur späten Reifegruppe wohingegen die beiden anderen LIM-Zuchtlinien im frühen Reifebereich lagen und sich im Ernteverlauf ähnelten. Die COA-Gruppe hatte insgesamt eine mittelspäte Reifezeit und ein kompaktes Haupterntefenster über zwei Teilernten. Zwischen der AP und den Zuchtlinien zeigte sich lediglich eine geringe Veränderung hin zu einer etwas späteren Reifezeit. Die drei CAL-sp-Zuchtlinien hatten eine frühe bis sehr frühe Reifezeit.

Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag

Die vermarktungsfähigen Anteile des Gesamtertrages im Vergleichsanbau 2016 am Standort Wulfsdorf sind in Abbildung 40 dargestellt. Frühblüher wurden nicht beobachtet. Marktfähige Blumen mit Durchwuchs wurden nicht als separate Gruppe erhoben. Stattdessen ist die Kategorie „marktfähig mit Drehherzmückenbefall“ hinzugenommen. Hier handelt es sich um gut ausgebildete Blumen, die mit über 100 g Blumengewicht im marktfähigen Bereich lagen, jedoch durch Drehherzmückenbefall geschädigt waren.

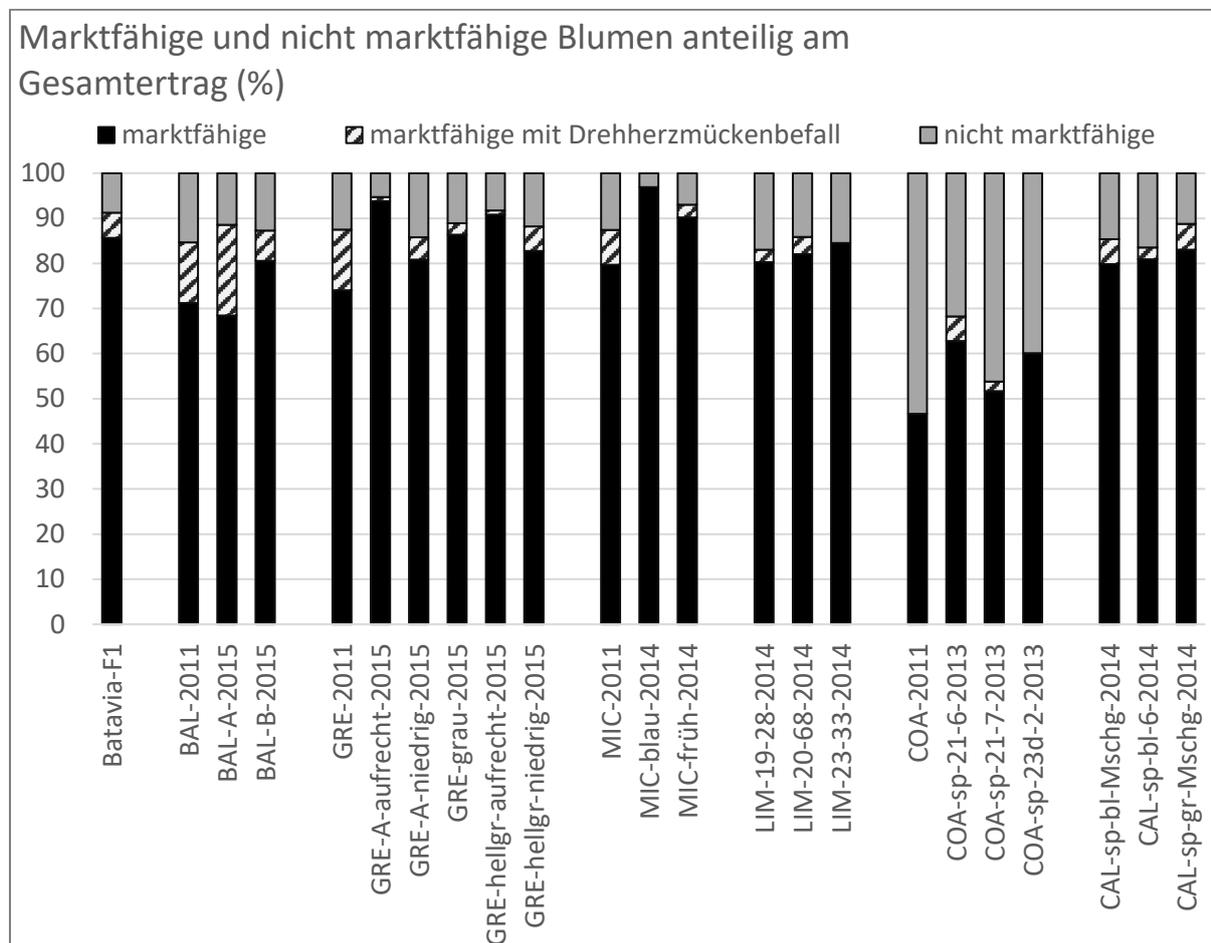


Abbildung 40: Marktfähige und nicht marktfähige Blumen anteilig am Gesamtertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.

Mit Ausnahme der strunkbetonten COA-Gruppe lag der Anteil marktfähiger Blumen am Gesamtertrag bei nahezu allen Zuchtgruppen mit 80 bis 90 % sehr hoch. Die Referenzhybride hatte einen Anteil marktfähiger Blumen von 86 beziehungsweise 91 %, wenn man die Blumen mit Drehherzmückenbefall hinzunimmt. Damit lag sie auf einem hohen Niveau, es gab jedoch drei Zuchtlinien mit einem höheren Anteil marktfähiger Blumen. In der BAL-Gruppe war die Anzahl Blumen mit Drehherzmückenbefall mit bis zu 20 % des Gesamtertrages unter allen Zuchtgruppen am höchsten. Bezieht man die befallenen Blumen mit ein, so zeichnete sich zwischen der AP BAL-2011 mit 85 % und den Zuchtlinien mit 87 und 88 % ein leichter Anstieg in der Anzahl marktfähiger Blumen ab. In der GRE-Gruppe zeigten sämtliche Zuchtlinien einen im Verhältnis zur AP (GRE-2011) gesteigerten Anteil marktfähiger Ware am Ertrag. Unter Einbezug derjenigen Blumen, die durch Drehherzmückenbefall geschädigt waren, zeigten sich zwei Zuchtlinien minimal und zwei Zuchtlinien etwas stärker gegenüber der AP verbessert und erreichen mit GRE-A-aufrecht-2015 einen Anteil marktfähiger Blumen von 95 %. In der MIC-Gruppe waren beide Zuchtlinien gegenüber MIC-2011 verbessert. MIC-blau-2014 hatte mit 97

% den höchsten Anteil marktfähiger Blumen aller Varianten. Die LIM-Zuchtlinien hatten einen Anteil marktfähiger Blumen inklusive Drehherzmückenbefall von 83 bis 86 % und lagen damit auf einem etwas niedrigeren Niveau als die GRE- und MIC-Gruppe. Die COA-Gruppe hatte mit Abstand den geringsten Anteil marktfähiger Blumen aller Zuchtgruppen. COA-2011 lag bei 47 %, wohingegen die drei Zuchtlinien deutlich verbessert waren und einen Anteil marktfähiger Blumen bis zu 68 % aufwiesen. Die CAL-sp-Zuchtlinien hatten einen Anteil marktfähiger Blumen am Gesamtertrag von 83 bis 89 %

Marktfähiger Ertrag

Neben der Verhältnismäßigkeit von marktfähiger und nicht marktfähiger Ernte ist auch die absolute Höhe des Ertrags relevant. Abbildung 41 visualisiert den marktfähigen Ertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf. Von Drehherzmückenbefall geschädigte marktfähige Blumen wurden dabei nicht berücksichtigt.

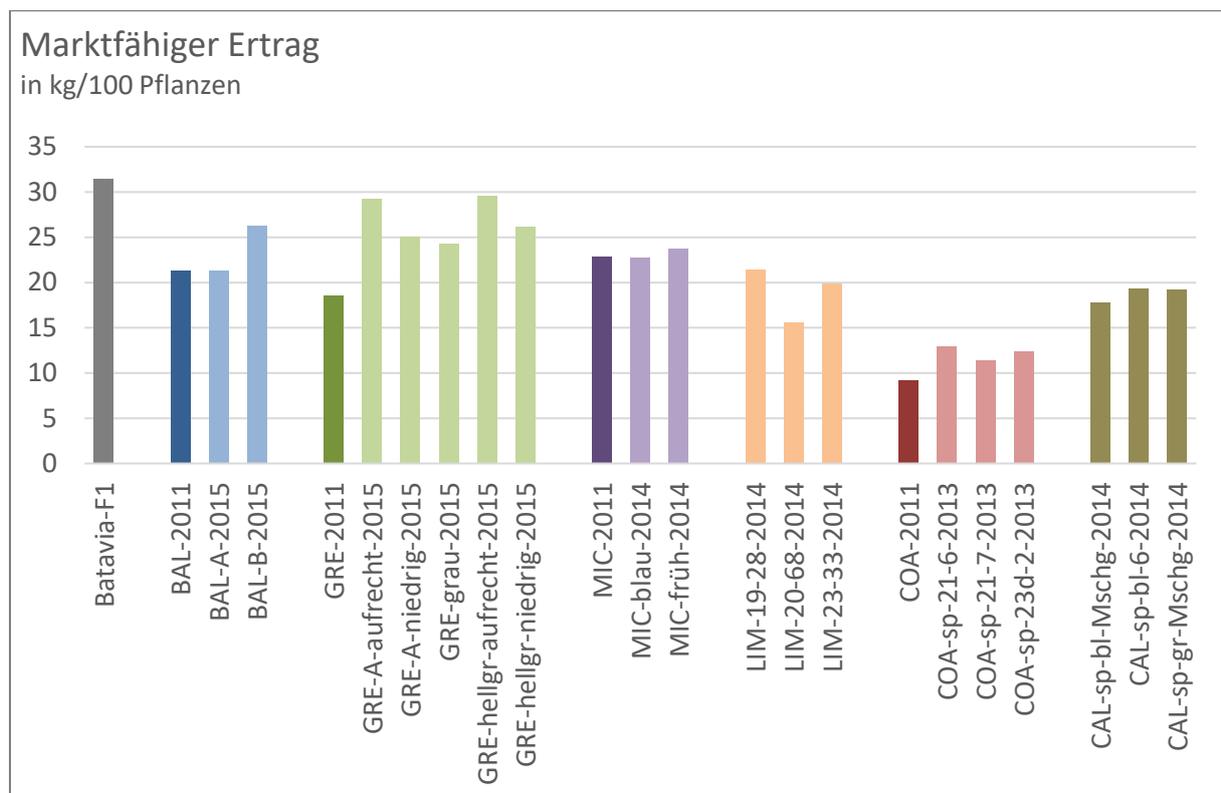


Abbildung 41: Marktfähiger Ertrag im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.

Die Referenzhybride *Batavia F1* erreichte mit 31 kg pro 100 Pflanzen den höchsten Ertrag aller Varianten. Das entspricht einem Flächenertrag von 119,4 dt/ha. In der BAL-Gruppe lag BAL-2011 bei 21 kg Ertrag. BAL-blau-2015 zeigte sich minimal verbessert und BAL-früh-2015 lag mit 26 kg Ertrag deutlich über der AP. Die GRE-Gruppe wies das höchste Ertragsniveau aller Zuchtgruppen auf. Von GRE-2011 mit 18,5 kg zu den Zuchtlinien war eine sehr deutliche Ertragssteigerung zu sehen. GRE-hellgr-aufrecht-2015 hatte mit knapp 30 kg pro 100 Pflanzen die höchste Erntemenge aller Zuchtlinien und brachte damit fast so viel marktfähigen Ertrag wie die Hybride. In der MIC-Gruppe zeigte sich nahezu keine ertragliche Veränderung zwischen MIC-2011 und den beiden Zuchtlinien. MIC-früh lag mit 24 kg Ertrag minimal über MIC-2011. In der LIM-Gruppe lagen zwei Zuchtlinien im Vergleich aller Varianten im mittleren Ertragsbereich. LIM-20-68-2014 erreichte mit 16 kg einen niedrigen Ertrag. Die COA-Gruppe

zeigte unter allen Zuchtgruppen das geringste Ertragsniveau. Alle COA-Zuchtlinien waren gegenüber der AP verbessert und erreichten Erträge bis zu 13 kg pro 100 Pflanzen. Die CAL-sp-Zuchtlinien lagen mit 17 bis 18 kg im mittleren bis niedrigen Ertragsbereich.

Mit einer Bestandesdichte von 3,8 Pflanzen/m² entsprachen die Erträge umgerechnet Werten zwischen 35,1 dt/ha bei COA-2011 und 112,5 dt/ha bei GRE-hellgr-aufrecht-2015 (Anhang). Das durchschnittliche Gewicht der marktfähigen Blumen lag zwischen 368 g/Blume bei *Batavia F1* und 189 g/Blume bei LIM-20-68-2014 (Anhang).

Blumenfestigkeit

Die manuell festgestellte Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf ist in Abbildung 42 zu sehen. Die Referenzhybride *Batavia F1* bildete mit Note 8 sehr feste Blumen, aber in diesem Datensatz kamen auch höhere Werte vor.

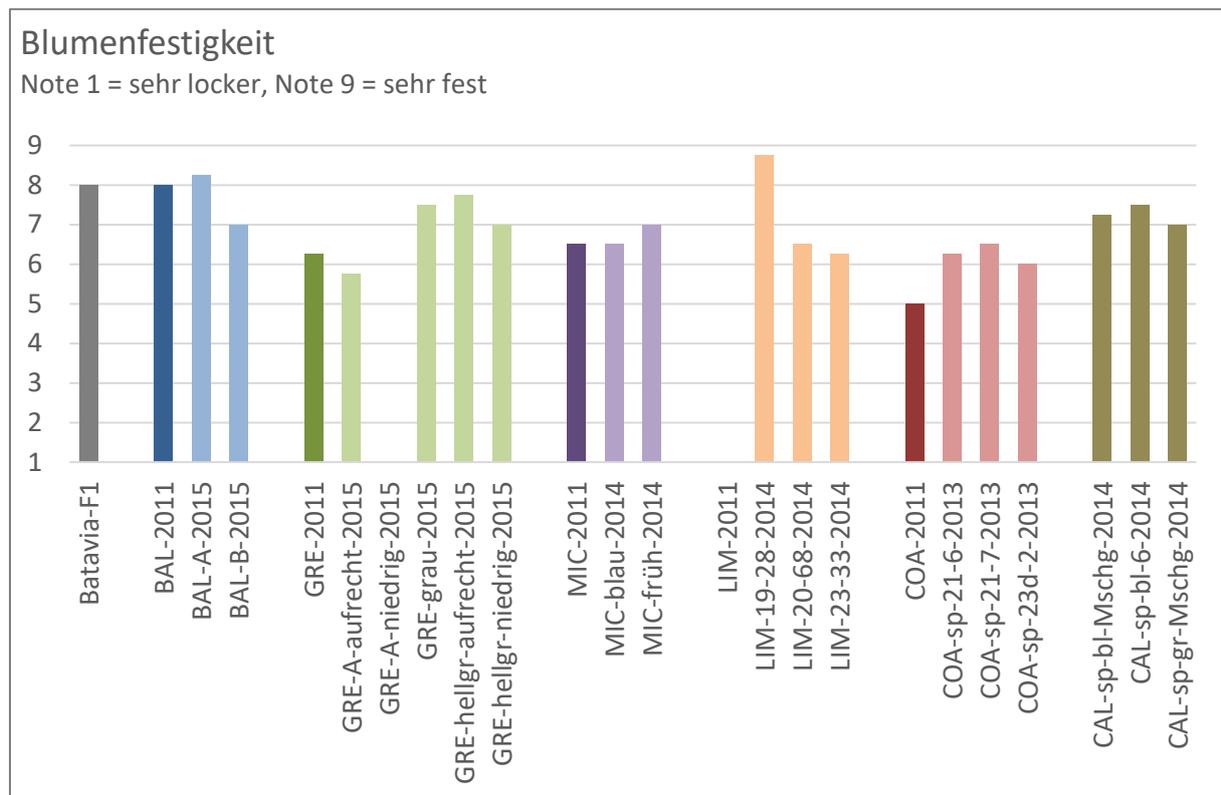


Abbildung 42: Blumenfestigkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.

BAL-2011 wies ebenfalls mit Note 8 eine sehr hohe Blumenfestigkeit auf. BAL-blau-2015 war mit Note 8,25 sogar noch etwas fester, wohingegen BAL-früh-2015 mit Note 7 lockerere Blumen als die AP ausbildete. In der GRE-Gruppe war die Blumenfestigkeit von drei der fünf Zuchtlinien gegenüber GRE-2011 deutlich verbessert und lag im festen Bereich. GRE-A-aufrecht hatte mit Note 5,75 etwas lockerere Blumen als GRE-2011, von GRE-A-niedrig-2015 lagen keine Angaben vor. In der MIC-Gruppe war die Blumenfestigkeit zwischen MIC-2011 und MIC-blau-2014 gleichbleibend. MIC-früh-2014 hatte mit Note 7 etwas festere Blumen als die AP. LIM-19-28-2014 bildete mit Note 8,75 die festesten Blumen aller Varianten. Die beiden anderen LIM-Zuchtlinien lagen im mittelfesten bis festen Bereich. COA-2011 wies unter allen Varianten die lockersten Blumen auf. Die drei CO-Zuchtlinien waren gegenüber der AP verbessert und hatten mittelfeste bis feste Blumen. Die CAL-sp-Zuchtlinien hatten mit Note 7 bis 7,5 feste Blumen.

Einheitlichkeit

In Abbildung 43 ist die Einheitlichkeit des Gesamtbestandes jeder Versuchsvariante im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf dargestellt. Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte mit Note 8 eine sehr hohe Einheitlichkeit. Dieser Wert wurde ansonsten nur noch von zwei Zuchtlinien erreicht.

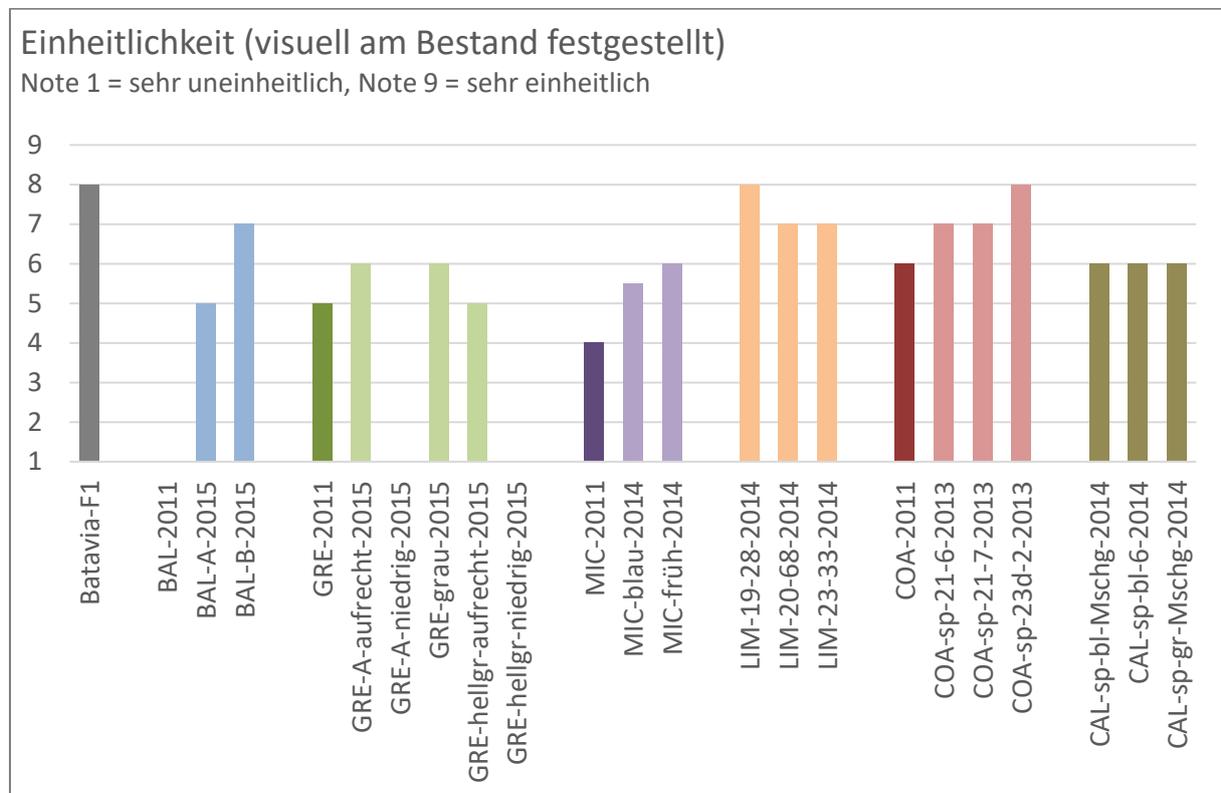


Abbildung 43: Einheitlichkeit im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.

In der BAL-Gruppe gab es keine Angaben zu BAL-2011. BAL-blau-2015 hatte mit Note 7 eine hohe und BAL-früh-2015 mit Note 5 eine mittlere Einheitlichkeit. Die GRE-Gruppe lag mit Note 5 und 6 im mittleren bis hohen Einheitlichkeitsbereich, wobei bei zwei der fünf Zuchtlinien keine Angaben vorlagen. Zwei der drei GRE-Zuchtlinien wiesen gegenüber GRE-2011 eine höhere Einheitlichkeit auf. Von MIC-2011 mit einer niedrigen Einheitlichkeit zu den beiden Zuchtlinien zeigte sich eine deutliche Steigerung des Maßes Einheitlichkeit. Die drei LIM-Zuchtlinien hatten genauso wie die drei COA-Zuchtlinien mit Note 7 und 8 eine hohe bis sehr hohe Einheitlichkeit. LIM-19-28-2014 und COA-sp-23d-2-2013 hatten gemeinsam mit der Hybride die höchste Einheitlichkeit des Gesamtbestandes. Die CAL-sp-Zuchtlinien wurden mit Note 6 im hohen Einheitlichkeitsbereich eingestuft.

Variationskoeffizient

Die Einheitlichkeit des Erntegutes wurde über den Variationskoeffizient des Merkmals Blumengewicht ermittelt. Diese Kenngröße ist in Abbildung 44 für den Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf dargestellt. Je niedriger der Wert, umso höher ist die Einheitlichkeit des Merkmals Blumengewicht einer Versuchsvariante. Die Blumen der Referenzhybride *Batavia F1* waren mit einem Variationskoeffizienten von 30 % relativ einheitlich. In der BAL-Gruppe zeigte sich eine Verringerung des Variationskoeffizienten der beiden Zuchtlinien gegenüber BAL-2011. In der GRE-Gruppe waren drei der fünf Zuchtlinien im Merkmal Blumengewicht einheitlicher als die AP. GRE-hellgr-niedrig-2015 hatte mit 27 % den niedrigsten

Variationskoeffizienten aller Varianten. Die beiden MIC-Zuchtlinien hatten eine etwas geringere Einheitlichkeit des Blumengewichtes als MIC-2011 mit einem Variationskoeffizienten von 34 und 32 %. Die drei LIM-Zuchtlinien wiesen mit 33,5 und 36 % eine ähnliche relative Streuung der Blumengewichte auf wie die MIC-Zuchtlinien. Die COA-Gruppe hatte im Vergleich der Zuchtgruppen durchschnittlich den höchsten Variationskoeffizienten, wobei COA-2011 mit 44 % die stärkste relative Streuung der Blumengewichte zeigte. Alle drei COA-Zuchtlinien waren gegenüber der AP verbessert, lagen aber dennoch auf einem vergleichsweise niedrigen bis mittleren Einheitlichkeitsniveau. Die CAL-sp-Zuchtlinien ähnelten den COA-Zuchtlinien mit Variationskoeffizienten des Blumengewichtes von 33, 41 und 37 %.

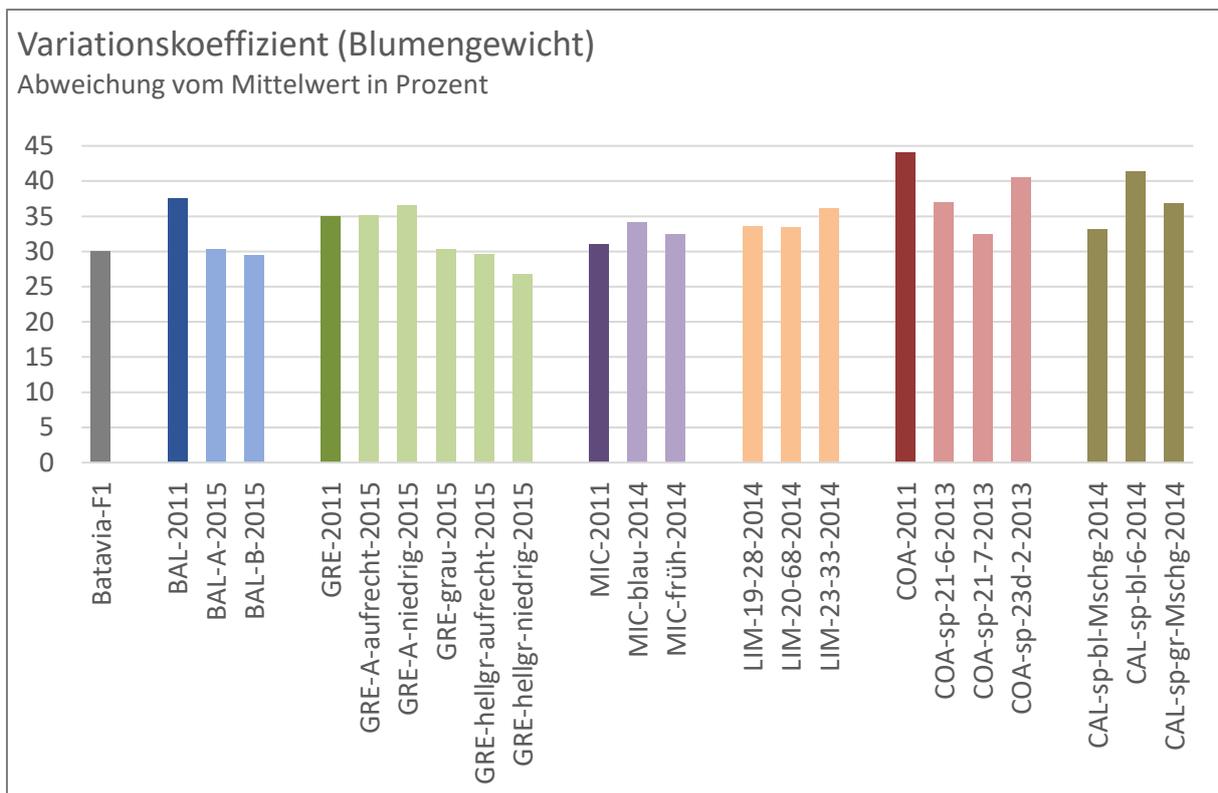


Abbildung 44: Variationskoeffizient (Blumengewicht) im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.

