



LupiBreed

Erhöhung der Ertragsleistung und Ertragsstabilität bei Süßlupinen als agrarökologisch wertvolle Eiweißpflanzen

Brigitte Ruge-Wehling, Kristin Fischer, Steffen Roux, Regine Dieterich, Gisela Jansen, Hans-Ulrich Jürgens, Peter Wehling

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Projektträger Bundesanstalt
für Landwirtschaft und Ernährung

LupiBreed – Konsortium (2015-2018)



Kristin Fischer
Steffen Roux
Peter Wehling
Gisela Jansen
Hans-Ulrich Jürgens



Ulrike Lohwasser
Matthias Kotter



Regine Dieterich
Anna Beyer



THÜNEN

Herwart Böhm

Allroundtalent

➤ Feed

- Erhöht die Gesundheit
(Reduktion von freiem N)



➤ Non Food

- Biomasse



➤ Greening

- Vielfalt im Anbau



➤ Food

- Positive Wirkung auf die Gesundheit

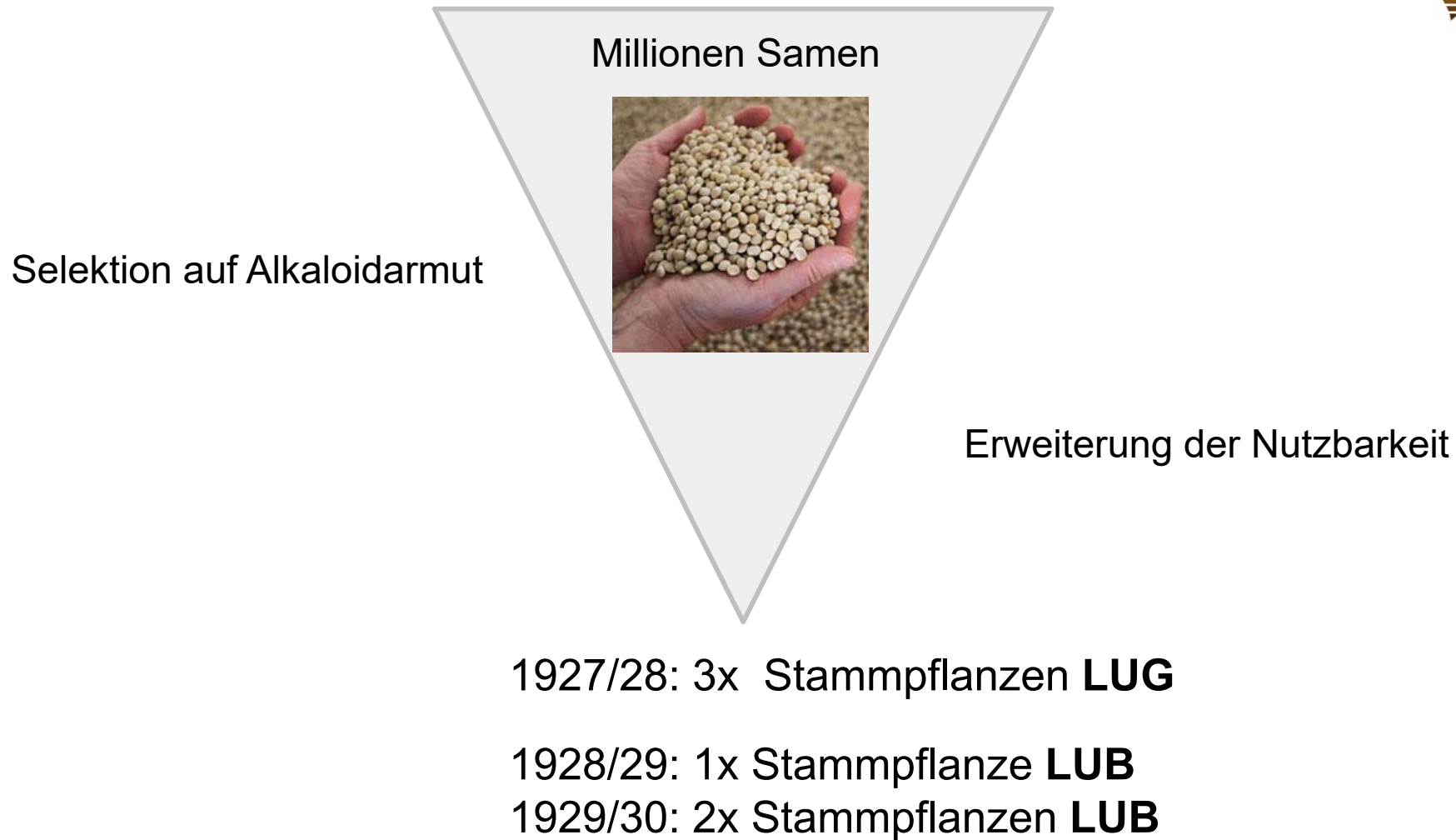


Aber ...



- Geringe genetische Variabilität (genetischer Bottleneck)
- Geringe Erträge
- Geringe Ertragsstabilität
- Geringe Wettbewerbsfähigkeit

Wie entstand der genetische Bottleneck?



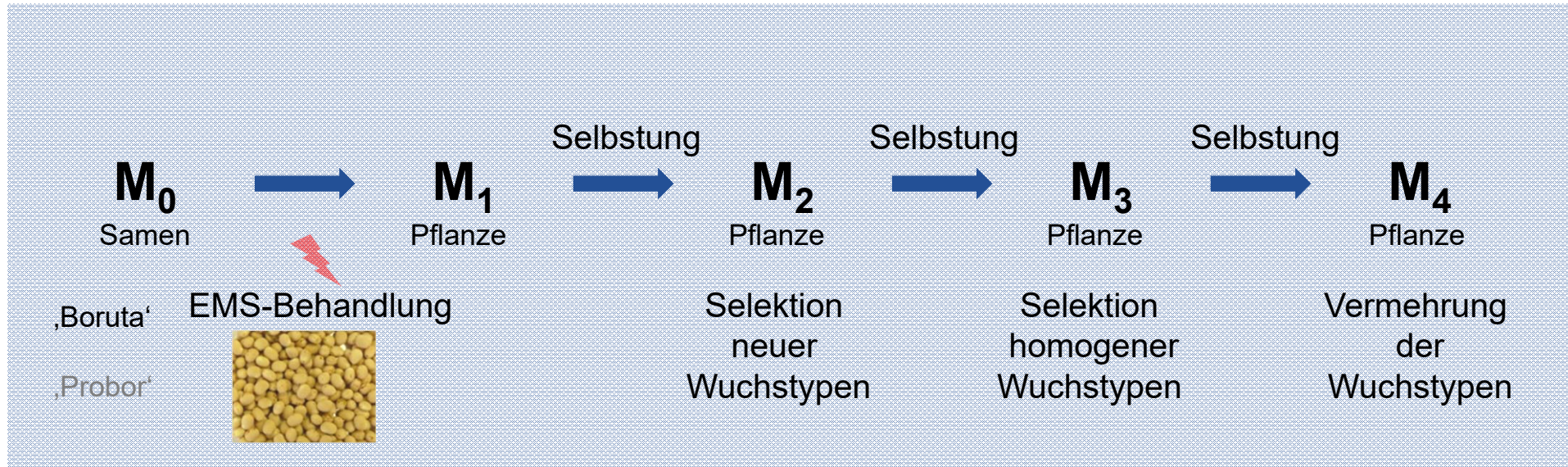
➤ Grundlage neuer Sorten ab 1934 (Müncheberger Blaue)