Geschmack

Das Säulendiagramm in Abbildung 45 zeigt die Ergebnisse der Geschmackstests aus dem Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf. Die Referenzhybride *Batavia F1* hatte mit Note 3,4 den schlechtesten Geschmack aller Varianten. Die BAL-Gruppe wurde im positiven Geschmacksbereich eingestuft, wobei die Zuchtlinien mit Note 6,6 und 6,8 gegenüber der AP (5,9) geschmacklich verbessert waren. GRE-2011 hatte mit Note 6,8 ein hohes Geschmacksniveau und wurde nur von einer der fünf GRE-Zuchtlinien übertroffen. GRE-grau-2015 hatte mit Note 8,4 einen sehr leckeren Geschmack und wurde mit Abstand als beste Variante beurteilt. MIC-2011 hatte mit 7,1 unter den AP den besten Geschmack, die beiden Zuchtlinien lagen mit Noten 6 und 4,3 geschmacklich deutlich darunter. Die drei LIM-Zuchtlinien lagen im leicht positiven, neutralen und leicht negativen Geschmacksbereich. In der COA-Gruppe bekam COA-2011 mit Note 4,8 eine neutrale Geschmacksbewertung. COA-sp-21-6-2013 hatte mit Note 4,4 einen etwas schlechteren Geschmack als die AP, die beiden anderen COA-Zuchtlinien wurden geschmacklich besser bewertet und liegen im neutralen bis positiven Geschmacksbereich. Die CAL-sp-Zuchtlinien bekamen eine neutrale bis positive Geschmacksbewertung, wobei CAL-sp-bl-6-2014 mit Note 6,9 den besten Geschmack innerhalb der CAL-sp-Gruppe aufwies.

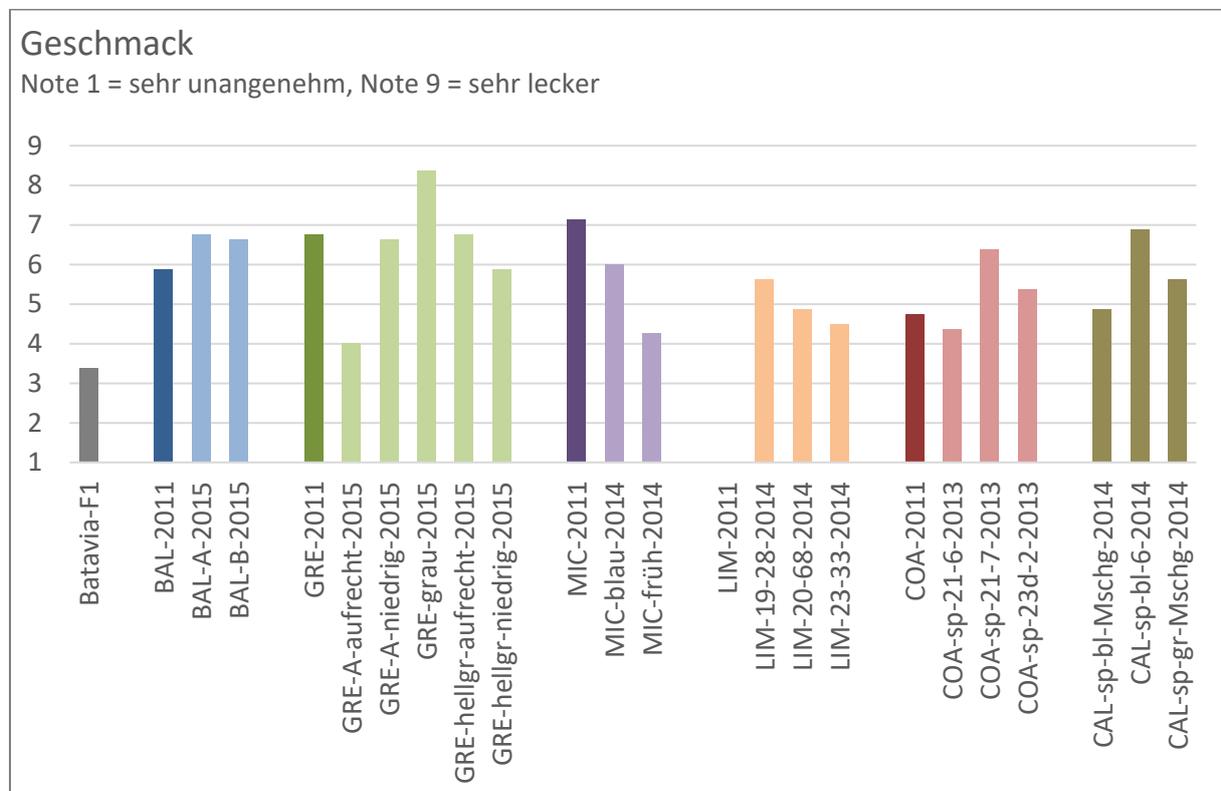


Abbildung 45: Geschmack der Brokkoli-Blumen im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.

Abweichungen der Zuchtlinien gegenüber der Ausgangspopulation

Tabelle 24 gibt eine Zusammenschau der Unterschiede zwischen den Zuchtlinien und den dazugehörigen Ausgangspopulationen auf Basis der zuvor ausführlich beschriebenen Merkmale. Dabei zeigte sich, dass alle Zuchtlinien in mindestens drei Merkmalen verbessert waren. GRE-A-aufrecht-2015 war in drei Kenngrößen vermindert und in drei verbessert. 14 der 15 Zuchtlinien waren in mehr Merkmalen verbessert als vermindert. Zwei Zuchtlinien (COA-sp-21-7-2013 und COA-sp-23d-2-2013) schnitten in sechs von sieben Merkmalen besser ab als ihre AP. GRE-grau-2015 wich in allen sieben Merkmalen positiv gegenüber der AP ab.

Tabelle 24: Positive und negative Abweichungen in der Merkmalsausprägung der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf. Plus (+) = positive Abweichung des Merkmals, Minus (-) = negative Abweichung des Merkmals, 0 = kein Unterschied des Merkmals gegenüber der AP; / = keine Angabe.

	Kurzer Erntezeitraum	Anteil marktfähiger Blumen	Marktfähiger Ertrag	Blumenfestigkeit	Einheitlichkeit	Variationskoeffizient	Geschmack	Gesamtanzahl -/+
BAL-A-2015	-	+	0	+	/	+	+	1-/4+
BAL-B-2015	-	+	+	-	/	+	+	2-/4+
GRE-A-aufrecht-2015	-	+	+	-	+	0	-	3-/3+
GRE-A-niedrig-2015	+	+	+	/	/	-	-	2-/3+
GRE-grau-2015	+	+	+	+	+	+	+	0-/7+
GRE-hellgr-aufrecht-2015	+	+	+	+	0	+	0	0-/5+
GRE-hellgr-niedrig-2015	+	+	+	+	/	+	-	1-/5+
MIC-blau-2014	+	+	0	0	+	-	-	2-/3+
MIC-früh-2014	+	+	+	+	+	0	-	1-/5+
COA-sp-21-6-2013	-	+	+	+	+	+	-	2-/5+
COA-sp-21-7-2013	-	+	+	+	+	+	+	1-/6+
COA-sp-23d-2-2013	-	+	+	+	+	+	+	1-/6+

4.5 Ergebnisse des Projektpartners Universität Hohenheim

Die Ergebnisse des Projektpartners Universität Hohenheim aus dem Projektzeitraum 15.07.2011 bis 14.07.2014 wurden im Schlussbericht der Universität Hohenheim beschrieben und ausgewertet (Wolf et al. 2014). Die Datenerhebung und -auswertung während der Projektverlängerungsphase 01.07.2015 bis 31.05.2017 erfolgte an der Universität Hohenheim unter anderem in Doktor-, Master- und Bachelorarbeiten. Im vorliegenden Schlussbericht sind unter Kapitel 4.5.1 die Ergebnisse aus den Anbauversuchen 2015 und 2016 der Universität Hohenheim zusammenfassend dargestellt. Sie umfassen agronomische Daten, Gehalte einzelner Glucosinolate und Resultate der sensorischen Untersuchungen.

4.5.1 Anbauversuche Herbst 2015 und Frühjahr 2016

Agronomische Merkmale

Wichtige agronomische Daten der Anbauversuche Herbst 2015 und Frühjahr 2016 in Hohenheim sind in Tabelle 25 aufgelistet. Auffällig war insbesondere der Effekt des Anbauzeitraums. So waren die Werte für Frischmasse wie auch für das Blumengewicht in allen Fällen im Herbstanbau 2015 höher als im Frühjahr 2016. Die samenfeste Referenzsorte *Miranda* bildete im Frühjahr 2016 keine Blumen und wurde daher nicht berücksichtigt. Im Herbst 2015 lagen die Blumengewichte zwischen 250 g bei GRE-A und 359 g bei *Batavia F1*. Der Frühjahrsanbau 2016 führte zu Blumengewichten zwischen 204 g bei GRE-A und 288 g bei BAL-A. Die Blumengewichte der Varianten BAL-A, CAL-sp-blau, *Calinaro* und Linie-124 zeigten keinen signifikanten Unterschied im Vergleich der Anbaujahre. Im Herbst 2015 wurde deutlich öfter Hohlstrüchtigkeit festgestellt als bei Anbau im Frühjahr 2016. Die Anteile hohler Strünke lag im Herbst zwischen 0 % bei *Calinaro* und LIM-19-28 und 36 % bei COA-41-1. Im Frühjahr wurden Werte zwischen 0 % bei *Calinaro*, CAL-sp-bl-Mschg, LIM-19-28, Linie-701 und *Marathon F1* und 7 % bei BAL-A gefunden. Der Frischmasseernteindex (FMEI) war in allen Varianten im Frühjahr höher als im Herbst. Er gibt das Verhältnis zwischen Blumengewicht und Gesamtpflanzengewicht in Prozent an. Je höher der FMEI desto schwerer ist die Blume im Verhältnis zur Gesamtpflanze. Der FMEI lag im Herbst 2015 zwischen 18 % bei *Marathon F1* und 28 % bei *Calinaro*. Im Frühjahr 2016 lag er zwischen 26 % bei COA-38-6 und 39 % bei *Calinaro*. Die meisten Varianten erzielten im Herbst 2015 einen signifikant höheren marktfähigen Ertrag als im Frühjahr 2016. Der marktfähige Ertrag lag im Herbst zwischen 40,4 dt/ha bei Linie-701 und 158,3 dt/ha bei CAL-sp-bl-7. Im Frühjahr 2016 lag er zwischen 20,6 dt/ha bei COA-38-6 und 84,6 dt/ha bei *Marathon F1*. Linie-701 und MIC zeigten keine signifikanten Reaktionen im marktfähigen Ertrag auf den Anbauzeitraum. Der Anteil marktfähiger Blumen lag im Herbst 2015 zwischen 62,2 % bei COA-41-1 und 87,9 % bei *Batavia F1*. Nur Linie-701 wich stark davon ab mit einem sehr niedrigen Anteil marktfähiger Ware von 38 %. Im Frühjahr streuten die Werte zwischen den Zuchtlinien stärker und in den meisten Fällen auf etwas niedrigerem Niveau als im Herbst. Im Frühjahr lag der Anteil marktfähiger Blumen zwischen 32,1 % bei LIM-20-68 und 84,4 % bei *Marathon F1*.

Glucosinolatgehalte

In Tabelle 26 sind die Gehalte sechs einzelner Glucosinolate und der Gesamtglucosinolatgehalt von Brokkoli-Blumen zur Erntereife aufgeführt. Die Glucosinolatbestimmung wurde mittels kalibriertem Nahinfrarotspektrophotometer (NIRS) in einem optischen Verfahren an gefriergetrockneten und anschließend gemahlten Proben durchgeführt. Innerhalb eines Anbauversuches (Herbst 2015 beziehungsweise Frühjahr 2016) wurden kaum nennenswerte

Unterschiede im Glucosinolatgehalt der geprüften Varianten gefunden. Der Gesamtgehalt variierte im Herbst 2015 zwischen $3,82 \mu\text{mol g}^{-1}$ bei Linie-124 und $4,06 \mu\text{mol g}^{-1}$ bei *Batavia F1*. Im Frühjahr 2016 variierte der Gesamtgehalt zwischen $2,91 \mu\text{mol g}^{-1}$ bei Linie-124 und $3,11 \mu\text{mol g}^{-1}$ bei *Calinaro*. Der Unterschied im Gesamtglucosinolatgehalt war zwischen den Anbaujahren höher als zwischen den Versuchsvarianten. Der gleiche Effekt zeigte sich bei den einzelnen Glucosinolatgehalten Glucoiberin (GI), Glucosinigrin (GS), Glucoraphanin (GRA), 4-Methoxyglucobrassicin (4ME) und 1-Methoxyglucobrassicin (NGB). Nur Glucobrassicin (GBS) blieb konstant und zeigte, abgesehen von zwei Varianten (GRE-A, MIC), keine signifikanten Unterschiede zwischen Herbst und Frühjahr. Alle Varianten zeigten das gleiche Verteilungsmuster der einzelnen Glucosinolate am Gesamtglucosinolatgehalt. GRA hat den höchsten Anteil gefolgt von GBR und NGB.

Sensorische Untersuchungen

Die sensorischen Untersuchungen wurden in beiden Versuchsjahren an jeweils drei ausgewählten Zuchtlinien und der Referenzhybride *Batavia F1* durchgeführt. 2015 wurden die Zuchtlinien MIC-31, CAL-sp-bl-7 und GRE-A geschmacklich geprüft. 2016 waren es MIC-blau, LIM-19-28 und GRE-A. In beiden Jahren fand ein hedonischer Geschmackstest durch ein unerfahrenes Konsumenten-Panel statt, das die Beliebtheit acht verschiedener Geschmacksmerkmale bewertete und anschließend eine Kaufentscheidung angab. 2015 wurde zusätzlich ein beschreibender Geschmackstest (acht Geschmacksmerkmale + freie Charakterisierung) durch ein professionelles Sensorik-Panel durchgeführt. Im Folgenden sind die Ergebnisse des beschreibenden sowie der hedonischen Geschmackstests anhand von Spinnendiagrammen dargestellt. In Tabelle 27 sind die Angaben bezüglich der Kaufentscheidung des hedonischen Konsumenten-Panels aus beiden Versuchsjahren nebeneinander gestellt.

Die Ergebnisse des beschreibenden Geschmackstest sind in Abbildung 46 dargestellt. MIC-31 erhielt vom erfahrenen Sensorik-Panel die Beschreibung bitter, nussig, aromatisch und kohlig. CAL-sp-bl-7 hatte eine geringe Körnigkeit und wurde als teilweise wässrig und fade charakterisiert. GRE-A hatte die höchste Süße unter den Zuchtlinien, wurde jedoch als teilweise wässrig beschrieben. *Batavia F1* wurde die höchste Süße, Körnigkeit und Festigkeit zugewiesen, neben einem nussig aromatischen Geschmack.

Der hedonische Geschmackstest 2015 (Abbildung 47) differenzierte die Varianten in der Bewertung durch das Konsumenten-Panel kaum. Die Benotung lag in allen geprüften Kriterien auf einem mittleren bis hohen Niveau. Die größten Unterschiede zeigten sich im Merkmal Gesamtgeschmack. MIC-31 bekam hierbei die höchste Benotung gefolgt von *Batavia F1*, GRE-A und CAL-sp-bl-7.

Im hedonischen Geschmackstest 2016 (Abbildung 48) wurden wenige Unterschiede zwischen den Varianten in der Bewertung durch das Konsumenten-Panel festgestellt. Die Benotung lag in allen geprüften Kriterien auf einem mittleren bis hohen Niveau. MIC-blau fiel durch die höchste Bewertung in sechs von acht Merkmalen besonders positiv auf. LIM-19-28 bekam im Merkmal Erscheinungsbild mit Abstand die niedrigste Beurteilung.

Die Kaufentscheidung sagt neben der Bewertung des Gesamtgeschmackes am meisten über die Beliebtheit der Varianten hinsichtlich des Geschmacks aus. Im Herbst 2015 wären MIC-31, *Batavia F1* und GRE-A mit Präferenz in der genannten Reihenfolge gekauft worden. CAL-sp-bl-7 wäre mit Note 3,7 nicht gekauft worden. Im Frühjahr 2016 wären alle Varianten gekauft worden. Die beste Benotung hatte MIC-blau gefolgt von LIM-19-28, GRE-A und *Batavia F1*.

Tabelle 25: Frischmasse (g), Blumengewicht (g), Blumendurchmesser (cm), Anwesenheit von Hohlstrüknigkeit (%), FMEI (%), marktfähiger Ertrag (dt/ha) und Anteil marktfähiger Blumen (%) von 14 Genotypen (Sorten/Zuchtlinien) aus den Anbauversuchen der Universität Hohenheim im Herbst 2015 und Frühjahr 2016. Werte in einer Zelle mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander ($p < 0,05$). Keine Angabe = k.A., keine Blumen = k.B.

	Sorten/Zuchtlinien	Jahr	Frischmasse (g)	Blumengewicht (g)	Blumendurchmesser (cm)	Anwesenheit von Hohlstrüknigkeit %	FMEI (%)	Marktfähiger Ertrag (dt/ha)	Anteil marktfähiger Blumen (%)
Referenzsorten/ Kontrolle	<i>Batavia F1</i>	2015	1434,92 ± 52,46 ^a	358,67 ± 11,97 ^a	11,84 ± 0,23	18,07	25,53 ^b	153,2 ± 13,0 ^a	87,86
		2016	804,61 ± 48,77 ^b	274,61 ± 15,28 ^a	15,50 ± 1,29	0,60	35,51 ^a	77,9 ± 06,0 ^b	68,33
	<i>Marathon F1</i>	2015	1700,85 ± 61,66 ^a	317,68 ± 13,74 ^a	11,94 ± 0,29	11,36	18,07 ^b	128,2 ± 13,0 ^a	79,21
		2016	797,77 ± 61,67 ^b	260,49 ± 18,88 ^b	13,16 ± 1,60	0,00	32,82 ^a	84,6 ± 06,0 ^b	84,37
	<i>Miranda</i>	2015	1277,82 ± 58,74	275,67 ± 13,42	11,79 ± 0,26	28,00	22,00	101,4 ± 13,0	79,17
		2016	k.A.	k.B.	k.B.	k.B.	k.A.	k.B.	k.B.
Zuchtlinien	BAL-A	2015	1356,95 ± 55,03 ^a	312,51 ± 11,97 ^a	12,01 ± 0,24	13,06	23,00 ^b	105,1 ± 13,0 ^a	68,19
		2016	966,12 ± 51,59 ^b	287,55 ± 16,24 ^a	12,79 ± 1,37	6,62	31,04 ^a	65,5 ± 06,0 ^b	61,25
	CAL-sp-bl-7 CAL-sp-bl-Mschg	2015	1124,59 ± 55,57 ^a	273,63 ± 12,22 ^a	12,38 ± 0,25	25,50	24,89 ^b	158,3 ± 13,0 ^a	76,12
		2016	693,03 ± 56,46 ^b	245,45 ± 17,65 ^a	13,00 ± 1,48	0,00	35,39 ^a	53,8 ± 06,0 ^b	60,41
	<i>Calinaro</i> (Sorte)	2015	971,94 ± 54,50 ^a	274,63 ± 11,86 ^a	11,92 ± 0,24	0,00	28,00 ^b	117,2 ± 13,0 ^a	73,64
		2016	648,53 ± 50,14 ^b	247,00 ± 15,76 ^a	13,13 ± 1,33	0,00	39,03 ^a	37,5 ± 06,0 ^b	42,50
	COA-41-1 COA-38-6	2015	1431,52 ± 59,63 ^a	272,87 ± 12,80 ^a	12,31 ± 0,26	35,83	19,02 ^b	67,2 ± 13,0 ^a	62,23
		2016	915,41 ± 53,98 ^b	229,11 ± 16,95 ^b	12,10 ± 1,42	2,33	25,48 ^a	20,6 ± 06,0 ^b	31,25
	GRE-A	2015	1141,40 ± 52,34 ^a	250,22 ± 11,38 ^a	12,38 ± 0,23	22,76	23,41 ^b	100,4 ± 13,0 ^a	67,30
		2016	687,16 ± 48,53 ^b	204,59 ± 15,26 ^b	12,64 ± 1,29	0,60	30,74 ^a	65,7 ± 07,5 ^b	67,91
	GRE-grau-früh	2015	1260,88 ± 57,37 ^a	305,50 ± 12,51 ^a	12,32 ± 0,25	14,06	24,72 ^b	155,6 ± 13,0 ^a	81,54
		2016	786,67 ± 48,72 ^b	253,98 ± 15,25 ^b	12,15 ± 1,28	0,60	33,15 ^a	62,3 ± 05,2 ^b	70,83
	LIM-19-28	2015	1128,89 ± 56,46 ^a	276,41 ± 12,26 ^a	11,86 ± 0,25	0,00	25,29 ^b	71,6 ± 13,0 ^a	65,68
		2016	591,75 ± 52,20 ^b	223,04 ± 16,31 ^b	12,16 ± 1,37	0,00	38,70 ^a	32,0 ± 06,0 ^b	45,00
	LIM-20-68	2015	952,97 ± 52,86 ^a	255,02 ± 11,53 ^a	11,64 ± 0,22	30,63	27,31 ^b	95,0 ± 13,0 ^a	66,34
		2016	568,18 ± 50,15 ^b	210,57 ± 15,75 ^b	13,09 ± 1,33	0,60	37,13 ^a	20,6 ± 06,0 ^b	32,08
	Linie-124	2015	928,05 ± 49,66 ^a	253,30 ± 10,78 ^a	11,33 ± 0,22	18,40	28,13 ^b	85,5 ± 13,0 ^a	66,83
		2016	675,38 ± 50,17 ^b	242,33 ± 15,74 ^a	12,44 ± 1,33	0,60	36,94 ^a	34,2 ± 06,0 ^b	40,41
Linie-701	2015	1395,40 ± 67,70 ^a	328,46 ± 14,75 ^a	11,68 ± 0,30	13,03	23,84 ^b	40,4 ± 13,0 ^a	38,00	
	2016	676,16 ± 56,88 ^b	257,29 ± 17,79 ^b	11,69 ± 1,49	0,00	38,79 ^a	63,4 ± 06,0 ^a	75,41	
MIC-31 MIC-blau	2015	1212,84 ± 57,04 ^a	294,95 ± 12,69 ^a	12,23 ± 0,25	34,43	24,75 ^b	94,4 ± 13,0 ^a	70,32	
	2016	866,37 ± 52,77 ^b	248,38 ± 16,40 ^b	12,83 ± 1,38	0,34	30,17 ^a	65,4 ± 06,0 ^a	72,91	

Tabelle 26: Gucosinolatgehalte von 14 Genotypen (Sorten/Zuchtlinien) aus den Anbauversuchen der Universität Hohenheim im Herbst 2015 und Frühjahr 2016. GI = Glucoiberin, GS = Glucosinigrin, GRA = Glucoraphanin, GBS = Glucobrassicin, 4ME = 4-Methoxyglucobrassicin, NGB = 1-Methoxyglucobrassicin, tGSL = Gesamtglucosinolatgehalt. Werte in einer Zelle mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant voneinander ($p < 0,05$). k.A. = keine Angabe.

	Sorten/Zuchtlinien	Jahr	GI ($\mu\text{mol g}^{-1}$ TS)	GS ($\mu\text{mol g}^{-1}$ TS)	GRA ($\mu\text{mol g}^{-1}$ TS)	GBS ($\mu\text{mol g}^{-1}$ TS)	4-ME ($\mu\text{mol g}^{-1}$ TS)	NGB ($\mu\text{mol g}^{-1}$ TS)	tGSLs ($\mu\text{mol g}^{-1}$ TS)
Referenzsorten/ Kontrolle	<i>Batavia F1</i>	2015	0,19 ^a	0,36 ^b	1,69 ± 0,03 ^a	0,69 ± 0,02 ^a	0,45 ^a	0,67 ± 0,01 ^a	4,06 ± 0,04 ^a
		2016	0,12 ^b	0,37 ^a	1,02 ± 0,04 ^b	0,65 ± 0,02 ^a	0,43 ^b	0,41 ± 0,01 ^b	3,03 ± 0,06 ^b
	<i>Marathon F1</i>	2015	0,19 ^a	0,36 ^b	1,63 ± 0,03 ^a	0,68 ± 0,02 ^a	0,45 ^a	0,64 ± 0,01 ^a	3,97 ± 0,05 ^a
		2016	0,13 ^b	0,37 ^a	1,01 ± 0,05 ^b	0,64 ± 0,02 ^a	0,43 ^b	0,41 ± 0,02 ^b	2,98 ± 0,08 ^b
	<i>Miranda</i>	2015	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
		2016	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Zuchtlinien	BAL-A	2015	0,17 ^a	0,36 ^b	1,55 ± 0,03 ^a	0,70 ± 0,02 ^a	0,46 ^a	0,70 ± 0,01 ^a	3,96 ± 0,04 ^a
		2016	0,12 ^b	0,37 ^a	1,00 ± 0,05 ^b	0,69 ± 0,02 ^a	0,43 ^b	0,44 ± 0,02 ^b	3,09 ± 0,07 ^b
	CAL-sp-bl-7 CAL-sp-bl-Mschg	2015	0,16 ^a	0,36 ^a	1,50 ± 0,03 ^a	0,70 ± 0,02 ^a	0,46 ^a	0,70 ± 0,01 ^a	3,89 ± 0,04 ^a
		2016	0,13 ± 0,01 ^b	0,37 ^a	1,08 ± 0,06 ^b	0,64 ± 0,03 ^a	0,44 ^b	0,42 ± 0,02 ^b	3,07 ± 0,08 ^b
	<i>Calinaro</i> (Sorte)	2015	0,17 ^a	0,36 ^b	1,56 ± 0,03 ^a	0,69 ± 0,02 ^a	0,46 ^a	0,69 ± 0,01 ^a	3,95 ± 0,04 ^a
		2016	0,13 ^b	0,37 ^a	1,05 ± 0,04 ^b	0,73 ± 0,02 ^a	0,42 ^b	0,42 ± 0,01 ^b	3,11 ± 0,06 ^b
	COA-41-1 COA-38-6	2015	0,19 ^a	0,36 ^b	1,64 ± 0,03 ^a	0,66 ± 0,02 ^a	0,47 ^a	0,68 ± 0,01 ^a	4,02 ± 0,04 ^a
		2016	0,10 ± 0,01 ^b	0,36 ^a	0,96 ± 0,06 ^b	0,74 ± 0,03 ^a	0,44 ^b	0,47 ± 0,02 ^b	3,07 ± 0,08 ^b
	GRE-A	2015	0,17 ^a	0,36 ^b	1,54 ± 0,03 ^a	0,73 ± 0,01 ^a	0,46 ^a	0,70 ± 0,01 ^a	4,00 ± 0,04 ^a
		2016	0,13 ^b	0,37 ^a	1,04 ± 0,04 ^b	0,63 ± 0,02 ^b	0,43 ^b	0,40 ± 0,01 ^b	3,04 ± 0,06 ^b
	GRE-grau-früh	2015	0,18 ^a	0,36 ^b	1,56 ± 0,03 ^a	0,68 ± 0,02 ^a	0,46 ^a	0,70 ± 0,01 ^a	3,94 ± 0,04 ^a
		2016	0,13 ^b	0,37 ^a	1,07 ± 0,04 ^b	0,62 ± 0,02 ^a	0,43 ^b	0,37 ± 0,01 ^b	3,01 ± 0,06 ^b
	LIM-19-28	2015	0,19 ^a	0,36 ^b	1,66 ± 0,03 ^a	0,65 ± 0,02 ^a	0,46 ^a	0,64 ± 0,01 ^a	3,97 ± 0,04 ^a
		2016	0,12 ^b	0,37 ^a	1,01 ± 0,04 ^b	0,62 ± 0,02 ^a	0,43 ^b	0,40 ± 0,01 ^b	2,96 ± 0,06 ^b
	LIM-20-68	2015	0,18 ^a	0,36 ^b	1,60 ± 0,03 ^a	0,65 ± 0,01 ^a	0,46 ^a	0,70 ± 0,01 ^a	3,95 ± 0,04 ^a
		2016	0,12 ^b	0,37 ^a	1,02 ± 0,04 ^b	0,59 ± 0,02 ^a	0,44 ^b	0,40 ± 0,02 ^b	2,96 ± 0,07 ^b
	Linie-124	2015	0,18 ^a	0,36 ^b	1,52 ± 0,03 ^a	0,65 ± 0,01 ^a	0,46 ^a	0,63 ± 0,01 ^a	3,82 ± 0,03 ^a
		2016	0,11 ^b	0,37 ^a	0,93 ± 0,05 ^b	0,68 ± 0,03 ^a	0,43 ^b	0,39 ± 0,02 ^b	2,91 ± 0,07 ^b
Linie-701	2015	0,15 ^a	0,36 ^b	1,54 ± 0,04 ^a	0,73 ± 0,02 ^a	0,46 ^a	0,72 ± 0,01 ^a	3,99 ± 0,05 ^a	
	2016	0,11 ^b	0,36 ^a	1,07 ± 0,05 ^b	0,75 ± 0,03 ^a	0,43 ^b	0,48 ± 0,02 ^b	3,20 ± 0,07 ^b	
MIC-31 MIC-blau	2015	0,14 ^a	0,36 ^b	1,45 ± 0,04 ^a	0,77 ± 0,02 ^a	0,46 ^a	0,73 ± 0,01 ^a	3,94 ± 0,05 ^a	
	2016	0,12 ^b	0,37 ^a	1,05 ± 0,04 ^b	0,69 ± 0,02 ^b	0,43 ^b	0,43 ± 0,02 ^b	3,08 ± 0,07 ^b	

Beschreibender Geschmackstest 2015

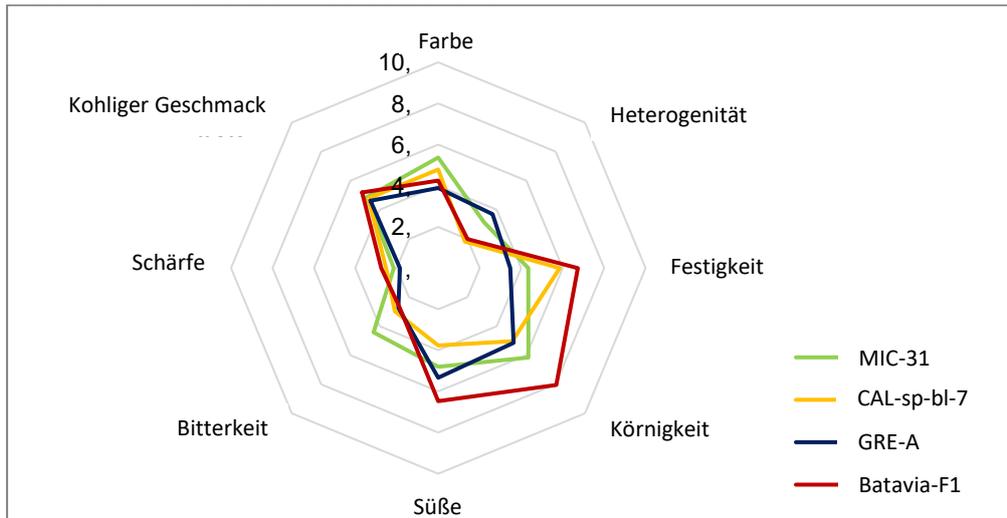


Abbildung 46: Durchschnittliche Intensität von acht Geschmacksmerkmalen auf einer Skala von 0-10. Von einem erfahrenen Sensorik-Panel (n=8) in zwei Untersuchungseinheiten erhoben (die Untersuchungseinheiten werden als zwei Wiederholungen behandelt). Die Brokkoli-Proben (vier Zuchtlinien) stammen aus dem Versuchsanbau Herbst 2015 der Universität Hohenheim. (Übernommen aus Frank 2016).

Hedonischer Geschmackstest 2015

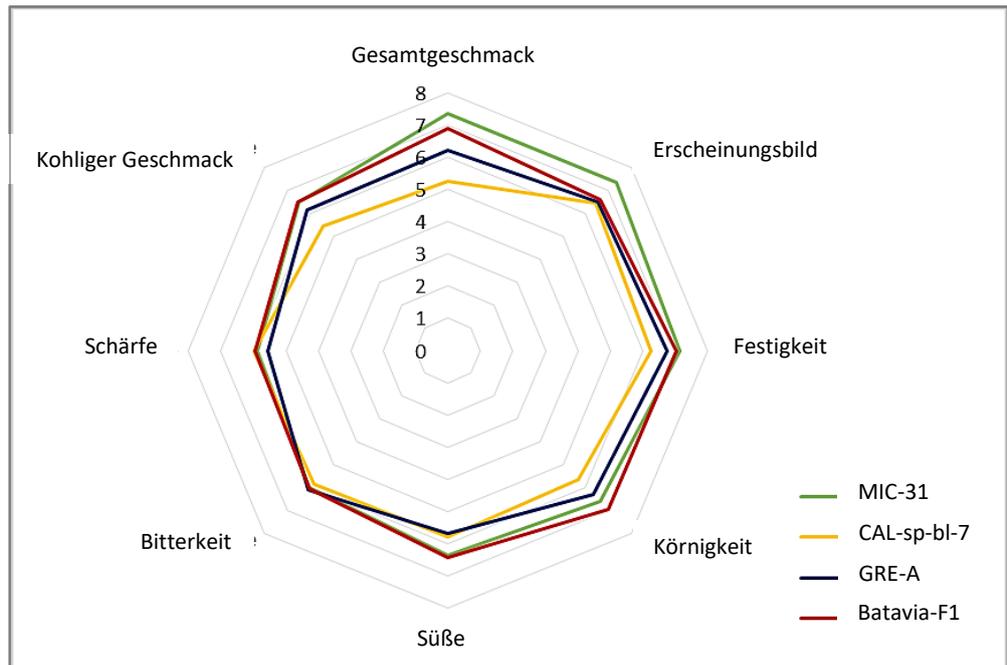


Abbildung 47: Durchschnittlicher Grad der Beliebtheit von acht Geschmacksmerkmalen auf einer Skala von 0-10 (0 = extrem unbeliebt, 5 = weder beliebt noch unbeliebt, 10 = sehr beliebt). Von einem unerfahrenen Konsumenten-Panel (n = 27) erhoben. Die Brokkoli-Proben (vier Zuchtlinien) stammen aus dem Versuchsanbau Herbst 2015 der Universität Hohenheim. (Übernommen aus Frank 2016).

Hedonischer Geschmackstest 2016

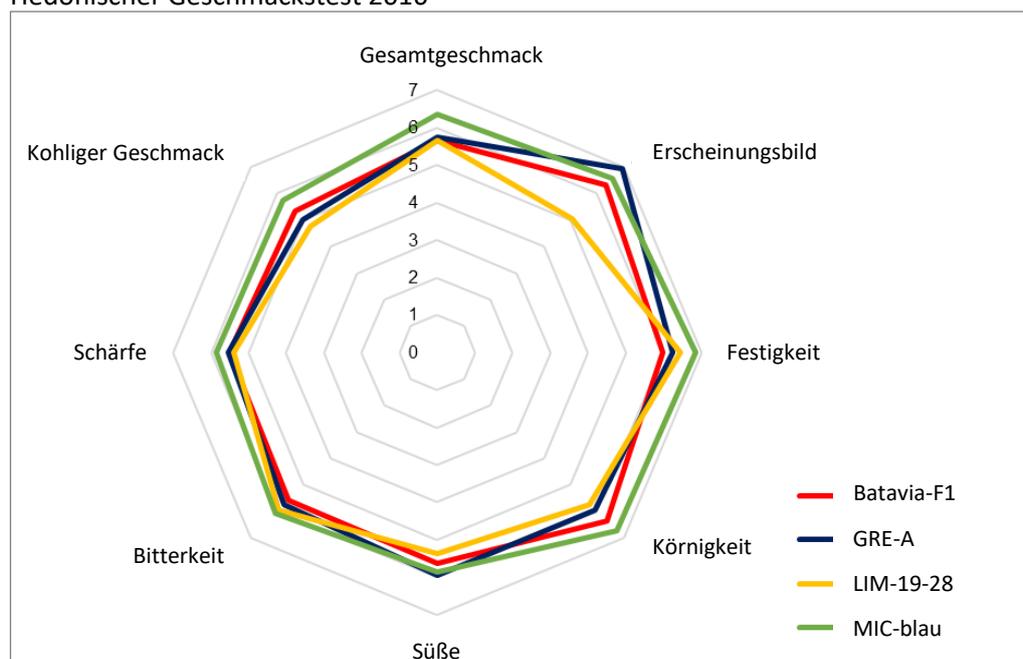


Abbildung 48: Durchschnittlicher Grad der Beliebtheit von acht Geschmacksmerkmalen auf einer Skala von 1-9 (1 = extrem unbeliebt, 5 = weder beliebt noch unbeliebt, 9 = sehr beliebt). Von einem unerfahrenen Konsumenten-Panel (n = 27) erhoben. Die Brokkoli-Proben (vier Zuchtlinien) stammen aus dem Versuchsanbau Frühjahr 2016 der Universität Hohenheim. (Übernommen aus Bezler 2017).

Tabelle 27: Durchschnittliche Kaufentscheidung des Konsumenten Panels auf einer Skala von 0-10 (2015) beziehungsweise 1-9 (2016). Geringster Wert = würde ich nicht kaufen, mittlerer Wert = weiß ich nicht, höchster Wert = würde ich kaufen. (Zusammengestellt aus Frank 2016 und Bezler 2017).

Versuchsanbau Herbst 2015		Versuchsanbau Frühjahr 2016	
Zuchtlinien	Kaufentscheidung	Zuchtlinien	Kaufentscheidung
MIC-31	7,56	MIC-blau	6,58
CAL-sp-bl-7	3,69	LIM-19-28	5,72
GRE-A	5,78	GRE-A	5,69
<i>Batavia F1</i>	6,69	<i>Batavia F1</i>	5,39

In beiden Jahren konnte keine Korrelation zwischen Geschmacksattributen und Glucosinolatgehalten gefunden werden (Frank 2016, Bezler 2017).

5 Diskussion

Im Rahmen des vorliegend beschriebenen Projektes wurde untersucht, ob mit der züchtungshandwerklich traditionellen Methode der Einzelpflanzenauslese mit Nachkommenschaftsprüfung (EPA) agronomische Merkmale und sensorische Eigenschaften von Brokkoli verändert werden können. Mittelfristiges Ziel war beziehungsweise ist die Entwicklung von Zuchtlinien als Grundlage für ökologisch gezüchtete offen blühende Brokkolisorten, die den Anforderungen des vielfältigen ökologischen Erwerbsanbaus entsprechen. Im Fokus standen dabei hinreichende Erntemenge und Blumenfestigkeit, möglichst kurzes Erntefenster sowie guter Geschmack.

Nachfolgend wird diskutiert, inwiefern die gewählte Zuchtmethode EPA geeignet ist, dem Zuchtfortschritt mit Blick auf die oben angeführten Ansprüche zu erreichen. In Kapitel 5.2 werden Stärken und Schwächen des besonders am Standort Bingenheim entwickelten Stecklingsanbaus zur Samengewinnung dargelegt. Schwerpunkt der Diskussion liegt auf den Resultaten des Vergleichsanbaus (2016), anhand derer sowohl der Zuchtfortschritt der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen Ausgangspopulation identifiziert wird (Kapitel 5.3.1), als auch ein Ranking der Zuchtlinien nach agronomischen und sensorischen Merkmalen erfolgt (Kapitel 5.3.2). Neben der Diskussion weiterer Themen, die sich aus den Resultaten des Vergleichsanbaus ergeben, behandelt ein Abschnitt (Kapitel 5.3.5) Schwierigkeiten und Erfolge der sensorischen Untersuchungen. In einem weiteren Kapitel (5.4) werden die Ergebnisse des Projektpartners Universität Hohenheim mit den eigenen Erkenntnissen in Beziehung gesetzt und in die finale Auswahl von vier Favoriten-Zuchtlinien einbezogen. Abschließend werden die vier identifizierten Favoriten in Steckbriefform vorgestellt (Kapitel 5.5).

5.1 Zuchtmethode Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften

Die Zuchtmethode EPA ist im Vergleich zur positiven Massenauslese eine intensive und aufwändige Methode. Die sorgfältige Beerntung und Aufarbeitung des Einzelpflanzensaatgutes sowie der parzellenweise Anbau der EPN mit den anschließenden umfangreichen Boniturarbeiten setzen ausreichende Ressourcen sowohl an Zeit als auch an Anbaufläche voraus. Sind die genannten Voraussetzungen erfüllt, so ist mit der EPA ein beschleunigter beziehungsweise intensivierter Zuchtfortschritt im Vergleich zur positiven Massenauslese zu erwarten. Anhand einzelner Zuchtgänge wird nachfolgend beispielhaft untersucht, inwiefern die Erwartungen eingetreten sind und wo es überraschende oder auch enttäuschende Entwicklungen gab.

Am Standort Bingenheim zeigte sich bereits im ersten Selektionsjahr eine wenngleich naheliegende und vermeintlich triviale aber doch elementar wichtige Bedingung der Zuchtmethode EPA, die in der Projektplanung nicht hinreichend berücksichtigt worden war: ein erfolgreicher Samenbau. Damit überhaupt EPN angebaut und geprüft werden können, muss Einzelpflanzensaatgut in ausreichender Menge für einen repräsentativen Nachkommenschaftsbestand geerntet werden. Am Standort Bingenheim gelang der Samenbau in mehreren Fällen nicht. Die auftretenden Schwierigkeiten führten dazu, dass zum einen die Zuchtmethode etwas weniger streng als vorgesehen zur Anwendung kommen konnte und zum anderen der Stecklingsanbau zur Samengewinnung entwickelt und eingesetzt werden musste. Ersteres bedeutete konkret, dass besonders nach dem zweiten Selektionsschritt zur Abblüte der Eliten und Supereliten Selektionsgruppen aus verschiedenen EPN gebildet wurden, damit bezüglich der Bestäubung die Mindestbestandesgröße für einen Fremdbefruchter gewährleistet war.

Anschließend wurden die Eliten und Supereliten zwar einzeln beerntet, es hatte jedoch durch die gemeinsame Pollenwolke eine Durchmischung der EPN gegeben, aus denen sie jeweils selektiert worden waren. Die Selektionsintensität war auf diese Weise vermindert. Diese Anpassungsmaßnahme betraf vor allem die Zuchtgänge *Limba* und *Coastal* und von der AP *Calabrese-spät* die Selektionsgruppe 5. Mithilfe des Stecklingsanbaus konnte die Samengewinnung gesichert werden. Diese Maßnahme führte jedoch zu einer zeitlichen Verzögerung des Züchtungsablaufes um jeweils ein Jahr. Das Ziel, den Zuchtfortschritt mit Anwendung der EPA zu beschleunigen, wurde durch die Notwendigkeit des Stecklingsanbaus teilweise relativiert.

Trotz des suboptimal verlaufenden Zuchtanges konnte sowohl bei den LIM- als auch bei den COA-Zuchtlinien ein deutlicher Zuchtfortschritt erzielt werden (Kapitel 5.3.1). Die Zuchtmethode führte zu einer guten Unterscheidbarkeit und Typisierung der Zuchtlinien als auch zu einer Steigerung der Homogenität. Bei den COA-Zuchtlinien konnten interessante EPN identifiziert und weitergeführt werden; weniger geeignete EPN konnten erkannt und aufgegeben werden. Bei den LIM-Zuchtlinien traten die genannten Effekte ungewöhnlich stark auf. Die EPN zeichneten sich durch eine sehr hohe Homogenität aus, wie sie sonst bei Hybriden und Selbstbefruchtern üblich ist. Gleichzeitig zeigten sich unter den EPN morphologische Merkmale, z.B. bei LIM-20-68 eine blaue Blumenfarbe, die in dieser Klarheit in der AP *Limba* nicht vorgekommen waren. In der Herbstsichtung 2014 und in einem Anbauversuch der bingenheimer saatgut AG³ im Jahr 2015 waren die LIM-Zuchtlinien zudem auffallend ertragreich, sodass LIM-19-28 bereits als interessante Zuchtlinie im Hinblick auf eine potenzielle Sortenzulassung vermerkt wurde. Nach einem dritten Selektionsschritt mittels positiver Massenauslese wurden die LIM-Zuchtlinien erneut geprüft. Im Vergleichsanbau 2016 sowie in Anbauversuchen Dritter (Koller et al. 2016, Gloger und Holzinger 2017) bestätigten sich die zuvor beobachtete Kombination von relativ hohen Erträgen und starker Einheitlichkeit jedoch nicht. Im Gegenteil waren die Erträge der LIM-Zuchtlinien im Vergleich der untersuchten Zuchtlinien eher gering. Die Entwicklung der LIM-Zuchtlinien verlief insgesamt für eine Populationsorte ungewöhnlich und lässt sich bisher nicht erklären. Möglicherweise handelte es sich bei der AP *Limba* um eine andere Züchtung als angenommen also keine stabile samenfeste Sorte sondern z.B. um eine Synthetik⁴, bei der im Nachbau Leistungsabbau zu erwarten ist. In der weiteren züchterischen Bearbeitung bleibt abzuwarten, ob sich die hohe Einheitlichkeit und gleichzeitige Differenzierung der LIM-Zuchtlinien als beständig erweisen wird, und wie sich die Ertragsleistung entwickeln wird. Diese Zuchtlinien werden über die Projektlaufzeit hinaus verfolgt.

Die Zuchtlinien der AP *Calabrese spät* reagierten deutlich geringer auf die EPA. Zwischen den EPN zeigten sich kaum charakteristische Unterschiede und die Einheitlichkeit innerhalb der EPN blieb ebenfalls unverändert. So wurde beschlossen, für die Selektionsgruppe 5 im dritten Selektionsschritt die Zuchtmethode anzupassen und aus dem gesamten Selektionsbestand heraus zwei neue Gruppen zu bilden. Die Selektion erfolgte nach den Typen „blaue Blume“ und „graue Blume“, die verteilt über alle EPN vorkamen. Die beiden neuen Gruppen blühten gemeinsam ab, wurden jedoch der Zuchtmethode EPA entsprechend getrennt nach Einzelpflanzen beerntet. Eventuell war die AP *Calabrese spät* schon relativ intensiv durchgezüchtet, sodass in den jeweiligen EPN kein spezielles Potential mehr verfolgt werden konnte, sondern

³ Kultursaat e.V. steht mit verschiedenen Saatgutvertriebspartnern in Kontakt, darunter auch bingenheimer saatgut AG. Diese Firmen führen regelmäßig Zuchtlinienvergleiche durch, um für ihr Katalogangebot ergänzende Zuchtlinien zu identifizieren und den jeweiligen Züchtern Rückmeldung zu geben.

⁴ Definition: „Eine synthetische Sorte (kurz auch ‚Synthetik‘ genannt) entsteht durch offene Bestäubung oder gezielte Kreuzung einer eingeschränkten Anzahl von selektierten elterlichen Erbkomponenten und anschließender Vermehrung über einige Generationen offenes Abblühen.“ (Becker 1993)

die Vielfalt in der Populationsorte verteilt und nicht in einer Linie vereinheitlicht zum Ausdruck kam.

Die Ergebnisse des Prüfanbaus (Kapitel 4.3) bestätigten die geschilderten Erfahrungen. Bei den LIM-Zuchtlinien waren zwei Drittel der EPN homogener als das angebaute Poolaatgut (Mischung) derselben Selektionsgruppe. Bei den COA-Zuchtlinien hatten alle EPN eine höhere Homogenität als die Mischungen. Bei den CAL-sp-Zuchtlinien zeigte sich in der neu selektierten Selektionsgruppe mit blauer Blume ebenfalls eine höhere Einheitlichkeit der EPN gegenüber der Mischung. In den beiden anderen CAL-sp-Selektionsgruppen war dieser Effekt weniger ausgeprägt oder nicht vorhanden. Insgesamt fiel auf, dass die CAL-sp-Mischungen auf einem höheren Einheitlichkeitsniveau lagen als die Mischungen der LIM- und COA-Zuchtgruppe. Auch dieser Aspekt lässt auf eine stärker durchgezüchtete AP *Calabrese spät* schließen.

Die genannten Beispiele zeigen, dass die Zuchtmethode EPA durchaus zu einer Beschleunigung des Zuchtfortschrittes führen kann. Allerdings ist der Erfolg beziehungsweise die Effektivität der Methode auch vom Zustand der AP abhängig. Nach den Erfahrungen am Standort Bingenheim und Wulfsdorf reagieren wenig bearbeitete Brokkoli-Populationsorten und -Zuchtlinien in der Regel stärker als bereits längere Zeit bei einem Züchter gepflegte Populationen.

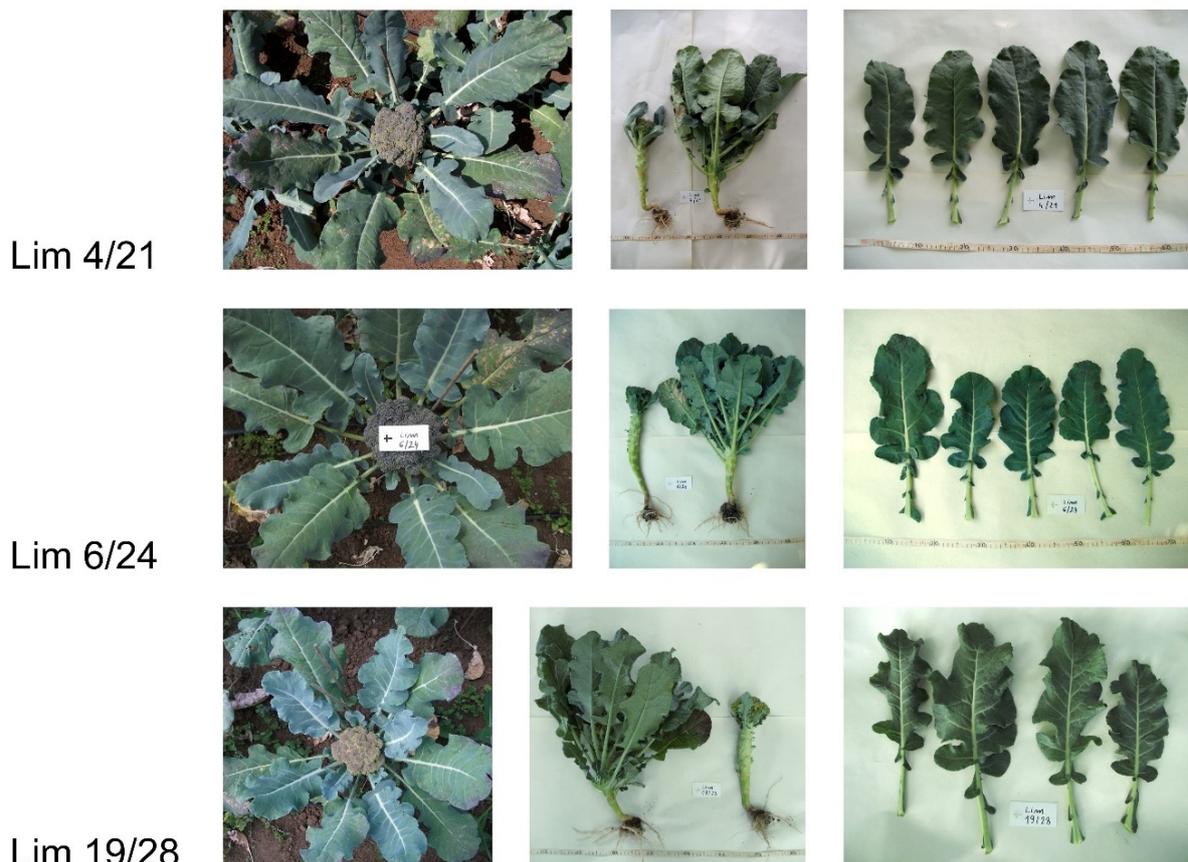


Abbildung 49: Deutliche morphologische Differenzierung zwischen ausgewählten Einzelpflanzen-Nachkommenschaften der LIM-Zuchtgruppe im Selektionsbestand 2014.

5.2 Saatgutgewinnung über Stecklingsanbau

Die Gewinnung von Stecklingen aus Abrisslingen ist innerhalb der Projektlaufzeit ungeplant aus einer Notsituation entstanden. Am Standort Bingenheim traten in mehreren Jahren Schwierigkeiten im Samenbau auf. Die Elitepflanzen waren durch das Zurückschneiden und Verpflanzen im Sommer nach der Selektion in Kombination mit hohem Schädlingsdruck so geschwächt, dass sie sehr wenig bis keine Samen bildeten. Um den Zuchtfortschritt nicht zu verlieren, wurden Abreißer der Elitepflanzen genommen und frostfrei überwintert, in der Hoffnung, einige dieser positiv selektierten Pflanzen zu sichern. Im Folgenden konnte der Stecklingsanbau zu einer verhältnismäßig erfolgreichen Methode ausgebaut werden, um den widrigen Bedingungen im Samenbau zu begegnen.



Abbildung 50: Topfen der Stecklingspflanzen im zeitigen Frühjahr.

Am Standort Bingenheim kam der Stecklingsanbau in erheblichem Umfang zum Einsatz. Im Zuchtgang der LIM-Gruppe wurden Stecklinge nach dem dritten Selektionsschritt genommen und in den Zuchtgängen *Coastal* und *Calabrese spät* nach dem zweiten und dritten Selektionsschritt. Am Standort Wulfsdorf gab es deutlich weniger Schwierigkeiten im Samenbau, weshalb dort lediglich nach dem dritten Selektionsschritt bei den MIC-Zuchtlinien Stecklinge genommen wurden.