➤ **Mutagenese zur Erzeugung neuer Vielfalt**

➤ **Nutzung neuer Allele durch Einbeziehung von genetischen Ressourcen**

Erhöhung der Ertragsleistung und Ertragsstabilität

Entwicklung der Mutantenlinien



Endständiger Wildtyp



#0

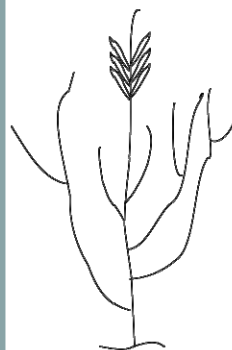


#1

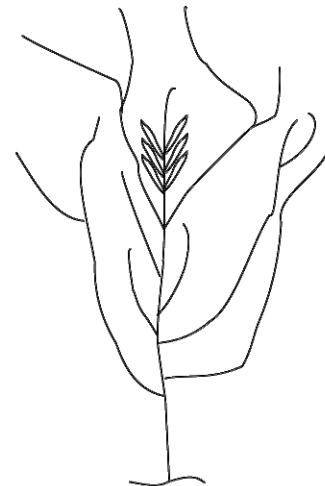


#2

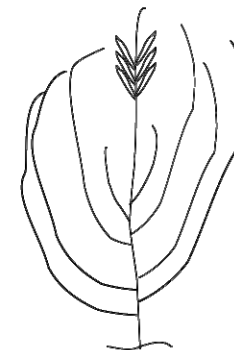
Verzweigungstypen



#3



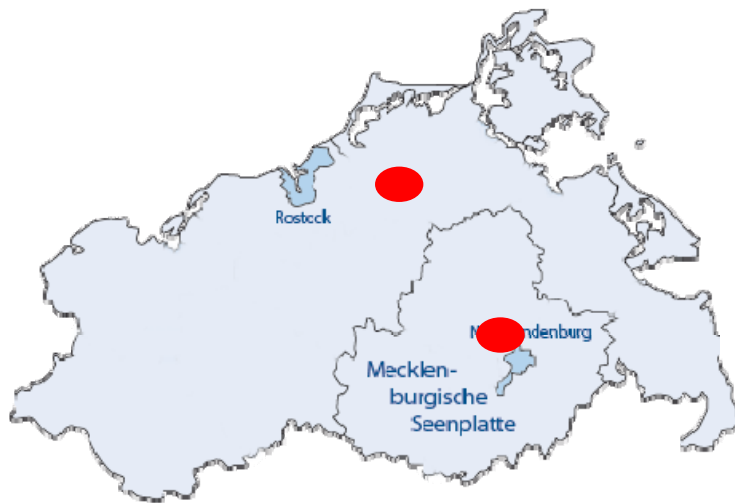
#4



#5



#6



Material

cv. 'Boruta', 'Boregine', 'Probor'

22 **frühe M-Linien A** (Donor: 'Boruta')

22 **späte M-Linien B** (Donor: 'Boruta', 'Probor')

3 Standorte

Groß Lüsewitz JKI I (konv) und II (öko), Bocksee SZS

3 Jahre

2015, 2016, 2017

Aussaat

5m² – Parzellen, 100 Korn/m²

Merkmale

Blühbeginn, Gelbreife, Wuchshöhe, Kornertrag (dt/ha), TKG, Proteingehalt, Proteinерtrag (dt/ha), Alkaloidgehalt

Mittelwerte Ertrag und Protein, Frühe M-Linien, 2015 – 2017, A



Umwelt		Kornertrag (dt/ha)	Proteingehalt (%)	Proteinertrag (dt/ha)
GL konv BP40-47	Min.	33.1	28.8	9.2
	Max.	51.1	33.0	15.2
	Mittel	42.5	30.2	12.5
	Boruta	43.7	30.6	13.1
	Probor	52.4	31.9	16.3
	Boregine	57.1	28.6	15.9
GL öko BP40-47	Min.	20.5	24.8	5.5
	Max.	36.4	30.5	9.8
	Mittel	29.6	26.8	7.8
	Boruta	29.6	25.7	7.4
	Probor	35.1	29.8	10.2
	Boregine	41.5	27.8	11.2
Bocksee BP18-20	Min.	10.3	24.6	2.4
	Max.	18.7	28.5	7.6
	Mittel	15.1	26.4	4.1
	Boruta	15.4	26.2	3.9
	Probor	17.6	28.5	5.2
	Boregine	18.2	26.5	6.0
gesamt	Min.	21.4	26.1	5.8
	Max.	35.4	29.3	10.0
	Mittel	29.1	27.6	8.0
	Boruta	29.6	27.5	8.2
	Probor	35.0	30.0	10.5
	Boregine	38.9	27.6	10.7