Mithilfe des Stecklingsanbaus konnte der Anteil erfolgreicher Samengewinnung unter den selektierten Elitepflanzen deutlich erhöht werden. Gab es beispielsweise 2012 bei den COA-Zuchtlinien noch große Ernteausfälle und dadurch einen Anteil erfolgreicher Saatgutgewinnung von 34 %, so konnte dieser nach der zweiten Selektion durch Stecklingsanbau auf 93,7 % erhöht werden. Das heißt, von 93,7 % der selektierten Elitepflanzen war die Samenernte gelungen und damit auch der Selektionsfortschritt gesichert.

Neben der Steigerung des Anteils erfolgreich in die nächste Generation geführter Zuchtlinien konnte die Menge geernteter Samen pro Elitepflanze vervielfacht werden. Bei den besonders urtümlichen und wüchsigen COA-Zuchtlinien war diese mengenmäßige Steigerung auf mehrere Tausend Korn besonders ausgeprägt (Kapitel 4.2).



Abbildung 51: Blühende Stecklingspflanzen im isolierten Tunnel.

Die Sicherung und Steigerung der Saatguternte wird zum einen dadurch erreicht, dass sich die Stecklingspflanzen ungestört entwickeln können und nicht in der Hauptwachstumsperiode, direkt nach Bildung der Blumen, geschnitten und (meist bei Sommerhitze) umgepflanzt werden müssen. Zum anderen liegt es an dem Schritt der vegetativen Vermehrung der Elitepflanzen (Klone). Je mehr Stecklinge von einer Elitepflanze genommen werden, umso sicherer gelingt die Saatgutgewinnung und umso stärker kann die Erntemenge gesteigert werden. An dieser Stelle ist zu ergänzen, dass nicht bei allen Stecklingen die Bewurzelung gelingt. Die mehrjährigen Erfahrungen am Standort Bingenheim zeigen, dass etwa zwei Drittel der genommenen Stecklinge anwachsen. Es müssen also immer etwa ein Drittel mehr Stecklinge genommen werden als eigentlich nötig.

Nicht nur hinsichtlich des Samenbaus brachte der Stecklingsanbau erfreuliche Erfolge. Auch in der Phase der Bestäubung zeigten sich positive Effekte. Beim Samenbau im direkten Anschluss an die Selektion blühten die Elitepflanzen meist in sehr unterschiedlichem Umfang und recht asynchron ab, je nachdem wie schnell sie sich nach der Verpflanzung etabliert hatten. Brokkoli als Fremdbefruchter ist auf eine genetisch nicht zu enge Pollenwolke angewiesen,

damit die Population stabil bleibt und es nicht zu Inzuchtdepression kommt. Bei einer ungleichmäßigen Abblüte verbunden mit einem Anteil Pflanzen, die überhaupt nicht zur Blüte kommen, ist die nötige genetische Diversität der Pollenwolke nicht gewährleistet. Diese Problematik tritt bei der Samengewinnung über Stecklingsanbau nicht auf, da Ausfälle hier nur sehr gering sind und der Bestand gleichmäßig und synchron abblüht.

Die Nachteile des Stecklingsanbaus liegen in der zeitlichen Verzögerung des Züchtungsablaufes und dem erheblichen Mehraufwand. Die Samenernte findet erst im Folgejahr der Selektion statt, sodass jeder Selektionsschritt zwei Jahre anstatt ein Jahr benötigt. Der Mehraufwand gliedert sich in erhöhte Arbeitszeit und größeren Platzbedarf. Im Herbst werden die Stecklinge von den Elitepflanzen genommen, in QuickPot-Platten gesteckt und über den Winter aufmerksam gepflegt. Im zeitigen Frühjahr werden sie in größere Gefäße getopft und etwas später in den Zuchtgarten gepflanzt. Dort starten dann die üblichen Pflegearbeiten wie Wässern und Hacken, ggf. Behandlung bei Pilz- und Insektenbefall gefolgt von der Isolation der Selektionsgruppen zur Blüte im Sommer.

Grundsätzlich ist der Stecklingsanbau methodisch nur dann sinnvoll ist, wenn Schwierigkeiten im Freiland-Samenbau auftreten. Am Standort Wulfdorf verlief der Samenbau aufgrund des (maritimen) kühleren, für den Brokkoli verträglicheren Klimas größtenteils erfolgreich, sodass die Methode kaum genutzt wurde. Besteht die Möglichkeit, die Samenträger im geschützten Anbau abblühen zu lassen, ist der Samenbau in der Regel ebenfalls gut zu realisieren.

Rückblickend hat es sich am Standort Bingenheim gelohnt, die oben genannten Nachteile der Methode in Kauf zu nehmen, denn nur durch die aufwändige Samengewinnung über Stecklingsanbau konnten die Projektziele eingehalten werden und die Züchtungsarbeit intensiv und umfangreich umgesetzt werden.

5.3 Vergleichsanbau 2016

5.3.1 Ermittlung des Zuchtfortschrittes

Die Ermittlung des Zuchtfortschrittes basiert auf den Resultaten des Vergleichsanbaus im Jahr 2016, und zwar mit Blick auf die Kriterien kurzer Erntezeitraum, Anteil marktfähiger Blumen am Gesamtertrag, marktfähiger Ertrag, Blumenfestigkeit, Einheitlichkeit, Variationskoeffizient des Blumengewichts und Geschmack. Fünf AP und 18 Zuchtlinien wurden hinsichtlich dieser Merkmale vergleichend untersucht. Die AP *Calabrese spät* fehlte aufgrund mangelnder Keimfähigkeit. Daher wurden die CAL-sp-Zuchtlinien zwar geprüft, konnten jedoch nicht hinsichtlich des Zuchtfortschrittes bewertet werden.

Das Niveau der AP war in den untersuchten Merkmalen teilweise sehr verschieden. So fiel beispielsweise MIC-2011 mit den durchschnittlich höchsten Werten im Vergleich der fünf AP auf. Die AP COA-2011 hingegen hatte oftmals die niedrigsten Werte, insbesondere bei den Ertragsgrößen. Das unterschiedliche Niveau bezüglich agronomischer und sensorische Merkmale zwischen den AP lässt sich darauf zurückführen, dass die Populationen vor Projektbeginn züchterisch verschieden intensiv bearbeitet wurden. Die AP *Greenia*, wovon *Micha* eine Untergruppe ist, wurde von der Züchterin Christina Henatsch bereits seit 2002 bearbeitet. *Coastal* hingegen zeichnet sich durch einen sehr ursprünglichen Charakter aus, zählt zu den sprossbetonten Brokkoli-Typen und wurde bisher wenig bearbeitet.

Unabhängig vom Niveau der AP wurde zur Ermittlung des Zuchtfortschrittes für jedes erhobene Merkmal in allen vier Vergleichsanbauten separat verglichen, ob die Zuchtlinien gegenüber der AP „besser“ oder „schlechter“ abgeschnitten haben oder gleichwertig und damit unverändert geblieben sind. Die Darstellungen der Zuchtlinienentwicklung differenziert nach

agronomischen und sensorischen Merkmalen sind den Ergebnissen des jeweiligen Vergleichsanbaus angefügt (Tabelle 21, Tabelle 22, Tabelle 23 und Tabelle 24). In Tabelle 28 ist die Zuchtlinienentwicklung dreier Vergleichsanbauten zusammenfassend dargestellt. Aufgrund unvollständiger Daten konnte der Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf in dieser Beziehung leider nicht berücksichtigt werden. In den Spalten der einzelnen Vergleichsanbauten ist aufgeführt, in wie vielen der sieben untersuchten Merkmale eine Verschlechterung oder Verbesserung gegenüber der AP stattgefunden hat. In der rechten Spalte („Gesamtanzahl -/+“) sind die Werte der Einzelversuche verrechnet. Aus diesem Gesamtergebnis der drei Vergleichsanbauten 2016 wird der allgemeine Zuchtfortschritt der Zuchtlinien abgeschätzt.

Tabelle 28: Ermittlung des Zuchtfortschrittes der Zuchtlinien gegenüber der jeweiligen AP auf Grundlage der Einzelabweichungen in den drei Vergleichsanbauten Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim und Dietzenrode/Vatterode und Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

	Vergleichsanbau Frühjahr 2016 Bingenheim	Vergleichsanbau Frühjahr 2016 Dietzenrode/Vatterode	Vergleichsanbau Herbst 2016 Bingenheim	Gesamtanzahl -/+
BAL-A-2015	2-/4+	1-/5+	4-/3+	7-/12+
BAL-B-2015	5-/1+	1-/4+	4-/3+	10-/8+
GRE-A-aufrecht-2015	1-/5+	2-/4+	1-/5+	4-/14+
GRE-A-niedrig-2015	1-/5+	2-/4+	1-/6+	4-/15+
GRE-grau-2015	1-/6+	0-/6+	2-/5+	3-/17+
GRE-hellgr-aufrecht-2015	2-/5+	2-/4+	2-/5+	6-/14+
GRE-hellgr-niedrig-2015	2-/5+	3-/3+	1-/4+	6-/12+
MIC-blau-2014	4-/3+	4-/2+	7-/0+	15-/5+
MIC-früh-2014	4-/2+	3-/3+	5-/1+	12-/6+
LIM-19-28-2014	0-/6+	1-/5+	1-/5+	2-/16+
LIM-20-68-2014	2-/5+	4-/2+	0-/5+	6-/12+
LIM-23-33-2014	3-/4+	1-/5+	1-/5+	5-/14+
COA-sp-21-6-2013	1-/6+	3-/4+	0-/5+	4-/15+
COA-sp-21-7-2013	0-/7+	2-/5+	1-/6+	3-/18+
COA-sp-23d-2-2013	1-/6+	4-/3+	0-/6+	5-/15+

Hinsichtlich des Zuchtfortschrittes werden Unterschiede zwischen den Zuchtlinien deutlich. Drei Zuchtlinien hatten sich relativ zur jeweiligen AP in mehr Kriterien verschlechtert als verbessert, trugen also keinen Zuchtfortschritt in sich. Diesen Effekt zeigten besonders auffällig die beiden MIC-Zuchtlinien. Das hohe Niveau der AP *Micha* konnte nicht gehalten werden. Bei allen anderen Zuchtlinien gab es in mehr Kriterien eine Verbesserung als eine Verschlechterung, sodass im Projektverlauf ein allgemeiner Zuchtfortschritt gegenüber der AP erreicht werden konnte.

Die größte Entwicklung war bei COA-sp-21-7-2013 zu erkennen. Diese Zuchtlinie zeigte in den drei Vergleichsanbauten in nahezu allen Kriterien eine Verbesserung. Lediglich einmal im

marktfähigen Ertrag und einmal im Geschmack (Frühjahr Dietzenrode/Vatterode) sowie einmal in der Einheitlichkeit (Herbst Bingenheim) wurde sie gegenüber der AP schlechter bewertet. In diesem Zusammenhang muss miteinbezogen werden, dass die COA-Zuchtlinien aufgrund der Schwierigkeiten bei der Samengewinnung im Gegensatz zu den anderen Zuchtlinien lediglich zweimal selektiert wurden. Die AP *Coastal* ließ sich folglich bereits mit geringem züchterischen Aufwand in agronomischen und sensorischen Merkmalen steigern, bewegte sie sich im Vergleich der Zuchtgruppen allerdings auf dem niedrigsten ertraglichen Niveau.

Eine weitere Zuchtlinie, die einen deutlichen Zuchtfortschritt zeigte, war GRE-grau-2015. Jeweils im Frühjahr und Herbst in Bingenheim wurde sie hinsichtlich des Variationskoeffizienten des Blumengewichtes „schlechter“ als die AP eingestuft und einmal (Herbst Bingenheim) schnitt sie im Geschmack „schlechter“ ab. Im Erntezeitraum blieb sie einmal (Frühjahr Dietzenrode/Vatterode) unverändert. In allen anderen Merkmalen war GRE-grau-2015 in drei Vergleichsanbauten gegenüber der Ausgangspopulation „verbessert“. Die GRE-Zuchtlinien konnten innerhalb der Projektlaufzeit am intensivsten züchterisch bearbeitet werden und durchliefen vier Selektionsschritte. Diese Hintergrundinformation erklärt einen Teil des Züchtungsfortschritts und schmälert gleichwohl nicht das gute Ergebnis dieser Zuchtlinie.

Die dritte deutlich entwickelte Zuchtlinie war LIM-19-28-2014. Sie zeigte zweimal keine Veränderung im Erntezeitraum (Frühjahr Bingenheim und Dietzenrode/Vatterode) und einmal keine Veränderung im marktfähigen Ertrag (Herbst Bingenheim). Einmal war sie im marktfähigen Ertrag verschlechtert (Frühjahr Dietzenrode/Vatterode) und einmal im Anteil marktfähiger Blumen am Gesamtertrag (Herbst Bingenheim). Trotz der erkennbaren ertraglichen Schwäche war LIM-19-28-2014 beim Großteil der untersuchten Kriterien in drei Vergleichsanbauten gegenüber der AP verbessert.

Abgesehen von der AP *Micha*, deren Zuchtlinien sich verschlechterten und *Calabrese spät*, die nicht beurteilt werden kann, konnten alle AP hinsichtlich agronomischer und sensorischer Merkmale innerhalb der Projektlaufzeit erfolgreich weiterentwickelt werden. Aus allen Zuchtgruppen wurden mehrere Linien gebildet, von denen Saatgut für weitere ökologische *on-farm* Züchtung zur Verfügung steht.

5.3.2 Ranking nach agronomischen Merkmalen sowie Geschmack

Neben der Abschätzung des Selektionsfortschritts innerhalb jeder Zuchtgruppe (Zuchtlinie vs. Ausgangspopulation, Kapitel 5.3.1) ist insbesondere aus Sicht der Anbaupraxis auch ein direkter Vergleich der 18 Zuchtlinien untereinander mit Blick auf die „tatsächlichen“ agronomischen und sensorischen Kriterien von Interesse. Um besonders vielversprechende Zuchtlinien identifizieren zu können, wurde auf Grundlage der Ergebnisse jedes Vergleichsanbaus ein Ranking der Zuchtlinien bezüglich der Kriterien kürzester Erntezeitraum, marktfähiger Ertrag, Blumenfestigkeit, Einheitlichkeit, Variationskoeffizient (Blumengewicht) und Geschmack aufgestellt (Anhang). In Tabelle 29 sind die Rankingergebnisse der vier Vergleichsanbaus verrechnet und zusammengeführt. Für jedes Kriterium wurden diejenigen Zuchtlinien aufgelistet, die innerhalb der vier Rankings mindestens zweimal unter den drei besten Zuchtlinien vertreten waren.

Tabelle 29: Innerhalb aller vier Rankings (2x Vergleichsanbau Frühjahr, 2x Vergleichsanbau Herbst) mindestens zweimal genannte Zuchtlinien unter den drei besten Linien je Kriterium.

Kürzester Erntezeitraum	Marktfähiger Ertrag	Blumenfestigkeit	Einheitlichkeit	Variationskoeffizient	Geschmack
2x GRE-hellgr-aufrecht-2015 2x LIM-19-28-2014 2x LIM-23-33-2014 2x COA-sp-21-6-2013	3x GRE-A-aufrecht-2015 2x GRE-A-niedrig 2x GRE-hellgr-aufrecht-2015	4x LIM-19-28-2014 2x BAL-A-2015 2x GRE-hellgr-aufrecht-2015	4x LIM-19-28-2014 3x COA-sp-21-6-2013 3x COA-sp-23d-2-2013	2x GRE-hellgr-niedrig-2015 2x LIM-23-33-2014 2x COA-sp-21-6-2013	2x GRE-grau-2015 2x COA-sp-21-7-2013 2x CAL-sp-bl-6-2014

Hinsichtlich des kürzesten Erntezeitraumes waren vier Zuchtlinien (GRE-hellgr-aufrecht-2015, LIM-19-28-2014, LIM-23-33-2014 und COA-sp-21-6-2013) aus drei AP als beste Linien vertreten. Alle vier Zuchtlinien wurden je zweimal genannt, sodass bei dieser Betrachtung keine besonders hervorsticht. Beim marktfähigen Ertrag war GRE-A-aufrecht-2015 die beste Zuchtlinie gefolgt von GRE-A-niedrig-2015 und GRE-hellgr-aufrecht-2015. Berücksichtigt man zusätzlich die vier Einzelrankings (Anhang) in dieser praxisrelevanten Kenngröße, wo ausnahmslos alle GRE-Zuchtlinien mindestens einmal vertreten waren, so wird die Stärke dieser Zuchtgruppe bezüglich des marktfähigen Ertrages deutlich. Bezüglich der Blumenfestigkeit war LIM-19-28-2014 mit vier Nennungen die beste Zuchtlinie. BAL-A-2015 und GRE-A-aufrecht-2015 fielen mit zwei Nennungen ebenfalls durch vergleichsweise feste Blumen auf. Die visuell beurteilte Einheitlichkeit des Bestandes war bei LIM-19-28-2014 mit vier Nennungen am stärksten gefolgt von COA-sp-21-6-2013 und COA-sp-23d-2-2013 mit drei Nennungen. Im Variationskoeffizienten des Blumengewichtes waren drei Zuchtlinien (GRE-hellgr-niedrig-2015, LIM-23-33-2014 und COA-sp-21-6-2013) mit jeweils zwei Nennungen vertreten. Die COA- und LIM-Zuchtlinien zeigten hier sowohl in der Einheitlichkeit des Gesamtbestandes als auch teilweise in der Einheitlichkeit des Blumengewichtes eine Stärke. Da die AP bei *Coastal* eine sehr ursprüngliche, wenig bearbeitete Populationsorte war und die Zuchtlinien lediglich zwei Selektionsschritte durchlaufen haben, ist die hohe Einheitlichkeit (im Gegensatz zum hier erreichten Selektionsfortschritt) überraschend. Viel eher wäre bei den bereits länger züchterisch bearbeiteten GRE-Zuchtlinien eine hohe Einheitlichkeit zu erwarten gewesen. Möglicherweise spiegelt sich in diesem Phänomen der Einfluss des Standorts beziehungsweise der Fokus des Züchters wieder, der durch seine Selektionsentscheidungen die Entwicklung der Zuchtpopulationen und -linien lenkt. Im Merkmal Geschmack hatten drei Zuchtlinien (GRE-grau-2015, COA-sp-21-7-2013 und CAL-sp-bl-6-2014) jeweils zwei Nennungen und standen so gleichwertig im Ranking oben. Dabei fällt auf, dass aus den Gruppen BAL und CAL-sp jeweils nur eine Zuchtlinie im Ranking auftauchte und keine Zuchtlinie von der MIC-Gruppe. Offensichtlich lagen sie in vielen Merkmalen auf einem mittleren Niveau ohne im Vergleich der Zuchtlinien besonders hervorzutreten.

Bemerkenswert sind drei Zuchtlinien, die in jeweils drei Kriterien im Ranking vertreten waren. GRE-hellgr-aufrecht-2015 zeichnete sich durch einen kurzen Erntezeitraum, einen hohen marktfähigen Ertrag und eine hohe Blumenfestigkeit aus. Aufgrund dieser Stärken dürfte sie für den Erwerbsgemüsebau sehr interessant sein. LIM-19-28-2014 hatte einen kurzen Erntezeitraum, eine hohe Blumenfestigkeit und eine hohe Einheitlichkeit. Auch das sind für den

Erwerbsgemüsebau relevante Merkmale. Eine hohe Einheitlichkeit ist zudem ein wichtiges Kriterium bei der Prüfung für die behördliche Sortenanmeldung. COA-sp-21-6-2013 hatte ebenfalls einen kurzen Erntezeitraum und lag in beiden Einheitlichkeitskriterien vorn. Im Gegensatz zu den GRE-Zuchtlinien, die sowohl im Vergleichsanbau 2016 als auch in Anbauversuchen Dritter (Koller et al. 2016, Gloger und Holzinger 2017) durchgängig mit sehr hohen Erträgen überzeugten, war das Ertragsniveau der COA-Zuchtlinien auf einem vergleichsweise sehr niedrigen Niveau. Sehr wahrscheinlich lässt sich der Ertrag durch eine weitere züchterische Bearbeitung steigern. Die *Coastal-AP* zählt jedoch zu den Sprossen-Brokkoli, bei denen der zarte Strunk geerntet und verzehrt wird und weniger die Blume. Ein Vergleich der Blumengewichte wird daher immer zu einer schlechteren Bewertung der COA-Zuchtlinien führen. Insofern wäre mit entsprechender Kundeninformation ein spezielles Segment bei Brokkoli aufzubauen, um Neuzüchtungen vom COA-Typ als attraktive Erweiterung im Erwerbsanbau einzuführen.



Abbildung 52: Züchter Thomas Heinze zeigt Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

5.3.3 Einordnung des Leistungsniveaus der Zuchtlinien gegenüber der Referenzhybride

Um die Resultate der Zuchtlinien in einen größeren und praxisrelevanten Kontext zu stellen und vergleichbar zu machen, wurde *Batavia F1* als Referenzhybride in die Anbauvergleiche einbezogen. Über alle vier Vergleichsanbauten 2016 hinweg war *Batavia F1* die ertragsstärkste Variante, wobei die größte Differenz zwischen *Batavia F1* und den ertraglich besten Zuchtlinien im Frühjahr am Standort Bingenheim auftrat. *Batavia F1* erreichte einen marktfähigen Ertrag von 20,5 kg pro 100 Pflanzen gefolgt von drei GRE-Zuchtlinien mit 12 bis 13 kg. Im Herbstanbau am Standort Wulfsdorf waren die Erträge insgesamt vergleichsweise hoch, gleichzeitig zeigte sich dort der geringste Unterschied zwischen *Batavia F1* und den ertraglich

besten Zuchtlinien. *Batavia F1* erreichte 31 kg pro 100 Pflanzen, und zwei GRE-Zuchtlinien lagen mit circa 29 kg nur knapp darunter. Beim durchschnittlich ertragsschwächsten Vergleichsanbau am Standort Dietzenrode/Vatterode war der Unterschied zwischen *Batavia F1* und der besten Zuchtlinie ebenfalls gering. Dort erreichte *Batavia F1* einen marktfähigen Ertrag von 14 kg pro 100 Pflanzen und LIM-23-33-2014 als ertragsstärkste Zuchtlinie 11,5 kg.

In den Attributen Blumenfestigkeit und Einheitlichkeit lag *Batavia F1* in beiden Vergleichsanbauten am Standort Bingenheim sowie im Vergleichsanbau am Standort Dietzenrode/Vatterode in der Bewertung über den Zuchtlinien. Lediglich im Herbstanbau am Standort Wulfsdorf zeigte sich ein anderes Bild. Dort hatten die Zuchtlinien LIM-19-28-2014 und BAL-A-2015 festere Blumen als *Batavia F1* und die Zuchtlinien LIM-19-28-2014 und COA-sp-23d-2-2013 waren einheitlicher als die Hybride. Aus den drei untersuchten agronomisch wichtigen Kriterien marktfähiger Ertrag, Blumenfestigkeit und Einheitlichkeit lässt sich schlussfolgern, dass die Zuchtlinien unter optimalen Anbaubedingungen, wie sie bei einem sehr hohen Ertragsniveau offenbar im Herbstanbau am Standort Wulfsdorf herrschten, vergleichsweise leistungsstark und eher konkurrenzfähig gegenüber Hybriden sind als unter ungünstigen Anbaubedingungen.

Beim angestrebten kurzen Erntezeitraum und geringen Variationskoeffizient des Blumengewichtes war *Batavia F1* nicht eindeutig besser als die Zuchtlinien. Am Standort Bingenheim hatte sie zwar in beiden Vergleichsanbauten den zweitkürzesten beziehungsweise kürzesten Erntezeitraum, am Standort Dietzenrode/Vatterode lag sie im Vergleich der Varianten jedoch an sechster Stelle und am Standort Wulfsdorf hatte *Batavia F1* sogar ein eher weites Erntefenster. Beim Variationskoeffizienten des Blumengewichtes gehörte die Hybride zwar zu den Varianten mit geringen Werten, es gab jedoch in allen vier Vergleichsanbauten bessere Varianten, also solche mit weniger variablen Blumengewichten.

Insbesondere beim Geschmack zeigte ein Großteil der Zuchtlinien bessere Ergebnisse als die Hybride. Am Standort Dietzenrode/Vatterode bekam *Batavia F1* mit Note 4,8 eine tendenziell negative Benotung, wohingegen 14 der 18 Zuchtlinien einen besseren Geschmack hatten. Im Herbstanbau am Standort Bingenheim lag *Batavia F1* mit Note 5,3 geschmacklich im leicht positiven Bereich, sieben Zuchtlinien waren höher benotet. Die niedrigste Geschmacksbewertung bekam *Batavia F1* am Standort Wulfsdorf, wo sie mit Note 3,4 die geschmacklich schlechteste aller Varianten war. Im Frühjahrsanbau am Standort Bingenheim zeigte sich ein stark abweichender Befund bei den Geschmackstests. *Batavia F1* wurde mit Note 8 als am besten schmeckende Variante bewertet. Auch wenn *Batavia F1* in drei von vier Geschmacksuntersuchungen geschmacklich neutral bis negativ bewertet wurde, so hatte sie offensichtlich das Potenzial, unter bestimmten Bedingungen einen guten Geschmack auszubilden.

Insgesamt war *Batavia F1* den Zuchtlinien im marktfähigen Ertrag überlegen sowie größtenteils in der Einheitlichkeit und der Blumenfestigkeit. Einzelne Zuchtlinien reichten jedoch ertraglich nahezu an *Batavia F1* heran, in der Einheitlichkeit und der Blumenfestigkeit gab es sogar einzelne bessere Zuchtlinien. Hinsichtlich Erntezeitraum und Variationskoeffizient des Blumengewichtes zeigte sich keine eindeutige Überlegenheit der Hybride gegenüber den Zuchtlinien, und im Geschmack waren die Zuchtlinien größtenteils besser bewertet als *Batavia F1*. Für den qualitätsorientierten Anbau können ausgewählte Zuchtlinien damit durchaus als attraktive Alternative zur Hybride *Batavia F1* angesehen werden und sollten daher weiterverfolgt werden.

5.3.4 Unterschiede zwischen Frühjahrs- und Herbstanbau

Frühjahrs- und Herbstanbau unterscheiden sich bezüglich der klimatischen Bedingungen während der Wachstumsperiode. Während der Boden im Frühjahr oft noch kalt und feucht ist und dadurch die Mineralisierung der Nährstoffe nur langsam in Gang kommt, ist es im Spätsommer zur Pflanzzeit meist warm und trocken. Im Frühjahr entsteht leicht eine Nährstoffmangelsituation, da der Brokkoli mit seiner sehr kurzen Kulturdauer einen hohen Nährstoffbedarf innerhalb eines schmalen Zeitfensters hat. Ist die Nährstoffversorgung aufgrund zu langsamer Mineralisierung ungenügend, kommt es zu kleinwüchsigen Pflanzen und einem geringen Blumengewicht. Gleichzeitig treten im Frühjahr besonders häufig Frühblüher auf, die keine erntefähige Blume bilden, sondern direkt in Blüte gehen. Zuchtziel ist es daher, die Frühblüherneigung einer Population zu reduzieren, insbesondere wenn es um Typen für den Anbau in Frühjahrssätzen geht. Im Herbst sind die Wachstumsbedingungen in der Regel günstiger für den Brokkoli, besonders wenn es lange mild bleibt, sodass die Erträge tendenziell höher ausfallen und Frühblüher selten bis nie auftreten.

Sowohl am Standort Bingenheim als auch am Standort Dietzenrode/Vatterode traten im Frühjahr 2016 Frühblüher auf, wobei der Anteil am Standort Dietzenrode/Vatterode etwas geringer war und es nicht in allen Zuchtgruppen Frühblüher gab. Am Standort Bingenheim hatten die AP *Limba* und *Coastal* je die höchste Frühblüherrate, aber auch in den anderen AP gab es Frühblüher. Abgesehen von einer Zuchtlinie konnte man zwischen AP und Zuchtlinien in allen Zuchtgruppen eine Verminderung der Frühblüherrate sehen, sodass in diesem Merkmal von einem deutlichen Zuchtfortschritt gesprochen werden kann. Nur bei LIM-23-33-2014 hatte sich der Anteil Frühblüher gegenüber LIM-2011 stark erhöht. Die Ergebnisse am Standort Dietzenrode/Vatterode bestätigten diese Schlussfolgerung; dort hatten ebenfalls alle Zuchtlinien, mit Ausnahme von LIM-23-33-2014, eine verbesserte Frühblüherrate gegenüber der jeweiligen AP. LIM-23-33-2014 ist folglich nicht für den Frühjahrsanbau geeignet. In beiden Herbstanbauversuchen traten nahezu keine Frühblüher auf.

Vergleicht man am Standort Bingenheim die Ergebnisse des Frühjahr- mit denen des Herbstvergleichsanbaus, so fallen wenig Unterschiede auf. Der Erntezeitraum war im Herbst etwas länger, was bei milden Herbsttemperaturen üblich ist. Etwas ungewöhnlich ist, dass sich die Erträge auf einem sehr ähnlichen Niveau befanden. Sie lagen im Frühjahr zwischen 9,4 und 78 dt/ha und im Herbst zwischen 12,9 und 66,1 dt/ha. Wahrscheinlich boten die klimatischen Bedingungen im Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim Grundlagen für ein günstiges Pflanzenwachstum. Aufgrund der ähnlichen Ertragsbildung lässt sich keine besondere Frühjahrs- oder Herbsteignung der Zuchtlinien aus den Ergebnissen ableiten.

5.3.5 Sensorische Untersuchungen

Ein besonderer Ansatz der Kultursaat-Züchter ist die strenge Geschmacksauslese (Kultursaat 2008, Fleck 2009). Besonders im Bereich der Möhrenzüchtung sind in der Vergangenheit Erfahrungen gesammelt und sensorische Boniturschemata und Selektionsverfahren entwickelt worden, die zunehmend auf andere Kulturarten übertragen werden (Horneburg 2010). Zu den Zielen innerhalb des Projektes gehörte daher, den Geschmack der Brokkoli-AP zu verbessern und Zuchtlinien mit besonders positiven sensorischen Merkmalen zu entwickeln.

Innerhalb der Projektlaufzeit kam bei jedem Selektionsschritt konsequent die Geschmacksselektion zur Anwendung. Die sensorischen Untersuchungen stellten jedoch eine größere Herausforderung dar, als zu Projektbeginn angenommen. Bisher fußten die Erfahrungen mit dieser Methode auf der Untersuchung lagerfähiger Kulturen wie Möhre, Rote Bete oder Pastinake. Diese werden im vollausgereiften Zustand geerntet und verändern sich geschmacklich

kaum während der Lagerperiode; Geschmackstests sind also prinzipiell während der gesamten Lagerphase möglich. Bei der Kulturart Brokkoli ist es schwierig, die optimale Reife der Blumen zu bestimmen, da sie morphologisch nicht eindeutig festzulegen ist. Gleichzeitig verändert sich der Geschmack innerhalb eines kurzen Zeitraumes von der noch unreifen zur überreifen Blume charakteristisch: Bei den etwas zu früh geernteten Blumen dominieren grasig grüne Geschmacksnoten, im leicht überreifen Zustand treten eher senfartige Aromen in den Vordergrund. Bei der Geschmacksverkostung von Brokkoli muss daher besondere Sorgfalt und Fachkenntnis auf die Bestimmung des Erntezeitpunktes gelegt werden. Womöglich sind starke Abweichungen zwischen den Wiederholungen, wie sie bei der Geschmacksverkostung im Vergleichsanbau 2016 in manchen Fällen auftraten (Anhang), auf einen unterschiedlichen Reifegrad der Blumen zurückzuführen.

Unter Berücksichtigung der genannten Schwierigkeiten bei der Geschmacksverkostung von Brokkoli konnten nach umfangreichen Untersuchungen im Vergleichsanbau 2016 interessante Ergebnisse erzielt werden. Im Frühjahrsanbau am Standort Bingenheim zeigten zehn von 15 Zuchtlinien im Vergleich zur Ausgangspopulation eine geschmackliche Verbesserung. Im Frühjahrsanbau am Standort Dietzenrode/Vatterode sowie im Herbstanbau am Standort Bingenheim hatten neun von 15 Zuchtlinien einen besseren Geschmack. Lediglich im Herbstanbau am Standort Wulfsdorf fiel das Ergebnis weniger positiv aus. Fünf Zuchtlinien zeigten eine geschmackliche Verbesserung gegenüber der AP, wobei aufgrund der nicht gekeimten LIM-2011 nur 12 Zuchtlinien verglichen werden konnten. In der Auswertung aller vier Vergleichsanbauten konnten schließlich drei Zuchtlinien mit besonders gutem Geschmack identifiziert werden: GRE-grau-2015, COA-sp-21-7-2013 und CAL-sp-bl-6-2014 (Kapitel 5.3.1).

5.3.6 Genotyp-Umwelt-Interaktion

Bei der Datenauswertung der Vergleichsanbauten 2016 fiel ein Phänomen ins Auge, das interessante Fragen aufwirft und daher lohnenswert erscheint skizziert zu werden. In Abbildung 53 sind je Spinnendiagramm Ergebnisse aus den vier Vergleichsanbauten für jeweils eine Zuchtlinie dargestellt. Jede Linie des Diagramms entspricht einem Vergleichsanbau, wobei die Merkmalsausprägungen auf einer Skala von 1-9 aufgetragen sind.

Auf Grundlage dieser Auswertung wurden zwei verschiedene Typen unter den Zuchtlinien sichtbar, die im Folgenden näher betrachtet werden sollen. Der eine Typ fällt durch eine sehr ähnliche Merkmalsausprägung an allen drei geprüften Standorten (Bingenheim, Dietzenrode/Vatterode und Wulfsdorf) und zwei Jahreszeiten (Frühjahr, Herbst) auf. In Abbildung 53 sind für diese Gruppe beispielhaft die drei Zuchtlinien GRE-hellgr-aufrecht-2015, MIC-blau-2015 und COA-sp-23d-2-2013 ausgewählt. Der andere Typ fällt hingegen durch eine teilweise extrem verschiedene Merkmalsausprägung je Standort und Jahreszeit auf. Unvoreingenommene Betrachtende dürften überrascht sein, dass es sich innerhalb einer Grafik viermal um dieselbe Zuchtlinie gehandelt hat. Für diese Gruppe sind die drei Zuchtlinien BAL-A-2015, MIC-früh-2014 und LIM-23-33-2014 stellvertretend ausgewählt.

Diese Genotyp-Umwelt-Interaktion, also die von Umweltfaktoren abhängige Merkmalsausprägung des jeweiligen Genotyps („das Sortenbild spielt“) ist vom Anbauer selten erwünscht, denn je größer die Genotyp-Umwelt-Interaktion, desto unterschiedlicher fällt die Merkmalsausprägung in verschiedenen Umwelten aus (Becker 1993). Andererseits könnte die in der Biologisch-Dynamischen Wirtschaftsweise angestrebte Berücksichtigung und Verinnerlichung von feinstofflichen Kräften gerade für besonders variable, reaktionsfähige Pflanzen sprechen.



Abbildung 53: Genotyp-Umwelt-Interaktion. Je Diagramm sind Ergebnisse der vier Vergleichsanbauten 2016 von jeweils einer Zuchtlinie dargestellt. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals, Note = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.

Ohne einen bestimmten Typen favorisiert zu haben, traten an beiden Zuchtstandorten im Laufe der züchterischen Bearbeitung beide genannten Typen auf. Es kann nicht ohne weiteres

ein Bezug zu den AP hergestellt werden, denn unter den GRE-, MIC-, COA- und CAL-sp-Zuchtlinien sind jeweils beide Typen zu finden. Lediglich bei den BAL- und LIM-Zuchtlinien zeigt sich ausschließlich der Typ mit einer hohen Genotyp-Umwelt-Interaktion. Warum die Genotyp-Umwelt-Interaktion zwischen den Zuchtlinien verschieden hoch ist, besonders zwischen den Zuchtlinien einer AP, kann bisher nicht nachvollzogen werden.

Unabhängig davon, wie diese Differenzierung zustande kam, ist es sinnvoll, die Typen in der weiteren Bearbeitung zu berücksichtigen. Besonders im Hinblick auf eine spätere Sortenanmeldung und Anwendung in der Praxis sollten die Typen unterschiedlich gehandhabt und empfohlen werden. Zuchtlinien mit hoher Genotyp-Umwelt-Interaktion sind eher Standort angepasst und zeigen ihre Stärken in ähnlichen Umwelten. Zuchtlinien mit geringer Genotyp-Umwelt-Interaktion lassen sich bei gleichbleibender Qualitäts- und Ertragsicherheit in verschiedenen Umwelten anbauen.

5.4 Versuchsanbau 2015 & 2016 der Universität Hohenheim

Im Herbst 2015 und Frühjahr 2016 wurde vom Projektpartner Universität Hohenheim eine Auswahl an Zuchtlinien (Tabelle 18) beider Zuchtstandorte angebaut und hinsichtlich agronomischer und sensorischer Merkmale untersucht sowie auf Glucosinolatgehalte hin analysiert. Aufgrund ungünstiger klimatischer Bedingungen im Frühjahrsanbau 2016 waren die Ergebnisse in einigen Merkmalen wie marktfähiger Ertrag, Anteil marktfähiger Blumen und Glucosinolatgehalt signifikant niedriger als im Herbstanbau.

Im Herbstanbau zeigten zwei der geprüften Zuchtlinien in den agronomischen Merkmalen auffällig leistungsstarke Ergebnisse. CAL-sp-bl-7 war mit 158,3 dt/ha die ertagsstärkste aller Varianten gefolgt von GRE-grau-früh mit 155,6 dt/ha. Beide Zuchtlinien hatten einen höheren marktfähigen Ertrag als die Hybriden (*Batavia F1*: 153,2 und *Marathon F1*: 128,2 dt/ha). Der Anteil marktfähiger Blumen war zwar bei beiden Zuchtlinien etwas geringer als bei den Hybriden, doch im Vergleich der Zuchtlinien hatten sie mit 76 % bei CAL-sp-bl-7 und 81 % bei GRE-grau-früh den höchsten Anteil. Im Frühjahrsanbau hatten die Hybriden den höchsten marktfähigen Ertrag mit 77,9 (*Batavia F1*) und 84,6 dt/ha (*Marathon F1*). Von den Zuchtlinien erreichten MIC-blau, BAL-A und GRE-A mit 65,4 bis 65,7 dt/ha die höchsten marktfähigen Erträge. Im Anteil marktfähiger Blumen konnten die Zuchtlinien mit den Hybriden konkurrieren. *Marathon F1* hatte zwar mit 84,4 % den höchsten Anteil marktfähiger Blumen, die Zuchtlinien GRE-grau-früh, MIC-blau und Linie-701 lagen jedoch mit 70,8 bis 75,4 % über der zweiten Hybride *Batavia F1*.

Im Gegensatz zu den agronomischen Merkmalen zeigten sich bei den Glucosinolatgehalten nur äußerst geringfügige Unterschiede zwischen den untersuchten Varianten. Dies erstaunt umso mehr, als in der Literatur genotypische Unterschiede bei Brokkoli um den Faktor 20 dokumentiert sind (Kushad et al. 1999, Farnham et al. 2000) und Wildformen gar den 1.000fachen Glucosinolatgehalt von Züchtungen haben können (Watzl 2001). Signifikante Unterschiede traten zwischen Anbau im Herbst und im Frühjahr auf. Lagen die Gesamtglucosinolatgehalte der Varianten im Herbst 2015 zwischen 3,82 und 4,06 $\mu\text{mol g}^{-1}$ und im Frühjahr 2016 zwischen 2,91 und 3,11 $\mu\text{mol g}^{-1}$, so wird ersichtlich, dass der saisonale Einfluss auf die Glucosinolatbildung höher war als der Einfluss der Genotypen. In allen Varianten wurden die einzelnen Glucosinolate GRA und GBS anteilig am meisten gefunden. Konkret lagen im Herbst die GRA-Gehalte zwischen 1,45 und 1,69 $\mu\text{mol g}^{-1}$ und die GBS-Gehalte zwischen 0,65 und 0,77 $\mu\text{mol g}^{-1}$. Glucosinolaten wird im Allgemeinen eine antioxidative, antibakterielle und krebs-

hemmende Wirkung zugesprochen. Insbesondere die Glucosinolate GRA und GBS gelten aufgrund der krebshemmenden Wirkung ihrer Abbauprodukte als gesundheitsförderlich. Die speziellen Wirkmechanismen der Glucosinolate wurden vom Projektpartner Universität Hohenheim in der Fachliteratur recherchiert und im Teilprojektschlussbericht 2014 (Wolf et al. 2014) und einer Masterarbeit (Frank 2016) zusammengestellt. Resümierend hob sich bezüglich der Glucosinolate keine Zuchtlinie mit höheren Gehalten von den anderen ab und auch zwischen den Referenzhybriden und den Zuchtlinien konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Die Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen an der Universität Hohenheim lassen sich anhand der Beurteilungen des hedonischen Konsumenten-Panels in den Kriterien Gesamtgeschmack und Kaufentscheidung übersichtlich zusammenfassen. Diese Kriterien spiegeln die Beliebtheit der Zuchtlinien am deutlichsten wieder. In Tabelle 30 sind die Ergebnisse aus beiden Anbauversuchen in der Reihenfolge ihrer Beliebtheit absteigend aufgelistet. Einschränkend muss ergänzt werden, dass die sensorischen Untersuchungen lediglich an fünf in Kleinhohenheim angebauten Zuchtlinien plus einer Referenzhybride durchgeführt wurden. So konnte nur ein kleiner Ausschnitt des Geschmacksspektrums innerhalb der Zuchtlinien sichtbar werden und die identifizierten Favoriten gelten für diese Untergruppe. Sowohl in beiden Untersuchungsjahren als auch in beiden Kriterien wurde jeweils eine MIC-Zuchtlinie als geschmacklich beliebteste Zuchtlinie eingestuft. CAL-sp-bl-7, die in Ertragsparametern die besten Leistungen zeigte, schnitt in der Geschmacksbewertung am schlechtesten ab. Die beiden anderen geprüften Zuchtlinien GRE-A und LIM-19-28 bewegten sich im mittleren Bereich und wurden weder auffallend positiv noch negativ bewertet. *Batavia F1* wurde 2015 als zweitbeste Variante eingestuft, 2016 belegte sie den vierten Platz im Ranking.

Tabelle 30: Ranking der Zuchtlinien in den Kriterien „Gesamtgeschmack“ und „Kaufentscheidung“ nach den Bewertungen der hedonischen Konsumenten-Panels 2015 und 2016.

----- 2015 -----		----- 2016 -----	
Gesamtgeschmack	Kaufentscheidung	Gesamtgeschmack	Kaufentscheidung
MIC-31	MIC-31	MIC-blau	MIC-blau
Batavia F1	Batavia F1	GRE-A	LIM-19-28
GRE-A	GRE-A	LIM-19-28	GRE-A
CAL-sp-bl-7	CAL-sp-bl-7	Batavia F1	Batavia F1

Ein Vergleich der Ergebnisse der Universität Hohenheim mit den Ergebnissen des Vergleichsanbaus 2016 lässt sich nur bedingt durchführen, denn die geprüften Zuchtlinien waren nur teilweise identisch. Die Ergebnisse der Zuchtlinien GRE-grau-früh und GRE-A bestätigen die enorme Ertragstärke der GRE-Zuchtlinien, die sich auch im Vergleichsanbau deutlich gezeigt hatte. CAL-sp-bl-7, die ertragstärkste Zuchtlinie im Herbstanbau, war im Vergleichsanbau nicht vertreten. BAL-A und MIC-blau, die im Frühjahrsanbau hohe marktfähige Erträge erzielten, lagen im Vergleichsanbau auf einem mittleren Ertragsniveau. MIC-31, die bestschmeckende Zuchtlinie im Herbstanbau, war im Vergleichsanbau nicht vertreten und kann somit nicht verglichen werden. MIC-blau zählte im Vergleichsanbau nicht zu den geschmacklich besten Zuchtlinien. Allerdings wurden die Favoriten des Vergleichsanbaus an der Universität Hohenheim sensorisch nicht geprüft, sodass sich die Ergebnisse nicht zwangsläufig widersprechen.

Die Ergebnisse der Universität Hohenheim unterstreichen und ergänzen die bereits im Vergleichsanbau aufgefallenen positiven Ertrags-Merkmale der Zuchtlinien GRE-A und GRE-grau.

Die Ergebnisse der ertraglich leistungsstärksten Zuchtlinie CAL-sp-bl-7 können zum Anlass genommen werden, diese Zuchtlinie künftig in weiteren Anbauversuchen zu prüfen und gegebenenfalls geschmacklich zu verbessern. Ein hoher marktfähiger Ertrag sowie ein sehr guter Geschmack zeigten sich in der Zuchtlinie MIC-blau vereint. Daher erscheint es lohnenswert, auch diese Zuchtlinie weiterzuverfolgen und zu prüfen.

5.5 Finale Favoriten

Im Folgenden werden vier finale Favoriten in Steckbriefform zusammenfassend vorgestellt. Von jedem Zuchtstandort wurden zwei Zuchtlinien gewählt. Ziel der Auswahl war es, Zuchtlinien mit möglichst unterschiedlichen Vorzügen und Eignungen zu beschreiben, um die Diversität der Kulturart Brokkoli aufzuzeigen, ohne dabei die Anforderungen des Erwerbsgemüsebaus außer Acht zu lassen. Die aufgeführten Merkmale und Kenngrößen beruhen auf den Ergebnissen des Vergleichsanbaus 2016 an den Orten Bingenheim, Dietzenrode/Vatterode und Wulfsdorf.

Als agronomisch interessanteste Zuchtlinie mit den höchsten marktfähigen Erträgen wurde die Zuchtlinie GRE-hellgr-aufrecht-2015 (Abbildung 54) eingestuft. Aus derselben AP fiel ebenfalls GRE-grau-2015 (Abbildung 55) positiv auf, nämlich durch einen guten Geschmack sowie durch hohe marktfähige Erträge in den eigenen Versuchen als auch in Anbauversuchen Dritter (Kapitel 4.5.1, Koller et al. 2016, Gloger und Holzinger 2017). Ein dritter Favorit ist LIM-19-28-2014 (Abbildung 56), eine Zuchtlinie mit besonders hoher Einheitlichkeit und festen, feinkörnigen Blumen. Die vierte vorgestellte Zuchtlinie ist CAO-sp-21-7-2013 (Abbildung 57) und gehört zum Typ der Sprossen-Brokkoli. Sie wurde zum einen aufgrund des großen Zuchtfortschrittes gegenüber der AP gewählt und zum anderen, weil sie sich als optisch auffallende und sehr schmackhafte Spezialität in der Direktvermarktung eignen könnte.

5.5.1 Zuchtlinie GRE-hellgrau-aufrecht

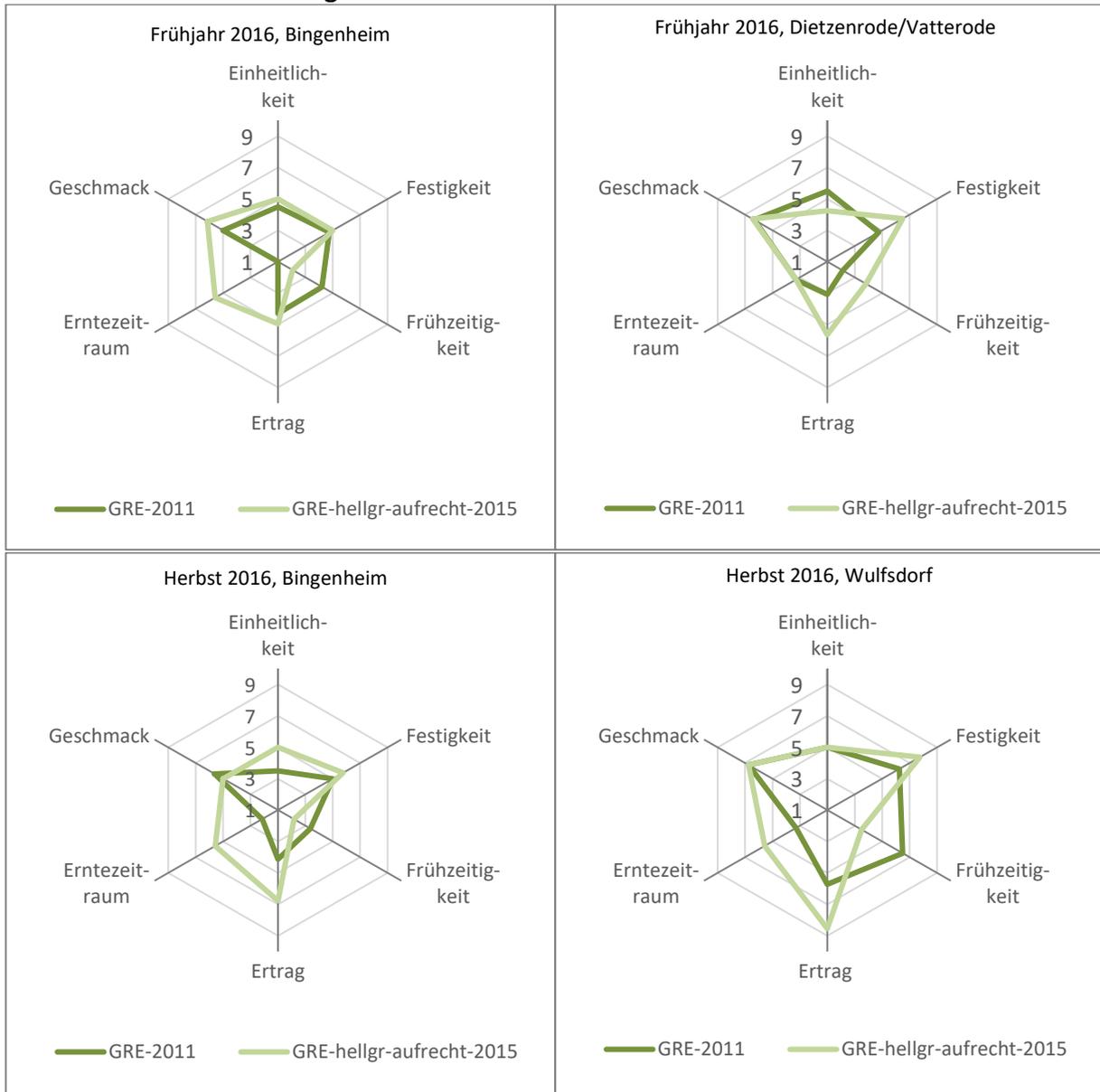


Abbildung 54: Ergebnisse der Zuchtlinie GRE-hellgr-aufrecht-2015 neben der AP *Greenia* in allen vier Vergleichsanbaus 2016. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals; Note 9 = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.

Die Zuchtlinie GRE-hellgr-aufrecht geht zurück auf die Sorte *Greenia*, die die Kultursaat-Züchterin Christina Henatsch ausgehend von einer Genbankakzession seit 2002 in Wulfsdorf züchterisch bearbeitet. Innerhalb der Projektlaufzeit durchlief sie vier Selektionsschritte.

- Pflanzenhöhe: 45 bis 55 cm
- Blumenfarbe: grau-grün
- Blumenfestigkeit: hoch
- Körnung: mittel
- Einheitlichkeit: mittel bis niedrig
- Blumengewicht: 227 g
- Marktfähiger Ertrag: 57,3 dt/ha
- Aberntequote: 62%
- Haupterntefenster: 6 bis 12 (Ø 9) Tage
- Reifezeit: mittelfrüh
- Geschmack: mild, nussig, etwas grasig

5.5.2 Zuchtlinie GRE-grau

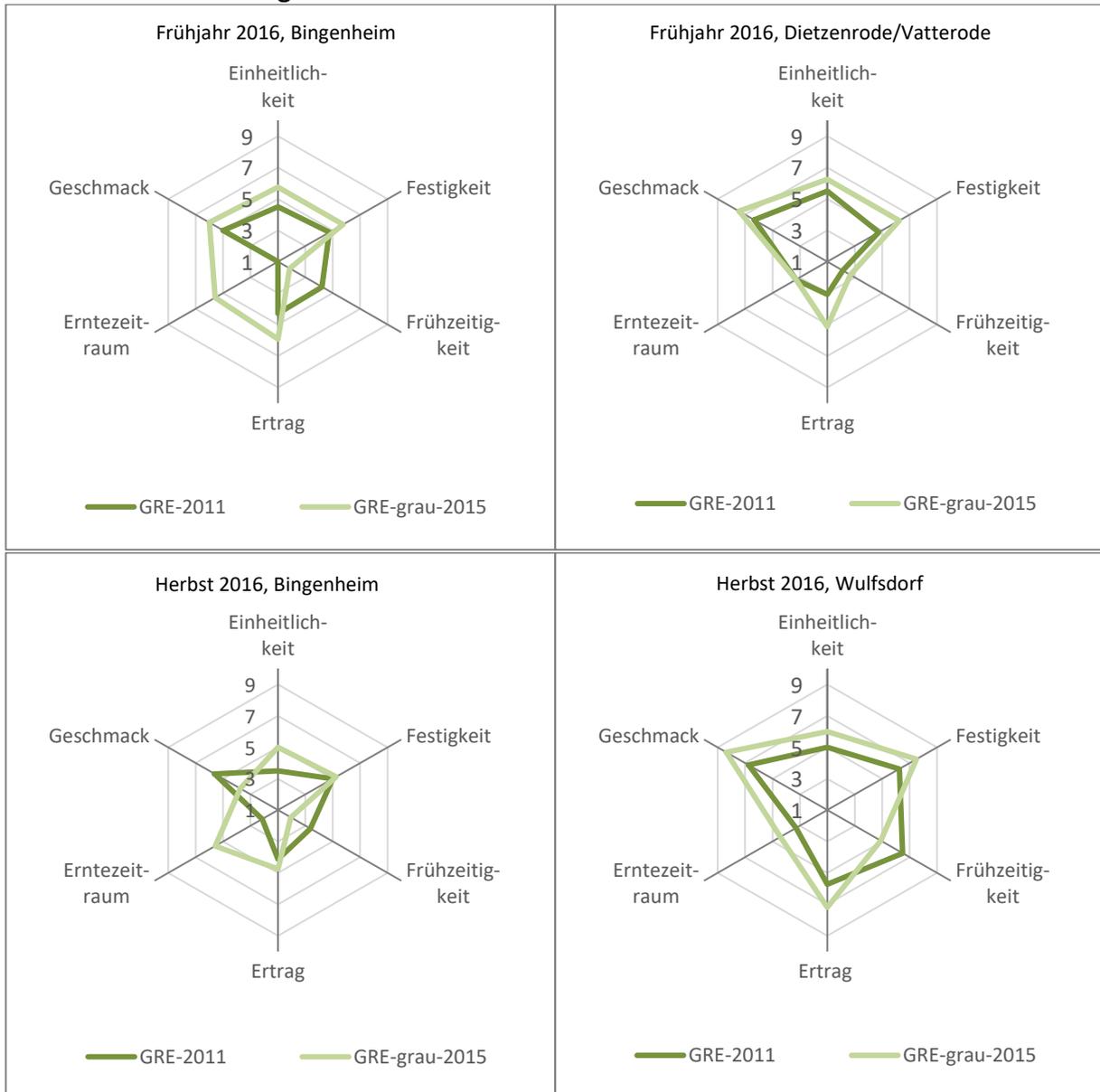


Abbildung 55: Ergebnisse der Zuchtlinie GRE-grau-2015 neben der AP *Greenia* in allen vier Vergleichsanbaus 2016. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals; Note 9 = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.

GRE-grau stammt ursprünglich von derselben Sorte *Greenia* ab, die von Christina Henatsch am Standort Wulfsdorf seit 2002 züchterisch bearbeitet wird. Innerhalb der Projektlaufzeit durchlief die Zuchtlinie vier Selektionsschritte.

- Pflanzenhöhe: 40 bis 55 cm
- Blumenfarbe: grau-grün
- Blumenfestigkeit: (mittel bis) hoch
- Körnung: mittel
- Einheitlichkeit: mittel bis hoch
- Blumengewicht: 225 g
- Marktfähiger Ertrag: 49,6 dt/ha
- Aberntequote: 61 %
- Haupterntefenster: 7 bis 12 (Ø 10) Tage
- Reifezeit: mittelfrüh
- Geschmack: mild, nussig, besonders lecker

5.5.3 Zuchtlinie LIM-19-28

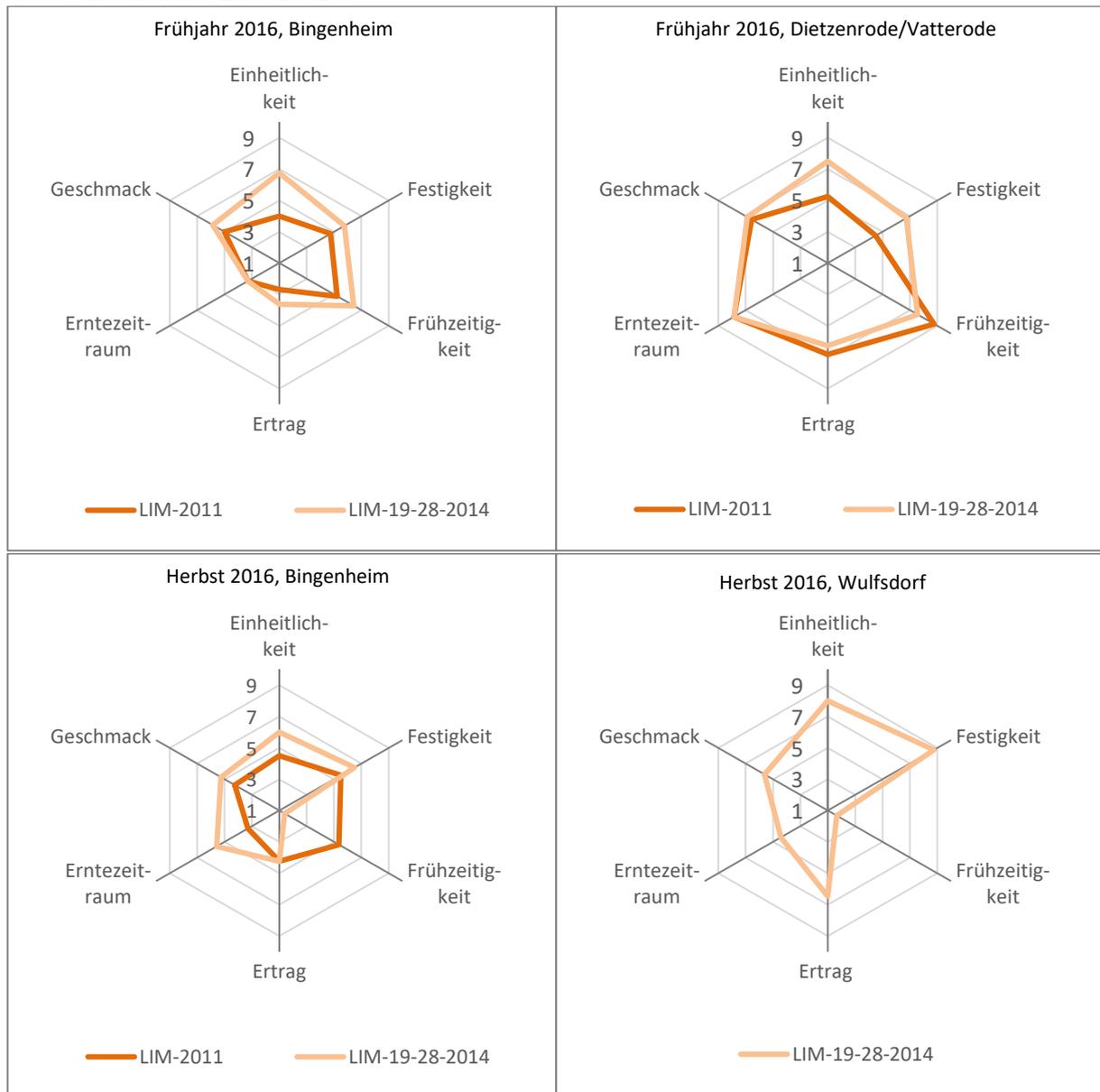


Abbildung 56: Ergebnisse der Zuchtlinie LIM-19-28-2014 neben der AP *Limba* in allen vier Vergleichsanbaus 2016. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals; Note 9 = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.

Die Zuchtlinie LIM-19-28 stammt von der Sorte *Limba* ab und wurde vom Züchter Thomas Heinze am Standort Bingenheim bearbeitet. Innerhalb der Projektlaufzeit wurde sie dreimal selektiert. Die Pflanzen fielen durch charakteristisch lange, schmale Blätter auf, die Blumen waren fest und fein gekörnt.

- Pflanzenhöhe: 40 bis 50 cm
- Blumenfarbe: hellgrün-grau bis violett
- Blumenfestigkeit: hoch bis sehr hoch
- Körnung: fein
- Einheitlichkeit: hoch bis sehr hoch
- Blumengewicht: 191 g
- Marktfähiger Ertrag: 42,1 dt/ha
- Aberntequote: 56 %
- Haupterntefenster: 1 bis 17 (Ø 13) Tage
- Reifezeit: im Frühjahr früh, im Herbst spät
- Geschmack: kräftiges Aroma

5.5.4 Zuchtlinie COA-sp-21-7

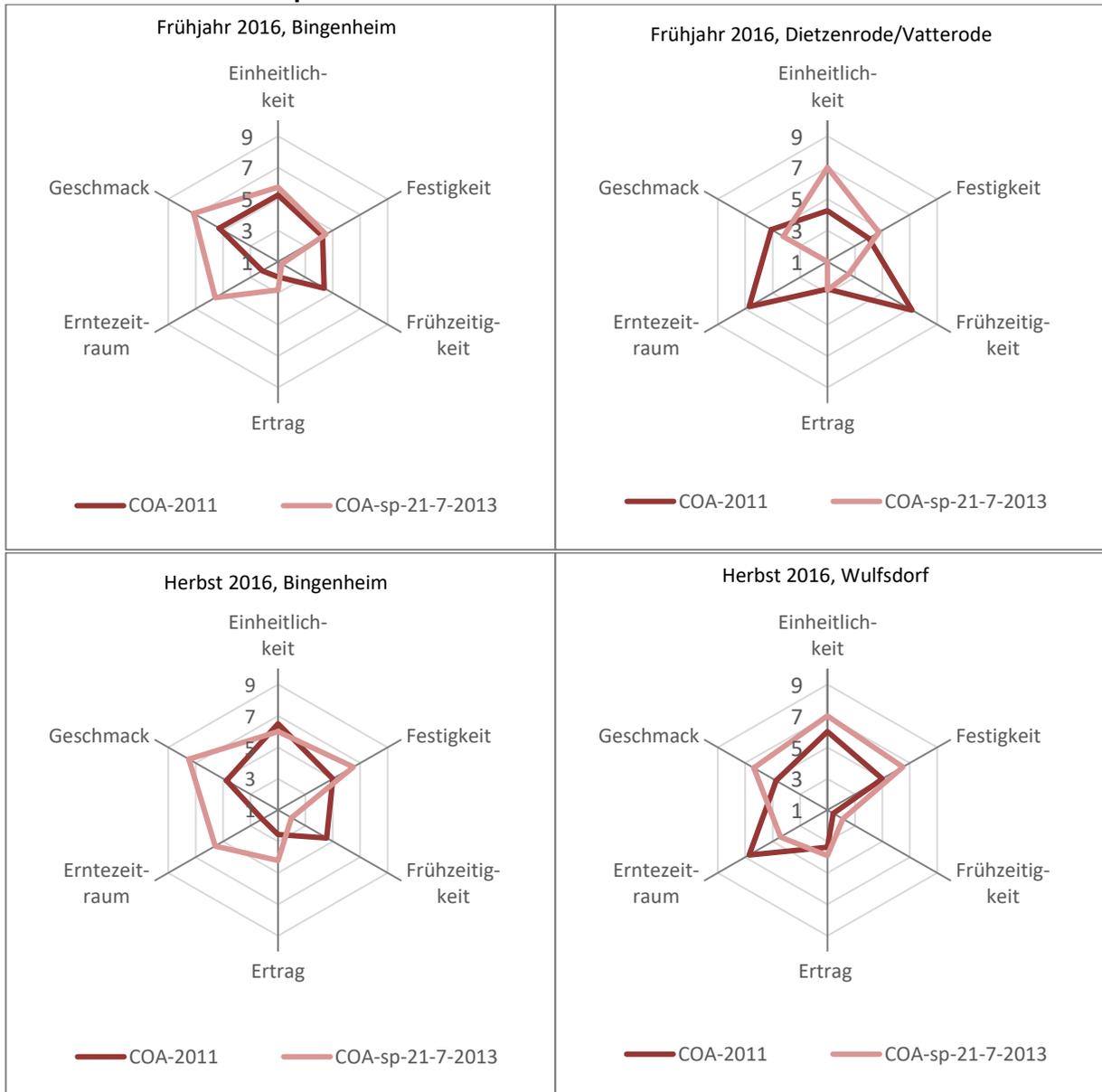


Abbildung 57: Ergebnisse der Zuchtlinie COA-sp-21-7-2013 neben der AP *Coastal* in allen vier Vergleichsanbaus 2016. Note 1 = geringste/negativste Ausprägung des Merkmals; Note 9 = höchste/positivste Ausprägung des Merkmals; Erntezeitraum, Note 9 = kürzester Erntezeitraum.

Die Zuchtlinie COA-sp-21-7 stammt von der wenig bearbeiteten, eher ursprünglichen Sorte *Coastal* ab, einem Sprossen-Brokkoli, von dem der zarte, aromatische Strunk geerntet und verzehrt wird und weniger die Blume. Innerhalb der Projektlaufzeit wurde die Zuchtlinie vom Züchter Thomas Heinze am Standort Bingenheim dreimal selektiert, für den Vergleichsanbau 2016 musste jedoch Saatgut der zweiten Selektion verwendet werden. COA-sp-21-7 zeigte im Vergleich der Zuchtlinien den größten Zuchtfortschritt gegenüber der AP nach gleichzeitig geringster Anzahl an Selektionsschritten und wurde als besonders schmackhaft bewertet.

- Pflanzhöhe: 50 bis 60 cm
- Blumenfarbe: grün
- Blumenfestigkeit: mittel (bis hoch)
- Körnung: mittel
- Einheitlichkeit: hoch
- Blumengewicht: 165 g
- Marktfähiger Ertrag: 24,7 dt/ha
- Aberntequote: 39 % (zuzüglich etwa 10 % marktfähige Blumen mit Durchwuchs)
- Haupterntefenster: 7 bis 25 (Ø 14) Tage
- Reifezeit: spät
- Geschmack: nussig, buttrig, besonders lecker



Abbildung 58: Selektionsbestand im Frühjahr 2015 am Standort Bingenheim.

6 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die Zuchtmethode Einzelpflanzenauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften (EPA) erwies sich im Projekt als geeignet, die Einheitlichkeit wenig bearbeiteter Brokkoli-Populationen zu steigern und gleichzeitig Zuchtlinien untereinander zu differenzieren. Trotz hohen Bedarfs an Arbeitskraft und Fläche scheint diese Zuchtmethode empfehlenswert für die ersten Selektionsschritte heterogener Brokkoli-Populationen.

Aufgrund gravierender Schwierigkeiten im Samenbau wurde zur Sicherung des Zuchtfortschrittes ein Stecklingsanbau entwickelt und etabliert. Dank dieser Methode konnte die Samengewinnung deutlich gesichert und teilweise beträchtlich gesteigert werden. Die gleichmäßige Abblüte der Stecklinge gewährleistet darüber hinaus eine hinreichende Pollenwolke zur Bestäubung der Elitepflanzen. Die während der Projektlaufzeit gesammelten Erfahrungen im Zusammenhang mit der Gewinnung und Kultivierung von Stecklingen führten zur Entwicklung und Etablierung eines effektiven Verfahrens. Bei auftretenden Schwierigkeiten im Samenbau in künftigen Brokkoli-Züchtungsprogrammen können derartige Stecklingsphasen jederzeit und ohne Einsatz von *in vitro*-Maßnahmen angewendet werden.

Innerhalb der fünfjährigen Projektlaufzeit wurden an zwei *On-farm*-Standorten insgesamt sechs Ausgangspopulationen (AP) hinsichtlich agronomischer und sensorischer Eigenschaften züchterisch bearbeitet und umfangreich verglichen. Von den entwickelten Zuchtlinien steht Saatgut für weitere ökologische *on-farm* Züchtung sowie für Anbauversuche zur Verfügung. Zu den Zuchtlinien zählen mehrere attraktive Neuzüchtungen, die im Anschluss an das BLE-Projekt intern und extern geprüft werden. Die Zuchtlinie GRE-grau steht 2017 bereits auf mehreren Standorten im Praxistest sowie in Anbauvergleichen Dritter mit alternativen Zuchtlinien und Sorten. Versuchssaatgut ausgewählter Zuchtlinien wurde u.a. im Frühjahr 2016 und 2017 zur Prüfung im EU-Projekt „[Diversifood](#)“ abgegeben (Koller 2016, Koller et al. 2016). An beiden *On-farm*-Standorten Bingenheim und Wulfsdorf wurde die Brokkoli-Züchtung mit den aus dem BLE-Projekt resultierenden Zuchtlinien in Eigenleistung nahtlos weitergeführt. Kultursaat e.V. strebt an, innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahre mindestens einen Sortenkandidaten der behördlichen Zulassung zuzuführen. Der erreichte Züchtungsfortschritt steht dann als ökologisch vermehrtes Saatgut einer registrierten Sorte weiteren Züchtern sowie der vielfältigen Anbaupraxis zur Verfügung.

Da der Brokkoli-Saatgutmarkt von Hybriden dominiert ist und die konventionellen Züchterhäuser zunehmend CMS-Hybriden anbieten, die im verbandsorientierten Ökolandbau verboten sind, ist der Bedarf an agronomisch leistungsstarken und gleichzeitig qualitativ hochwertigen behördlich zugelassenen Brokkoli-Populationssorten für den ökologischen Erwerbsgemüsebau besonders dringlich.

Durch die finale Patenterteilung des Europäischen Patentamtes (EPO) im Falle des sogenannten Brokkoli-Patentes (EP 1069819 B2), das als sogenannte B2-Schrift am 18. Januar 2017 publiziert und damit endgültig ist, wurde allerdings Rechtsunsicherheit für die Brokkoli-Züchtung zementiert. Mit Blick auf Erhalt der Innovationskraft und Diversität der „Züchterhäuserlandschaft“ wäre hier dringend eine Abgrenzung anzustreben, dass beispielsweise alle konventionell (also: gentechnikfrei) gezüchteten Pflanzen oder solche, die durch Mutation entstanden sind oder lediglich „gefunden“ wurden, definitiv von der Patentierung ausgeschlossen sind. Eine Lösung wäre hier der Wechsel vom „absoluten Stoffschutz auf die Pflanze“ hin zu einem reinen „Verfahrenspatent“.

7 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

Zuchtmethode

Ziel des Projektes war es, mittels der züchtungshandwerklich traditionellen Methode der Einzelpflanzenselektion und Prüfung der Nachkommenschaften (EPA) Fortschritte an Brokkoli-Populationen zu erreichen. Insbesondere sollte auf diese Weise die Einheitlichkeit der so entwickelten Zuchtlinien gesteigert werden. Als Referenz sollte die wesentlich weniger aufwändige Zuchtmethode positive Massenauslese im Prüfanbau mit der EPA verglichen werden.

Aufgrund von Schwierigkeiten im Samenbau und daraus resultierendem Saatgutmangel konnte der Prüfanbau nicht im geplanten Umfang umgesetzt werden. Die Ergebnisse des reduzierten Prüfanbaus weisen jedoch (zumal unter Einbezug der Erfahrung der Züchter) darauf hin, dass die EPA zu einer teilweise deutlichen Intensivierung beziehungsweise Beschleunigung des Zuchtfortschrittes führen kann. Besonders bei den wenig bearbeiteten AP *Limba* und *Coastal* wurde eine beachtliche Steigerung der Einheitlichkeit und eine charakteristische Differenzierung der Zuchtlinien realisiert.

Samenbau

Der Stecklingsanbau wurde als Methode zur Sicherung des Zuchtfortschrittes sowie zur Steigerung der Saatguterntemenge bei auftretenden Schwierigkeiten im Samenbau entwickelt. Aufgrund mehrmaliger samenbaulicher Missernten am Standort Bingenheim kam der Stecklingsanbau dort in erheblichem Umfang zum Einsatz. Mit der Entwicklung und Etablierung des Stecklingsanbaus wurde methodisch ein zusätzliches wertvolles Ziel erreicht, das in der Vorhabensplanung ursprünglich nicht vorgesehen war. Ob genotypische Unterschiede in der Eignung für Stecklingsgewinnung bestehen, wurde in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht.

Züchterische Verbesserung von Brokkoli-Populationen

Zentrales Ziel des vorliegend beschriebenen Teilprojektes war die züchterische Weiterentwicklung von sechs Ausgangspopulationen (AP) hinsichtlich agronomischer und sensorischer Merkmale. Zu Projektende sollten von jedem *On-farm*-Standort sieben interessante Zuchtlinien zur Verfügung stehen. Damit sollte das Projekt die Ziele des BÖLN unterstützen, neue, leistungsstarke Sorten für den ökologischen Gemüsebau zu entwickeln.

Aus allen sechs AP wurden innerhalb der fünfjährigen Projektlaufzeit Zuchtlinien entwickelt. Davon wurden 18 Zuchtlinien (je neun von jedem Züchtungsstandort) in einem umfangreichen Vergleichsanbau im letzten Projektjahr (2016) geprüft. In dieser Beziehung konnten die gesteckten Ziele übertroffen werden. Agronomische, morphologische und sensorische Daten wurden erhoben und der Zuchtfortschritt gegenüber der jeweiligen AP untersucht. Auf Grundlage dieser Resultate wurden vier Favoriten identifiziert. GRE-hellgr-aufrecht und GRE-grau sind zwei Zuchtlinien, die sich durch eine erheblich gesteigerte Ertragsleistung gegenüber der AP *Greenia* auszeichneten. LIM-19-28 fiel durch eine charakteristische Blattform und –architektur, eine deutlich verbesserte Einheitlichkeit sowie feste und feinkörnige Blumen auf. Die strunkbetonte Zuchtlinie COA-sp-21-7 war in vielen Merkmalen gegenüber der sehr ursprünglichen AP *Coastal* verbessert und zeichnete sich durch einen besonders guten Geschmack aus. Von allen während der Projektlaufzeit entwickelten Zuchtlinien steht Saatgut für Versuchszwecke sowie zur weiteren züchterischen Bearbeitung zur Verfügung. Im Jahr 2017 wird der favorisierte Sortenkandidat GRE-grau bereits auf verschiedenen Praxisbetrieben getestet. Kultursaat strebt an, innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahre mindestens eine Zuchtlinie der

behördlichen Sortenzulassung zuzuführen. Dem Ziel, neue, leistungsstarke Brokkolisorten für den Ökologischen Gemüsebau zu entwickeln, konnte ein gutes Stück nähergekommen werden.

Glucosinolate

Bei der Entwicklung der Zuchtlinien sollten neben den agronomischen und sensorischen Kriterien auch gesundheitsfördernd eingestufte bioaktive, sekundäre Inhaltsstoffe berücksichtigt und möglichst im Verhältnis zur Ausgangspopulation im Gehalt gesteigert werden. In Kooperation mit dem Projektpartner Universität Hohenheim war daher geplant, die Gehalte an verschiedenen Glucosinolaten bei selektierten Eliteblumen zeitnah zu analysieren und in die Selektionsentscheidung miteinfließen zu lassen.

Aufgrund der sensiblen Probenaufbereitungsphase unmittelbar nach der Ernte konnte dieses Verfahren *on-farm* leider nicht erfolgreich realisiert werden. Der rasche enzymatische Abbau der sekundären Pflanzenstoffe erfordert Schockgefrierung beziehungsweise den Einsatz flüchtigen Stickstoffs im Zuchtgarten. Diese Maßnahmen konnten aus Gründen der Arbeitssicherheit nicht getroffen werden. Abgesehen von Fragen des Arbeitsschutzes stellt die unmittelbar an die Ernte anschließende Probenaufbereitung eine sehr große Herausforderung dar. In der *on-farm* Züchtung sind während dieser (hektischen und heißen) Zeit der Selektion gleichzeitig auch die Feststellung sensorischer Kriterien (Geschmacksselektion) und das Umpflanzen der selektierten Restpflanzen zu leisten. Trotz zügiger Tiefkühlung (-22°C) der frisch geernteten Proben von Einzelpflanzen (Eliten und Supereliten) sowie Proben transport mit Trockeneis führten die nachfolgenden Analysen in den ersten beiden Projektjahren nicht zu sinnvollen Daten, sodass auf diesem Wege nicht die erhofften wertvollen zusätzlichen Erkenntnisse über die im Feld selektierten Pflanzen gewonnen werden konnten. Bei künftigen FuE-Projekten in dieser Richtung könnte die Entwicklung von Schnellmethoden (im Feld) oder robusterer („zuchtgartentauglicher“) und kostengünstigerer Verfahren im Umgang mit den empfindlichen Pflanzenproben hilfreich sein. Das Sensortool Multiplex® erwies sich im Rahmen des Teilprojektes 1 der Universität Hohenheim für die Schnellschätzung der Glucosinolate im jetzigen technischen Entwicklungsstand jedoch als ungeeignet.

8 Zusammenfassung

Ziel des Projektes war es, mit der züchtungshandwerklich-traditionellen Methode der Einzelpflanzenauslese samt Prüfung der Nachkommenschaften (EPA) an zwei biologisch-dynamisch bewirtschafteten *On-farm*-Standorten insgesamt sechs Ausgangspopulationen (AP) von Brokkoli in agronomischen und sensorischen Merkmalen zu verbessern sowie den Gehalt gesundheitsfördernder, sekundärer Inhaltsstoffe zu steigern. Die dabei entwickelten Zuchtlinien sollten Grundlage für samenfeste Neuzüchtungen sein, die den Anforderungen des qualitätsorientierten ökologischen Erwerbsgemüsebaus entsprechen.

Das Gesamtvorhaben bestand aus zwei eng miteinander verzahnten Teilprojekten. Der Projektpartner Universität Hohenheim hatte im Teilprojekt 1 (FKZ 28100E112) die Aufgabe, Brokkoli-Zuchtlinien der beiden *On-farm*-Standorten auf sekundäre, bioaktive Inhaltsstoffe und korrelierende Eigenschaften (Geschmack, Farbe, etc.) einschließlich ihres agronomischen Potenzials zu testen. Das im vorliegenden Abschlussbericht skizzierte Teilprojekt 2 (FKZ 28100E080) von Kultursaat e.V. umfasste alle züchterischen Aktivitäten einschließlich Sichtungs- und Vergleichsanbauten.

An regelmäßigen Treffen und Veranstaltungen fand ein reger Wissensaustausch zwischen den beteiligten Züchtern, der Projektleitung, den Projektpartnern, Erwerbsgärtnern und weiteren interessierten Personen statt.

Innerhalb der fünfjährigen Projektlaufzeit wurden an den *On-farm*-Standorten Bingenheim (Mittelhessen) und Wulfsdorf (Hamburger Umland) jeweils drei Brokkoli-AP in drei bis zu vier Selektionsschritten mittels mehrmaliger EPA und anschließender positiver Massenauslese züchterisch bearbeitet. Die Selektion fand jeweils im Frühjahrsanbau statt. Parallel dazu wurde ein Prüfanbau angelegt, anhand dessen die Effektivität der Zuchtmethode EPA mit der positiven Massenauslese verglichen wurde. Um den erreichten Zuchtfortschritt von einer Generation zur nächsten zu untersuchen und die Zuchtlinien agronomisch und sensorisch zu prüfen, wurde im Herbst 2013 und 2014 jeweils ein Sichtungsanbau durchgeführt. Im Frühjahr und Herbst 2015 fand ein erster Vergleichsanbau vielversprechender Zuchtlinien statt, auf Grundlage dessen eine Vorauswahl für den abschließenden Vergleichsanbau 2016 getroffen wurde. Im Jahr 2016 wurden an jeweils zwei Standorten im Frühjahr und im Herbst 18 ausgewählte Zuchtlinien neben fünf AP (eine AP keimte leider nicht mehr) und einer Referenzhybride im Vergleichsanbau angebaut und umfangreich geprüft. Insbesondere die für den Öko-Gemüsebau relevanten Kriterien Erntezeitraum, (marktfähiger) Ertrag, Einheitlichkeit, Blumenfestigkeit und Geschmack wurden erhoben und im vorliegenden Schlussbericht dargelegt.

Als Reaktion auf unvorhergesehene Schwierigkeiten im Samenbau wurde am Standort Bingenheim der Stecklingsanbau zur Sicherung des Zuchtfortschrittes und Steigerung des Samenertrages erfolgreich entwickelt. Zwar entstand mit Anwendung des Stecklingsanbaus zur Samengewinnung eine zeitliche Verzögerung des Zuchtablaufes um jeweils ein Jahr, gegenüber dem Totalverlust eines Großteils der Zuchtlinien war dieses Vorgehen jedoch aus züchterischer Sicht äußerst lohnenswert.

Der Prüfanbau sowie die Erfahrungen der Züchter gaben Hinweise darauf, dass die angewendete Zuchtmethode EPA gegenüber der positiven Massenauslese zu einer Intensivierung des Zuchtfortschrittes führte. Besonders die wenig bearbeiteten AP *Limba* und *Coastal* konnten hinsichtlich der Einheitlichkeit und Differenzierung der Zuchtlinien verbessert werden.

Die Ergebnisse des Vergleichsanbaus 2016 zeigten bei einem Großteil der Zuchtlinien eine Verbesserung agronomischer und sensorischer Merkmale gegenüber der AP. Die Referenzhybride

war den Zuchtlinien bezüglich des Ertrags in allen Fällen überlegen, in Einheitlichkeit und Blumenfestigkeit reichten einzelne Zuchtlinien an sie heran. Bei den Kenngrößen Erntezeitraum und Variationskoeffizient des Blumengewichtes war die Hybride nicht eindeutig besser als die Zuchtlinien und geschmacklich übertraf ein Großteil der Zuchtlinien die Hybride in drei von vier Vergleichsanbauten.

Von allen 18 Zuchtlinien steht Saatgut zur weiteren züchterischen Bearbeitung und für Anbauversuche zur Verfügung. Unter den geprüften Zuchtlinien zeigten sich mehrere attraktive Weiterentwicklungen, aus denen vier Favoriten identifiziert wurden. Aufgrund enormer Ertragsleistung wurden die Zuchtlinien GRE-hellgr-aufrecht und GRE-grau ausgewählt. GRE-grau fiel darüber hinaus durch einen besonders guten Geschmack auf. Als weiterer Favorit wurde LIM-19-28 gewählt, die sich durch eine hohe Einheitlichkeit des Bestandes und relativ feste, fein gekörnte Blumen auszeichnete. Die vierte ausgewählte Zuchtlinie COA-sp-21-7 gehört zum Typ der Sprossen-Brokkoli. Sie zeigte den größten Zuchtfortschritt gegenüber der AP und könnte sich, trotz auffällig geringer Erträge, als schmackhafte Spezialität in der Direktvermarktung eignen.

Die agronomischen und sensorischen Ergebnisse aus den Anbauversuchen der Universität Hohenheim ergänzten die eigene Datengrundlage und bestätigten einen Großteil der eigenen Erfahrungen. Die Bestimmung der bioaktiven sekundären Inhaltstoffe zeigten weder Unterschiede zwischen den diversen Zuchtlinien noch gegenüber der zwei Referenzhybride.

Innerhalb der nächsten zwei bis drei Jahre soll mindestens ein Sortenkandidat der behördlichen Zulassung zugeführt werden. In Form ökologisch vermehrten Saatguts einer registrierten Sorte steht dann der erreichte Züchtungsfortschritt dem Ökologischen Gemüsebau und weiteren Züchtern konkret-praktisch zur Verfügung.

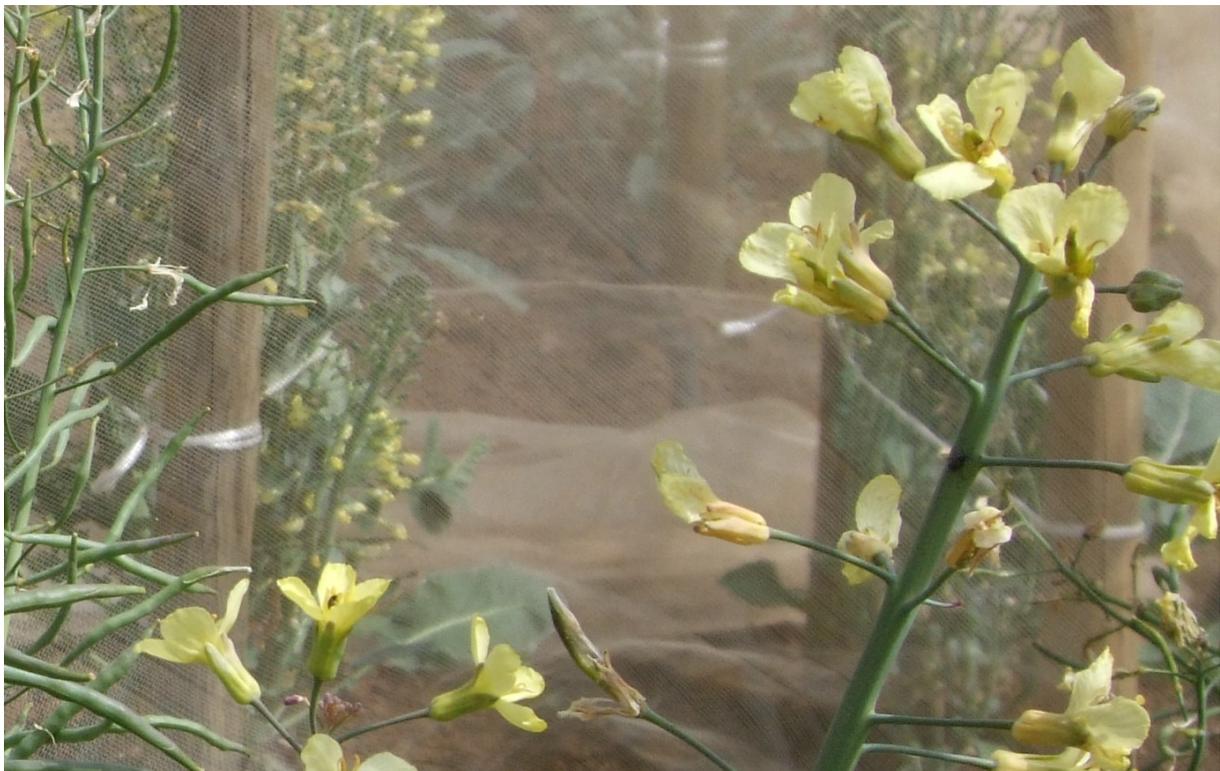


Abbildung 59: Brokkoli-Blüte.

9 Literaturverzeichnis

- Becker, H. (1993): Pflanzenzüchtung. UTB Ulmer, Stuttgart, 321 S.
- Bezler, A. (2017): Evaluation of sensory quality and determination of health benefiting compounds of new breed open pollinating genotypes of broccoli. Bachelor thesis, Universität Hohenheim, Agrarwissenschaftliche Fakultät, Institut der Kulturpflanzenwissenschaften.
- Bioland e.V. (2016): Bioland-Richtlinien. Download von www.bioland.de/ am 01.03.2017.
- BMEL (2017): Deutschland, wie es isst. Der BMEL-Ernährungsreport 2017. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Download von www.bmel.de/ am 26.05.2017.
- BÖLW (2013): BÖLW-Info, CMS-Sorten und Zellfusionstechnik im Öko-Landbau, Download von www.boelw.de/ am 14.01.2017.
- Buck, H. (2010): Vergleich neuer samenfester Möhrensorten und Standard-Hybridsorten für die verarbeitende Industrie. ÖKOmenischer Gärtnerbrief (5), 20-22.
- Demeter e.V. (2016): Richtlinien für die Anerkennung der Demeter-Qualität (Erzeugung). Download von www.demeter.de/ am 01.03.2017.
- Europäisches Patentamt (2017): EP 1069819 B2. Method for selective increase of the anticarcinogenic glucosinolates in brassica species. New european patent specification. 18.01.2017. Patentinhaber: Plant Bioscience Limited Norwich, Norfolk NR4 7UH (GB).
- Farnham, M.W., W.W. Stephenson und J.W. Fahey (2000): The capacity of broccoli to induce a mammalian chemoprotective enzyme varies among inbred lines. Journal of the American Society for Horticultural Science 125 (4), 482–488.
- Fleck, M. (2009): Approaches and Achievements of biodynamic Vegetable Breeding by Kultursaat e.V. (Germany) using the Example of RODELIKA one of the first certified biodynamic Varieties. In IFOAM [ed.] Proceedings of 1st IFOAM Conference on organic animal and plant Breeding, 26th-28th Aug. 2009 in Santa Fe, New Mexico (USA), 174-178.
- Frank, N. (2016): Determination of glucosinolate profiles of open pollinating broccoli genotypes (*Brassica oleracea* convar. *botrytis* var. *italica*) and their sensory analysis. Master thesis, Universität Hohenheim, Agrarwissenschaftliche Fakultät, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften.
- Geier, U. (2013): Möhren und Geschmack – auf die Sorte kommt es an. Ernährung im Fokus (1-2), 14-17. Download von www.kultursaat.org/ am 22.05.2017.
- Gloger, D. und A. Holzinger (2017): Der lange Atem für die Züchtung samenfester Sorten. ÖKOmenischer Gärtnerbrief (1), 27-31.
- Hallauer A.R. und T.C. Wehner (1999): Heterosis in vegetable crops. In Coors, J.G. und S. Pandey [eds]: The genetics and exploitation of heterosis in crops. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Madison-WI, 387-397.
- Haller D., Grune, T., Rimbach, G. [Hrsg.] (2013): Biofunktionalität der Lebensmittelinhaltsstoffe, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Horneburg, B. (2010): Pastinaken-Züchtung – Methoden und Erfolge zur Verbesserung der sensorischen Qualität. Lebendige Erde (2), 42-45.
- Ifoam (2008): Ifoam In Action No. 99 / Internal Letter 99 (November 2008), 32 S.
- Koller, M. (2016): Hybrid und offenabblühende Brokkoli Sorten im Praxistest. ÖKOmenischer Gärtnerbrief (2), 17-18.

- Koller, M., M. Schild und M. Messmer (2016): Brokkoli Experiment 2016. Forschungsinstitut für biologischen Landbau. EU-Programm H2020, Diversifood. Persönliche Mitteilung.
- Kuhnert, H., P.H. Feindt, S. Wragge und V. Beusmann (2003): Nachfrage nach Öko-Lebensmitteln: Veränderung durch BSE? *Ökologie & Landbau* 125 (1), 29-32. Download von <http://orgprints.org/1161/> am 14.01.2017.
- Kultursaat (2008): Biologisch-dynamische Gemüsezüchtung. 2. Auflage. 16 S.
- Kushad, M.M., A.F. Brown, A.C. Kurilich, J.A., Juvik, B.P. Klein, M.A. Wallig, und E.H. Jeffery (1999): Variation of glucosinolates in vegetable crops of *Brassica oleracea*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (4), 1541–1548.
- Messmer, M. (2014): Konsequenz ökologisch - vom Saatgut bis zum Teller. *Ökologie & Landbau* 171 (3), 34-36. Download von <http://orgprints.org/26494/> am 14.01.2017.
- Nagel, C. und M. Fleck (2007): Erreichen ausreichender Homogenität samenfester Sorten am Beispiel Chinakohl. Bericht, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn. Download von <http://orgprints.org/13693/> am 14.01.2017.
- Nagel, C. und M. Fleck (2010): Chinese Cabbage Variety 'Atsuko' as an Example of biodynamic Vegetable Breeding with Kultursaat Association, Germany. In Goldringer, I., J.C. Dawson, V. Chable, E. Lammerts van Bueren, M. Finckh und S. Barot [eds] *Breeding for resilience: a strategy for organic and low-input farming systems? Proceedings EUCARPIA 2nd Conference of the "Organic and Low-Input Agriculture" Section*. 98-101.
- Rau, F. (2010a): Editorial ÖKOmenischer Gärtnerbrief (04).
- Rau, F. (2010b): Verzicht auf CMS-Hybriden in Deutschland ohne Probleme. *ÖKOmenischer Gärtnerbrief* (04), 13.
- Regnat, R. (2013): CMS-Orientierungsliste - Liste der Gemüsesorten, die mit Hilfe von Zellfusionstechniken gezüchtet wurden („CMS-Sorten“). Download unter www.bioland.de/ am 14.01.2017.
- Schnell, F.W. (1997): Nostalgie mit Negationen: das delikate Verhältnis von Heterosis und Hybridzüchtung. In Bericht über die 48. Arbeitstagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler im Rahmen der „Vereinigung österreichischer Pflanzenzüchter“, BAL Gumpenstein, 25.-27. November 1997, 1-5.
- Stadtlander, C. (2005): Untersuchung zur Agrobiodiversität auf der Ebene der Gemüsesorten der EU unter besonderer Berücksichtigung der Züchtungsmethoden sowie Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von Gemüsesorten für den biologischen Anbau. 56 S.
- Stolz H., A. Bodini A., M. Stolze, U. Hamm und T. Richter (2009): Lebensmittelqualität aus der Verbraucherperspektive. Eine Synthese qualitativer Studien zur Wahrnehmung und Beurteilung verschiedener Qualitätskriterien bei Öko-Produkten. *Berichte über Landwirtschaft* 87 (1), 153–182. Download von www.bmel.de/ am 14.01.2017.
- Thommen, A. und M. Fleck (2008): Züchtungsmethoden in der Diskussion - Brauchen wir Bio-Kohl aus Protoplastenfusion? *BNN Nachrichten* September 2008. Download von <http://orgprints.org/16512/> am 22.05.2017.
- Ulrich, D., K. Borschel, E. Hoberg, R. Quilitzsch und W. Schütz (2004): Vergleichende Qualitätsuntersuchungen von alten und neuen Gemüsesorten zur Entwicklung von Zuchtzielen

für den ökologischen Gemüsebau. Bericht, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn. Download von <http://orgprints.org/7551/> am 14.01.2017.

UPOV (2016): Brokkoli - Richtlinien für die Durchführung der Prüfung auf Unterscheidbarkeit, Einheitlichkeit und Beständigkeit. TG 151/4, Genf 25 S.

Watzl, B. (2001): Glucosinolate. Ernährungs-Umschau 48 (8), 330-333.

Watzl, B. und C. Leitzmann (2005): Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln, 3. unveränderte Auflage, Hippokrates, Stuttgart, 254 S.

Wilbois, K.-P. und M. Messmer (2017): Es braucht mehr Biozüchtung! Umfrage zu Bedarfen in der ökologischen Pflanzenzüchtung. Der Kritische Agrarbericht 127-132. Download von www.kritischer-agrarbericht.de/ am 22.05.2017.

Wolf, S., S. Zikeli, S. Graeff-Hönninger und W. Claupein (2014): Züchterische Weiterentwicklung samenfester Brokkolisorten für den Ökologischen Landbau im Hinblick auf agronomische Merkmale, sekundäre, bioaktive Inhaltsstoffe und sensorische Eigenschaften. Teilprojekt: Bestimmung sekundärer, bioaktiver Inhaltsstoffe, Methodenentwicklung Sensortechnik, Sensorische Analysen. Schlussbericht, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Bonn. Download von <http://orgprints.org/27440/> am 22.05.2017.

10 Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen

Fleck, M. (2013): Aus der Arbeit von Kultursaat e.V. - Herausforderungen und Ansätze in verschiedenen Bereichen der Züchtungspraxis sowie der Kooperation. [Redaktioneller Beitrag im Katalog der Bingenheimer Saatgut 2013/14, S. 109-111.](#)

Fleck, M. (2014): Aktuelles aus den Projekten von Kultursaat e.V. Vortrag beim Züchtungs- und Sortentag auf dem Gärtnerhof Röllingsen (20.08.2014).

Fleck, M., S. Wolf und W. Claupein (2013) Züchterische Weiterentwicklung samenfester Brokkolisorten für den Ökolandbau hinsichtlich agronomischer wie sensorischer Merkmale. In Neuhoff, D. C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm und U. Köpke [Hrsg.] (2013): Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5. - 8. März 2013 Verlag Dr. Köster, Berlin. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, 5. bis 8. März 2013. <http://orgprints.org/21440/>

Sahamishirazi, S., J. Moehring, S. Zikeli, M. Fleck, W. Claupein und S. Graeff-Honninger (2017): Determination of total and individual glucosinolate contents of new bred open pollinating genotypes of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) grown in organic farming conditions under the effect of genotype and growing season. Food Chemistry (eingereicht).

Sahamishirazi, S., J. Moehring, S. Zikeli, M. Fleck, W. Claupein und S. Graeff-Honninger (2017): Agronomic performance of new bred open pollinating broccoli genotypes (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) under organic farming growing conditions. Plos One (eingereicht).

Sahamishirazi, S., N. Frank, S. Zikeli, M. Fleck, W. Claupein und S. Graeff-Honninger (2016): Determination of glucosinolate content of open pollinating broccoli genotypes (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) and their sensory analysis. [Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 28, 60-61.](#)

Sahamishirazi, S., S. Zikeli, M. Fleck, W. Claupein und S. Graeff-Honninger (2017): Development of a Near-Infrared Spectroscopy Method (NIRS) for fast analysis of total, indole, aliphatic and individual glucosinolates in new bred open pollinating genotypes of Broccoli (*Brassica oleracea* convar. *Botrytis* var. *Italica*). Food Chemistry (eingereicht). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.025>

Wolf, S., M. Fleck, S. Graeff-Hönninger, S. Zikeli und W. Claupein (2013): Messung sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe von Brokkoliblumen aus ökologischem Anbau. In Neuhoff, D. C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm und U. Köpke [Hrsg.] (2013): Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5. - 8. März 2013 Verlag Dr. Köster, Berlin. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, 5. bis 8. März 2013. <http://orgprints.org/21583/>

Wolf, S., S. Zikeli, M. Fleck, S. Graeff-Hönninger und W. Claupein (2014): Open Pollinated Broccoli Genotypes: Agronomic Parameters and Sensory Attributes. In: Rahmann, G. und Aksoy, U. [Hrsg.] Building Organic Bridges, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, Germany, 2, Thuenen Report, Nr. 20, S. 427-430. <http://orgprints.org/23902/>

Zikeli, S., S. Wolf, S. Graeff-Hoenninger, M. Fleck und A. Braun (2016): Entwicklung von samenfesten Brokkoli-Sorten – Erste Ergebnisse eines Kooperationsprojektes von Kultursaat e.V. und der Universität Hohenheim. [ÖKomenischer Gärtnerbrief \(03\), 28-30.](#)

11 Anhang

Anhang 1: Bericht der Prüfung auf ogura-CMS, beispielhaft für die von Züchterin Christina Henatsch bearbeitete Ausgangspopulation GRE (*Greenia*); alle Ausgangspopulationen waren in gleicher Weise „negativ“, d.h. es wurde keine für CMS-Hybriden bei Kohl typische Mitochondrien-DNA-Sequenz nachgewiesen.

lifeprint GmbH
DNA ANALYSIS

lifeprint GmbH
Industriestrasse 12
89257 Illertissen
Germany

office@lifeprint.de
www.lifeprint.de

Tel.: +49 (0)7303 951 95-0
Fax: +49 (0)7303 951 95-55

lifeprint GmbH Industriestrasse 12 89257 Illertissen Germany

Kultursaat e.V.
Herrn Michael Fleck
Kronstraße 24

61209 Echzell

Seite: 1 von 2

Kundennr.: 2493

Bearbeiter: Weidhaas

Datum: 04.12.2014

Prüfbericht Nr. 200839965

Prüfauftrag: CMS-Mitochondrien des Ogura-Typs

Probeneingang: 02.12.2014, Beginn der Analyse: 03.12.2014, Ende der Analyse: 04.12.2014

Probenbeschreibung: Probe 4: Brokkoli-Zuchtpopulation (50g) CHE-GRE, Probencodierung:

Greenia, Menge: ca. 105g

sonstige Untersuchungen

cms

Die Probenahme erfolgte durch den Auftraggeber, der für Repräsentativität und Logistik verantwortlich ist.

Verpackung der Probe: Die Probe war unversehrt, es wurden keine Manipulationen festgestellt.

Ergebnis	ogura – CMS	negativ
	Referenzgen	nachweisbar

In der vorliegenden Probe ist der Nachweis der Mitochondrien-Sequenz des **Ogura-Typs negativ**.

Der Nachweis des universellen Referenzgens zeigt das Vorhandensein amplifizierbarer DNA in der Probe an.

Für den Inhalt verantwortlich: Dr. Rösel

Illertissen, den 4.12.14 Dr. E. Nüßeler

Dr. S. Rösel, Dr. K. Neumann: Laborleitung; Dr. E. Nüßeler: Stellvert. Laborleitung; J. Kühnemann: Ltd. Fachkraft



DAkkS

Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14411-01-00

Geschäftsführung:
~~Dr. Sibylle Rösel~~ Abgar Bilgic
Amtsgericht Memmingen - Charlottenl
HRB 14227 159283 B

USt-IdNr: DE 21 4456 404

Ein Unternehmen der
Tentamus-Gruppe

DNA-Extraktionsmethode:

Homogenisierung fester Proben: Die in der Probenbeschreibung angegebene Menge wird zerkleinert und homogenisiert. Es werden 200 mg bis 2500 mg des Materials analysiert.

Alle Analysen erfolgten als **Doppelbestimmungen**.

DNA-Aufarbeitungsmethode: Die DNA wurde mittels molekularbiologischer Standardmethoden extrahiert und gereinigt (gemäß § 64 LFGB, dies entspricht der alten Fassung des § 35 LMBG).

Qualitative Bestimmung der ogura-CMS-Sequenz (LP-P-04-35 2013-09):

Nachgewiesen wird eine für Mitochondrien des ogura-Typs spezifische Sequenz.

Nachweisgrenze (limit of detection, LOD): < 0,01 %.

Validiert mit Proben aus 0,01 % Ogura-positiver Blumenkohl-DNA in Ogura-negativer Blumenkohl-DNA.

Die Nachweisgrenze bezieht sich auf die Rohware und ist abhängig von der Art der Matrix. In Proben mit viel DNA kann die probenspezifische Nachweisgrenze des Tests bedeutend geringer als 0,01 % sein, in Proben mit wenig DNA oder schlecht amplifizierbarer DNA kann die probenspezifische Nachweisgrenze des Tests deutlich höher liegen.

Die Resultate der durchgeführten Analyse der lifeprint GmbH basieren sich ausschließlich auf den Vorstell. In analysierten Anteil der von vom Kunden übergebenen Proben. Sie müssen nicht repräsentativ für das Produkt sein, aus dem die Probe vom Kunden entnommen wurde. lifeprint GmbH schließt jede Haftung gegenüber Dritten und indirekten Schäden an. Kunden sind verpflichtet, die durchgeführten Analyse sind. Nicht Teil des Prüfprotokolls darf, auch nicht in Auszügen in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm etc.) veröffentlicht oder ohne Genehmigung elektronischer Systeme oder in anderer Weise werden. Der Prüfbericht ist ausschließlich für den Kunden bestimmt. Im Rahmen der üblichen AB-Namehmer Geschäftsbedingungen.

Anhang 2: Boniturliste Brokkoli für Sorten und Zuchtlinien.

Genotyp	 -- ganze Pflanze -- 	 ----- Laub ----- 	 ----- Blume ----- 	 ---- Ernte ----
		Höhe der Pflanze bei Erntereife (1-9; 1=sehr gering)		
	Seitentriebbildung (1-9; 1= fehlend)			
	Reifezeit (1-9; 1= sehr früh)			
	Einheitlichkeit (1-9; 1=Sehr gering)			
	Haltung bei Beginn der Kopfbildung (3 = halbaufrecht; 5 = waagrecht; 7 = halbhängend)			
	Laubfarbe (1 = grün; 2 = graugrün; 3 = blaugrün)			
	Anzahl Lappen (1-9; 1=fehlend oder sehr gering)			
	Länge einschließlich Stiel (3 = kurz; 5 = mittel; 7 = lang)			
	Breite (3 = schmal; 5 = mittel; 7 = breit)			
	Größe (1 = sehr klein; 9 = sehr groß)			
	Festigkeit (3 = locker; 5 = mittel; 7 = fest))			
	Länge des Stengels (1= sehr kurz; 9 = sehr lang)			
	Höckerbildung (3 = fein; 5 = mittel; 7 = stark)			
	Form im Längsschnitt (1 = rund; 2 = quer breit elliptisch; 3 = quer mittel ell.; 4 = quer schmal ell.)			
	Körnung (1-9; 1=sehr fein)			
	Farbe (1 = creme; 2 = grün; 3 = graugrün; 4 = blaugrün; 5 = violett)			
	marktfähige Blumen (in Prozent)			
	Erntebeginn (Datum)			
	Ernteabschluss (Datum)			

Anhang 3: Marktfähiger Ertrag bei den vier Vergleichsanbauten des Jahres 2016 in dt/ha.

	Vergleichsanbau Frühjahr 2016, Bingenheim	Vergleichsanbau Frühjahr 2016, Ditzenderode/Vatterode	Vergleichsanbau Herbst 2016, Bingenheim	Vergleichsanbau Herbst 2016, Wulfsdorf
Batavia F1	78,00	52,65	66,15	119,38
BAL-2011	26,07	22,26	31,00	80,82
BAL-A-2015	27,61	27,64	18,90	81,16
BAL-B-2015	25,13	27,95	24,45	99,88
GRE-2011	32,14	13,68	25,83	70,45
GRE-A-aufrecht-2015	49,08	27,09	47,59	111,14
GRE-A-niedrig-2015	49,07	26,15	48,00	95,06
GRE-grau-2015	47,97	27,17	30,98	92,36
GRE-hellgr-aufrecht-2015	38,53	30,57	47,72	112,55
GRE-hellgr-niedrig-2015	46,61	19,48	38,77	99,23
MIC-2011	45,34	33,53	40,79	86,70
MIC-blau-2014	38,94	30,66	35,85	86,32
MIC-früh-2014	39,91	22,12	32,47	90,29
LIM-2011	16,34	38,33	26,69	.
LIM-19-28-2014	25,56	34,69	26,74	81,52
LIM-20-68-2014	33,91	24,11	25,71	59,18
LIM-23-33-2014	14,68	43,65	26,49	75,63
COA-2011	9,36	11,41	12,88	35,15
COA-sp-21-6-2013	23,03	5,14	24,24	49,07
COA-sp-21-7-2013	17,41	11,86	26,51	43,17
COA-sp-23d-2-2013	12,84	7,13	18,64	46,96
CAL-sp-bl-Mschg-2014	45,34	27,54	31,29	67,64
CAL-sp-bl-6-2014	30,67	24,04	26,01	73,57
CAL-sp-gr-Mschg-2014	21,92	34,15	35,44	73,22

Anhang 4: Durchschnittliches Blumengewicht der marktfähigen Ware in Gramm.

	Vergleichsanbau Frühjahr 2016, Bingenheim	Vergleichsanbau Frühjahr 2016, Ditzenderode/Vatterode	Vergleichsanbau Herbst 2016, Bingenheim	Vergleichsanbau Herbst 2016 Wulfsdorf
Batavia F1	287,70	176,91	212,53	367,65
BAL-2011	233,72	165,63	180,40	297,68
BAL-A-2015	236,07	157,01	166,19	308,78
BAL-B-2015	260,27	165,68	173,86	328,75
GRE-2011	161,19	135,11	158,88	251,58
GRE-A-aufrecht-2015	192,65	180,95	210,26	311,80
GRE-A-niedrig-2015	193,06	149,40	210,05	310,25
GRE-grau-2015	198,25	151,57	169,56	281,53
GRE-hellgr-aufrecht-2015	216,64	166,06	199,62	326,34
GRE-hellgr-niedrig-2015	195,06	132,98	187,90	315,50
MIC-2011	200,73	176,26	177,28	282,22
MIC-blau-2014	179,17	162,28	203,96	234,52
MIC-früh-2014	200,19	149,81	175,18	263,07
LIM-2011	135,48	177,55	161,83	.
LIM-19-28-2014	161,62	141,22	195,38	265,67
LIM-20-68-2014	169,03	140,59	154,87	188,91
LIM-23-33-2014	139,75	171,59	149,69	235,71
COA-2011	155,39	133,33	151,52	198,33
COA-sp-21-6-2013	169,45	132,57	161,82	206,14
COA-sp-21-7-2013	135,98	125,80	180,57	218,87
COA-sp-23d-2-2013	148,80	120,73	162,55	199,58
CAL-sp-bl-Mschg-2014	202,94	151,43	173,22	222,80
CAL-sp-bl-6-2014	189,71	182,23	157,42	241,24
CAL-sp-gr-Mschg-2014	188,38	156,30	184,17	233,80

Anhang 5: Ranking der Zuchtlinien (drei beste Linien) bezüglich sechs erhobener Merkmale im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 an den Standorten Bingenheim und Dietzenrode/Vatterode. Mehrere Zuchtlinien innerhalb einer Zelle waren in diesem Merkmal auf dem gleichen Niveau.

	Kürzester Erntezeitraum	Marktfähiger Ertrag	Blumenfestigkeit	Einheitlichkeit	Variationskoeffizient	Geschmack
<i>Vergleichsanbau FJ 2016, Bingenheim</i>	LIM-23-33-2014	GRE-A-niedrig-2015	GRE-hellgr-niedrig-2015	LIM-19-28-2014	MIC-blau-2014	CAL-sp-bl-6-2014
	2x BAL-2015 GRE-A-aufrecht-2015 COA-sp-21-6-2013	GRE-A-aufrecht-2015	GRE-grau-2015	MIC-blau-2014 COA-sp-21-6-2013	LIM-23-33-2014	COA-sp-21-7-2013
		GRE-grau-2015	LIM-19-28-2014		COA-sp-21-6-2013	GRE-hellgr-aufrecht-2015
<i>Vergleichsanbau FJ 2016, Dietzenrode/Vatterode</i>	LIM-19-28-2014 LIM-20-68-2014 LIM-23-33-2014	LIM-23-33-2014	MIC-blau-2014	LIM-19-28-2014 COA-sp-21-6-2013	LIM-23-33-2014	MIC-früh-2014
		LIM-19-28-2014	LIM-19-28-2014	LIM-20-68-2014 COA-23d-2-2013	LIM-19-28-2014	GRE-grau-2014
		CAL-sp-gr-Mschg-2014	GRE-hellgr-aufrecht-2015 COA-sp-21-6-2013		GRE-grau-2015	BAL-B-2015

Anhang 6: Ranking der Zuchtlinien (drei beste Linien) bezüglich sechs erhobener Merkmale im Vergleichsanbau Herbst 2016 an den Standorten Bingenheim und Wulfsdorf. Mehrere Zuchtlinien innerhalb einer Zelle waren in diesem Merkmal auf dem gleichen Niveau.

	Kürzester Erntezeitraum	Marktfähiger Ertrag	Blumenfestigkeit	Einheitlichkeit	Variationskoeffizient	Geschmack
<i>Vergleichsanbau Herbst 2016, Bingenheim</i>	GRE-grau-2015	GRE-A-niedrig-2015	BAL-A-2015	COA-23d-2-2013	BAL-A-2015	COA-21-7-2013
	GRE-hellgr-aufrecht-2015	GRE-hellgr-aufrecht-2015	GRE-A-aufrecht-2015	COA-21-6-2013	COA-sp-21-6-2013	GRE-hellgr-niedrig-2015
	LIM-19-28-2014 CAO-sp-21-7-2013	GRE-A-aufrecht-2015	LIM-19-28-2014 LIM-20-68-2014 COA-sp-21-7-2013	LIM-19-28-2014 COA-sp-21-7-2013	GRE-hellgr-niedrig-2015	GRE-A-niedrig-2015
<i>Vergleichsanbau Herbst 2016, Wulfsdorf</i>	GRE-A-niedrig-2015	GRE-hellgr-aufrecht-2015	LIM-19-28-2014	LIM-19-28-2014	GRE-hellgr-niedrig-2015	GRE-grau-2015
	GRE-hellgr-aufrecht-2015	GRE-A-aufrecht-2015	BAL-A-2015	COA-23-d-2-2013	BAL-B-2015	CAL-sp-bl-6-2014
	GRE-hellgr-niedrig-2015 COA-21-6-2013 CAL-sp-gr-Mschg	BAL-B-2015	GRE-hellgr-aufrecht-2015		GRE-hellgr-aufrecht-2015	BAL-A-2015

Anhang 7: Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen gekochter Brokkoli-Proben aus dem Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Bingenheim.

Zuchtlinie	Wdh	nussig	ausgewogen	vollmundig	mild	kräftig, aromatisch	frisch	angenehm, lecker	scharf	grasig grün, unreif	bitter	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (muffig,...)	Beliebtheit
Batavia F1	1	3			3									+++
	2				3			5						++++
BAL-2011	1													
	2								1					
BAL-A-2015	1	3						3						
	2	1									1	1		
BAL-B-2015	1								1				1	
	2								1					
GRE-2011	2								1		1			
	1				3						1			
GRE-A-aufrecht-2015	1								1					
	2	3	3											
GRE-A-niedrig-2015	1			3					1					
	2	1												
GRE-grau-2015	1	1					3	3						+++

Beliebtheit	Summe positiv	Summe negativ
3	6	0
4	8	0
	0	0
	0	1
	6	0
	1	2
	0	2
	0	1
	0	2
	3	1
	0	1
	6	0
	3	1
	1	0
3	7	0

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
9	7,6	8,0	Batavia-F1
12	8,4		
0	5,0	4,9	BAL-2011
-1	4,7		
6	6,7	5,7	BAL-A-2015
-1	4,7		
-2	4,4	4,6	BAL-B-2015
-1	4,7		
-2	4,4	5,0	GRE-2011
2	5,6		
-1	4,7	5,7	GRE-A-aufrecht-2015
6	6,7		
2	5,6	5,4	GRE-A-niedrig-2015
1	5,3		
10	7,9	6,0	GRE-grau-2015

Zuchtlinie	Wdh	nussig	ausgewogen	vollmundig	mild	kräftig, aromatisch	frisch	angenehm, lecker	scharf	grasig grün, unreif	bitter	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (muffig,...)	Beliebtheit
	2											3		
GRE-hellgr-aufrecht-2015	1				3		3	5		1				++++
	1									1				
	2									1				
GRE-hellgr-niedrig-2015	1									1		3		(+)
	2									1				
MIC-2011	1									1				
	2								1			3		
	2									1	1			
MIC-blau-2014	1	3												
MIC-früh-2014	1	1			1									++
	2				3					1				(+)
LIM-2011	1				1	1						3	1	
	2				3					1				
LIM-19-28-2014	1										1	3		
	2				3		3	3						+

Beliebtheit	Summe positiv	Summe negativ
	0	3
4	11	1
	0	1
	0	1
1	0	4
	0	1
	0	1
	0	4
	0	2
	3	0
2	2	0
1	3	1
	2	4
	3	1
	0	4
1	9	0

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
-3	4,1		
14	9,0	6,1	GRE-hellgr-aufrecht-2015
-1	4,7		
-1	4,7		
-3	4,1	4,4	GRE-hellgr-niedrig-2015
-1	4,7		
-1	4,7	4,3	MIC-2011
-4	3,9		
-2	4,4		
3	5,9	5,5	MIC-blau-2014
4	6,1	6,0	MIC-früh-2014
3	5,9		
-2	4,4	5,0	LIM-2011
2	5,6		
-4	3,9	5,9	LIM-19-28-2014
10	7,9		

Zuchtlinie	Wdh	nussig	ausgewogen	vollmundig	mild	kräftig, aromatisch	frisch	angenehm, lecker	scharf	grasig grün, unreif	bitter	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (muffig,...)	Beliebtheit
LIM-20-68-2014	1								3	3	3	3		
	2					3				1				
	2									1				
LIM-23-33-2014	1	1			3					1				
	2							3						+
COA-2011	1	1								1				
	1	3								1				
	2				3					1		1		
COA-sp-21-6-2013	1								1	3				
	2									1			1	
COA-sp-21-7-2013	1	3	3											++
	2			3		3								+
COA-sp-23d-2-2013	1				3					1			3	
	2									1		1		
CAL-sp-bl-Mschg-2014	1		3											+(+)
	1									3				

Beliebtheit	Summe positiv	Summe negativ
	0	12
	3	1
	0	1
	4	1
1	3	0
	1	1
	3	1
	3	2
	0	4
	0	2
2	6	0
1	6	0
	3	4
	0	2
	3	0
	0	3

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
-			LIM-20-68-2014
12	1,6	4,0	
2	5,6		
-1	4,7		LIM-23-33-2014
3	5,9	6,0	
4	6,1		
0	5,0	5,3	COA-2011
2	5,6		
1	5,3		
-4	3,9	4,1	COA-sp-21-6-2013
-2	4,4		
8	7,3	7,1	COA-sp-21-7-2013
7	7,0		
-1	4,7	4,6	COA-sp-23d-2-2013
-2	4,4		
3	5,9	4,9	CAL-sp-bl-Mschg-2014
-3	4,1		

Zuchtlinie	Wdh	nussig	ausgewogen	vollmundig	mild	kräftig, aromatisch	frisch	angenehm, lecker	scharf	grasig grün, unreif	bitter	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (muffig,...)	Beliebtheit
	2												1	
CAL-sp-bl-6-2014	1	3			3									+++
	2	3	3											++++
CAL-sp-gr-Mschg-2014	1	1												
	1				3							1		
	2	1	3											++

Beliebtheit	Summe positiv	Summe negativ
	0	1
3	6	0
4	6	0
	1	0
	3	1
2	4	0

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
-1	4,7		
9	7,6	7,7	CAL-sp-bl-6-2014
10	7,9		
1	5,3	5,9	CAL-sp-gr-Mschg-2014
2	5,6		
6	6,7		

Legende:  wenig, leicht  mittel  viel, stark  stark voneinander abweichende Wiederholungen

Anhang 8: Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen gekochter Brokkoli-Proben im Vergleichsanbau Frühjahr 2016 am Standort Dietzenrode/Vatterode.

Zuchtlinie	Wdh	nussig	süß	mild	ausgewogen	kräftig, aromatisch	angenehm, lecker	abfallend	scharf	grasig, grün, unreif	bitter	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (muffig,..)	Beliebtheit
Batavia-F1	1		1										3	
	2	1										1		
BAL-2011	1		1										3	
	2	3				3					1			
BAL-A-2015	1	3	1		3	3								+
	2	3				3					1			+
BAL-B-2015	1		3								1			
	2	3	5	3		3	3							+
GRE-2011	1	3	3		3									+
	2	5										3		
GRE-A-aufrecht-2015	1	3	3											
	2	3	5											+
GRE-A-niedrig-2015	1	3	3		3	3	3							+
	2	1	5									3		(-)

Beliebtheit	Summe positiv	Summe negativ
	1	3
	1	1
	1	3
	6	1
1	10	0
1	6	1
	3	1
1	17	0
1	9	0
	5	3
	6	0
1	8	0
1	15	0
-1	6	3

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
-2	4,6	4,8	Batavia-F1
0	5,0		
-2	4,6	5,3	BAL-2011
5	6,1		
11	7,4	6,9	BAL-A-2015
6	6,3		
2	5,4	7,2	BAL-B-2015
18	9,0		
10	7,2	6,3	GRE-2011
2	5,4		
6	6,3	6,7	GRE-A-aufrecht-2015
9	7,0		
16	8,6	7,0	GRE-A-niedrig-2015
2	5,4		

Schlussbericht Brokkoli-Pop (FKZ 28100E080)

GRE-grau-2015	1	1	3		3		3												
	2	3	3				5												+
GRE-hellgr-aufrecht-2015	1	3	3	3															
	2	1		3															
GRE-hellgr-niedrig-2015	1	1	3	3		1													
	2	1						1											
MIC-2011	1	1	1							1	3								
	2	5	1	3															+
MIC-blau-2014	1		1							1	3								
	2	1	3					3											
MIC-früh-2014	2	5	3				3												
	1	3	5		3	3	3												+
LIM-2011	1	3	3				3												
	2	3		3								1							
LIM-19-28-2014	1	3				3													+
	2	3	3				3												+
LIM-20-68-2014	1	1	1																
	2	3	3							1									+
LIM-23-33-2014	1		1								3								
	2	3	3	3			3												+
COA-2011	1	3	3							1		3							

		10	0
	1	11	0
		9	0
		4	0
		8	0
		1	1
		2	4
	1	9	0
		1	4
		4	6
		11	0
	1	17	0
		9	0
		6	1
	1	6	0
	1	9	0
		2	0
	1	6	1
		1	3
	1	12	0
		6	4

10	7,2	7,4	GRE-grau-2015
12	7,7		
9	7,0	6,4	GRE-hellgr-aufrecht-2015
4	5,9		
8	6,8	5,9	GRE-hellgr-niedrig-2015
0	5,0		
-2	4,6	5,9	MIC-2011
10	7,2		
-3	4,3	4,4	MIC-blau-2014
-2	4,6		
11	7,4	8,2	MIC-früh-2014
18	9,0		
9	7,0	6,6	LIM-2011
5	6,1		
7	6,6	6,9	LIM-19-28-2014
10	7,2		
2	5,4	5,9	LIM-20-68-2014
6	6,3		
-2	4,6	6,2	LIM-23-33-2014
13	7,9		
2	5,4	5,1	COA-2011

Schlussbericht Brokkoli-Pop (FKZ 28100E080)

	2		1							1		1
COA-sp-21-6-2013	1		3						3		3	
	2	3	3									
COA-sp-21-7-2013	1		1								3	3
	2	1										3
COA-sp-23d-2-2013	1										1	
	2	1										
CAL-sp-bl-Mschg-2014	1		3									+
	2		1					1				
CAL-sp-bl-6-2014	1						1		3			-
	2	1							1		1	+
CAL-sp-gr-Mschg-2014	1								1	3		
	2	1						1			1	

		1	2
		3	6
		6	0
		1	6
		1	3
		0	1
		1	0
	1	3	0
		1	1
	-1	0	4
	1	1	2
		0	4
		1	2

	-1	4,8		
COA-sp-21-6-2013	-3	4,3	5,3	
	6	6,3		
COA-sp-21-7-2013	-5	3,9	4,2	
	-2	4,6		
COA-sp-23d-2-2013	-1	4,8	5,0	
	1	5,2		
CAL-sp-bl-Mschg-2014	4	5,9	5,4	
	0	5,0		
CAL-sp-bl-6-2014	-5	3,9	4,4	
	0	5,0		
CAL-sp-gr-Mschg-2014	-4	4,1	4,4	
	-1	4,8		

Legende:  wenig, leicht  mittel  viel, stark

 stark voneinander abweichende Wiederholungen

Anhang 9: Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen gekochter Brokkoli-Proben im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Bingenheim.

Zuchtlinie	Wdh	nussig	ausgewogen	vollmundig	buttrig	mild	angenehm, lecker	abfallend	unausgewogen	säuerlich	grasig, grün, unreif	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (muffig,...)	unangenehm	Beliebtheit	Beliebtheit	Summe positiv	Summe negativ	Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
Batavia-F1	1		3				5										8	0	8	7,0	5,3	Batavia-F1
	2											3	3				0	6	-6	3,5		
BAL-2011	1	3	5				5								+++	3	13	0	16	9,0	6,4	BAL-2011
	2						1			3	3						1	6	-5	3,8		
BAL-A-2015	1												1				0	1	-1	4,8	4,1	BAL-A-2015
	2										3		3				0	6	-6	3,5		
BAL-B-2015	1						3										3	0	3	5,8	5,9	BAL-B-2015
	2	3													+	1	3	0	4	6,0		
GRE-2011	1							3				3					0	6	-6	3,5	5,6	GRE-2011
	2	3					5								+++	3	8	0	11	7,8		
GRE-A-aufrecht-2015	1	3															3	0	3	5,8	6,3	GRE-A-aufrecht-2015
	2	3		3											+	1	6	0	7	6,8		
GRE-A-niedrig-2015	1	3					5								+	1	8	0	9	7,3	6,5	GRE-A-niedrig-2015
	2	3				3					3						6	3	3	5,8		

Zuchtlinie	Wdh	nussig	ausgewogen	vollmundig	buttrig	mild	angenehm, lecker	abfallend	unausgewogen	säuerlich	grasig, grün, unreif	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (muffig,...)	unangenehm	Beliebtheit
GRE-grau-2015	1									3		3			
	2										3			1	
GRE-hellgr-aufrecht-2015	1	3											1		
	2						1				3				
GRE-hellgr-niedrig-2015	1					3	3								
	2				3	3									+
MIC-2011	1		3			3	3				3				
	2	3					3								+
MIC-blau-2014	1											1			
	2									3					
	2	3										1			+
MIC-früh-2014	1	3						3						1	
	2					3									
LIM-2011	1											3			
	2												3		

Beliebtheit	Summe positiv	Summe negativ
	0	6
	0	4
	3	1
	1	3
	6	0
1	6	0
	9	3
1	6	0
	0	1
	0	3
1	3	1
	3	4
	3	0
	0	3
	0	3

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
-6	3,5	3,8	GRE-grau-2015
-4	4,0		
2	5,5	5,0	GRE-hellgr-aufrecht-2015
-2	4,5		
6	6,5	6,6	GRE-hellgr-niedrig-2015
7	6,8		
6	6,5	6,6	MIC-2011
7	6,8		
-1	4,8	4,9	MIC-blau-2014
-3	4,3		
3	5,8		
-1	4,8	5,3	MIC-früh-2014
3	5,8		
-3	4,3	4,3	LIM-2011
-3	4,3		

Zuchtlinie	Wdh	nussig	ausgewogen	vollmundig	buttrig	mild	angenehm, lecker	abfallend	unausgewogen	säuerlich	grasig, grün, unreif	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (muffig,...)	unangenehm	Beliebtheit
LIM-19-28-2014	1	3					3								+++
	2									3			3	1	
LIM-20-68-2014	1						1		3		3				
	2				3	3				1					
LIM-23-33-2014	1	3				3									
	2	3									3				
COA-2011	1											3	1		
	2					3						1			
COA-sp-21-6-2013	1	3		3											
	2					3				3					+
COA-sp-21-7-2013	1	3				3	3								
	2				3	3	3								++
COA-sp-23d-2-2013	1										3			1	
	2				3	3	1								
	1											3	3		

Beliebtheit	Summe positiv	Summe negativ
3	6	0
	0	7
	1	6
	6	1
	6	0
	3	3
	0	4
	3	1
	6	0
1	3	3
	9	0
2	9	0
	0	4
	7	0
	0	6

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
9	7,3	5,3	LIM-19-28-2014
-7	3,3		
-5	3,8	5,0	LIM-20-68-2014
5	6,3		
6	6,5	5,8	LIM-23-33-2014
0	5,0		
-4	4,0	4,8	COA-2011
2	5,5		
6	6,5	5,9	COA-sp-21-6-2013
1	5,3		
9	7,3	7,5	COA-sp-21-7-2013
11	7,8		
-4	4,0	5,4	COA-sp-23d-2-2013
7	6,8		
-6	3,5	4,8	

Zuchtlinie	Wdh	nussig	ausgewogen	vollmundig	buttrig	mild	angenehm, lecker	abfallend	unausgewogen	säuerlich	grasig, grün, unreif	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (muffig,...)	unangenehm	Beliebtheit
CAL-sp-bl-Mschg-2014	2	3					1								
CAL-sp-bl-6-2014	1	3							3						
	2					3	1				3				
CAL-sp-gr-Mschg-2014	1		3			3	3								+
	2									3	3				
	2									3	3		3		

Beliebtheit	Summe positiv	Summe negativ
	4	0
	3	3
	4	3
1	9	0
	0	6
	0	9

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
4	6,0		CAL-sp-bl-Mschg-2014
0	5,0	5,1	CAL-sp-bl-6-2014
1	5,3		
10	7,5	4,6	CAL-sp-gr-Mschg-2014
-6	3,5		
-9	2,8		

Legende:  wenig, leicht  mittel  viel, stark  stark voneinander abweichende Wiederholungen

Anhang 10: Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen gekochter Brokkoli-Proben im Vergleichsanbau Herbst 2016 am Standort Wulfsdorf.

Zuchtlinie	Wdh	nussig	buttrig	mild	vollmundig	anhaltend	frisch	ausgewogen	kräftig, aromatisch	angenehm, lecker	herb, streng	grasig, unreif, grün	bitter	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (metallisch,...)	unausgewogen	unangenehm	Summe positiv	Summe negativ	Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
Batavia-F1	1												1				3	0	4	-4	4,0	3,4	Batavia-F1
	2												3	3	3			0	9	-9	2,8		
BAL-2011	1	3	3															6	0	6	6,5	5,9	BAL-2011
	2			3											1	1		3	2	1	5,3		
BAL-A-2015	1	3				3				3								9	0	9	7,3	6,8	BAL-A-2015
	2		1	3			1											5	0	5	6,3		
BAL-B-2015	1		1	3	3		1											8	0	8	7,0	6,6	BAL-B-2015
	2		1	3			1											5	0	5	6,3		
GRE-2011	1			3						3				3				6	3	3	5,8	6,8	GRE-2011
	2		3	3					1	5	1							12	1	11	7,8		
GRE-A-aufrecht-2015	1											3		1				0	4	-4	4,0	4,0	GRE-A-aufrecht-2015
	2											3		1				0	4	-4	4,0		
	1		3		3					5								11	0	11	7,8	6,6	

Schlussbericht Brokkoli-Pop (FKZ 28100E080)

Zuchtlinie	Wdh	nussig	buttrig	mild	vollmundig	anhaltend	frisch	ausgewogen	kräftig, aromatisch	angenehm, lecker	herb, streng	grasig, unreif, grün	bitter	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (metallisch,...)	unausgewogen	unangenehm
GRE-A-niedrig-2015	2			3													1
GRE-grau-2015	1		1	3				3		5							
	2		3	3				3	1	5							
GRE-hellgr-aufrecht-2015	1						3		3								
	2		3		3					3				1			
GRE-hellgr-niedrig-2015	1		3													1	
	2		3	3			1						1			1	
MIC-2011	1		1						3								
	2		5						3	5							
MIC-blau-2014	1	3		3				3		3							
	2											3					1
MIC-früh-2014	1										1		1			1	
	2										1		1			1	
LIM-19-28-2014	1						1			5							

Summe positiv	Summe negativ
3	1
12	0
15	0
6	0
9	1
3	1
7	2
4	0
13	0
12	0
0	4
0	3
0	3
6	0

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
2	5,5		GRE-A-niedrig-2015
12	8,0	8,4	GRE-grau-2015
15	8,8		
6	6,5	6,8	GRE-hellgr-aufrecht-2015
8	7,0		
2	5,5	5,9	GRE-hellgr-niedrig-2015
5	6,3		
4	6,0	7,1	MIC-2011
13	8,3		
12	8,0	6,0	MIC-blau-2014
-4	4,0		
-3	4,3	4,3	MIC-früh-2014
-3	4,3		
6	6,5	5,6	LIM-19-28-2014

Zuchtlinie	Wdh	nussig	buttrig	mild	vollmundig	anhaltend	frisch	ausgewogen	kräftig, aromatisch	angenehm, lecker	herb, streng	grasig, unreif, grün	bitter	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (metallisch,...)	unausgewogen	unangenehm
	2															1	
LIM-20-68-2014	1	1	3	3			1										
	2												3		3		3
LIM-23-33-2014	1			3													
	2								3		3		1		3		3
COA-2011	1								3		1		1				
	2												3				
COA-sp-21-6-2013	1	3	1														
	2												3	3		3	
COA-sp-21-7-2013	1		3	3						5					1		
	2		1	1										1			
COA-sp-23d-2-2013	1												1				
	2								5				1				
	1													3			

Summe positiv	Summe negativ
0	1
8	0
0	9
3	0
3	10
3	2
0	3
4	0
0	9
11	1
2	1
0	1
5	1
0	3

Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
-1	4,8		
8	7,0	4,9	LIM-20-68-2014
-9	2,8		
3	5,8	4,5	LIM-23-33-2014
-7	3,3		
1	5,3	4,8	COA-2011
-3	4,3		
4	6,0	4,4	COA-sp-21-6-2013
-9	2,8		
10	7,5	6,4	COA-sp-21-7-2013
1	5,3		
-1	4,8	5,4	COA-sp-23d-2-2013
4	6,0		
-3	4,3	4,9	

Zuchtlinie	Wdh	nussig	buttrig	mild	vollmundig	anhaltend	frisch	ausgewogen	kräftig, aromatisch	angenehm, lecker	herb, streng	grasig, unreif, grün	bitter	leer, fade, wässrig	Beigeschmack (metallisch,...)	unausgewogen	unangenehm	Summe positiv	Summe negativ	Ergebnis	Skala 1-9	Ø	Zuchtlinie
CAL-sp-bl-Mschg-2014	2								3		1							3	1	2	5,5		CAL-sp-bl-Mschg-2014
CAL-sp-bl-6-2014	1	3			3	3			3									12	0	12	8,0	6,9	CAL-sp-bl-6-2014
	2					3			3		3							6	3	3	5,8		
CAL-sp-gr-Mschg-2014	1	3		3				3		1								10	0	10	7,5	5,6	CAL-sp-gr-Mschg-2014
	2												1		3		1	0	5	-5	3,8		

Legende:  wenig, leicht  mittel  viel, stark  stark voneinander abweichende Wiederholungen