Hohe BP-Zahl,
gute
Bodenzusammensetzung

Unkrautkonkurrenz
Wasserverfügbarkeit
Pflanzenkrankheiten, -
schädlinge

Geringe BP-Zahl
Wasserverfügbarkeit

Mittelwerte Ertrag und Protein, Späte M-Linien, 2015 – 2017, B



Umwelt		Kornertrag (dt/ha)	Proteingehalt (%)	Proteinерtrag (dt/ha)
GL konv BP40-47	Min.	30.3	28.8	9.6
	Max.	46.6	34.7	14.7
	Mittel	39.6	31.6	12.1
	Boruta	36.3	29.5	10.4
	Probor	47.7	32.8	15.1
	Boregine	53.2	28.9	14.9
GL öko BP40-47	Min.	18.7	26.1	5.5
	Max.	35.4	32.3	10.6
	Mittel	29.5	28.8	8.2
	Boruta	30.6	26.2	7.7
	Probor	40.0	30.2	11.7
	Boregine	39.0	26.0	9.8
Bocksee BP18-20	Min.	11.1	25.2	2.7
	Max.	22.3	32.7	6.2
	Mittel	16.3	29.4	4.6
	Boruta	17.9	28.6	4.9
	Probor	17.7	29.8	6.6
	Boregine	17.8	27.9	5.5
gesamt	Min.	20.8	26.9	6.2
	Max.	32.9	32.7	10.0
	Mittel	28.4	29.9	8.4
	Boruta	28.3	28.1	7.7
	Probor	35.2	30.9	10.7
	Boregine	36.7	27.6	9.9

Hohe BP-Zahl,
gute
Bodenzusammensetzung

Unkrautkonkurrenz
Wasserverfügbarkeit
Pflanzenkrankheiten, -
schädlinge

Geringe BP-Zahl
Wasserverfügbarkeit

Leistungsprüfung Frühe M-Linien, A



9 Umwelten (3 Standorte, 2015-2017)

M-Linie	Kornertrag (dt/ha)
A4 ^{Bor}	35.4 *
A15 ^{Bor}	33.8 *
A3 ^{Bor}	33.3 *
A18 ^{Bor}	32.9 *
A5 ^{Bor}	32.6 *
A19 ^{Bor}	32.2
A17 ^{Bor}	31.3
A12 ^{Bor}	30.9
A7 ^{Bor}	30.5
A9 ^{Bor}	29.2
A16 ^{Bor}	29.1
A14 ^{Bor}	29.1
A10 ^{Bor}	28.4
Boruta	29.5
Probor	35.0
Boregine	38.9

M-Linie	Proteingehalt (%)
A9 ^{Bor}	29.3 *
A4 ^{Bor}	28.5 *
A11 ^{Bor}	28.5 *
A17 ^{Bor}	28.3 *
A5 ^{Bor}	28.3 *
A13 ^{Bor}	28.2
A8 ^{Bor}	28.1
A3 ^{Bor}	28.1
A18 ^{Bor}	28.0
A15 ^{Bor}	27.9
A22 ^{Bor}	27.6
A12 ^{Bor}	27.5
A19 ^{Bor}	27.5
Boruta	27.5
Probor	30.0
Boregine	27.6

M-Linie	Alkaloidgehalt (%)
A8 ^{Bor}	0.010 *
A20 ^{Bor}	0.011 *
A2 ^{Bor}	0.014 *
A13 ^{Bor}	0.015 *
A14 ^{Bor}	0.015 *
A1 ^{Bor}	0.016 *
A6 ^{Bor}	0.018 *
A15 ^{Bor}	0.018 *
A16 ^{Bor}	0.018 *
A19 ^{Bor}	0.019 *
A9 ^{Bor}	0.020 *
A12 ^{Bor}	0.020 *
A22 ^{Bor}	0.021 *
Boruta	0.026
Probor	0.027
Boregine	0.039

Leistungsprüfung Späte M-Linien, B



9 Umwelten (3 Standorte, 2015-2017)

M-Linie	Kornertrag (dt/ha)
B6 <i>Bor</i>	32.9 *
B11 <i>Bor</i>	32.6 *
B9 <i>Bor</i>	31.6 *
B5 <i>Bor</i>	31.4 *
B8 <i>Bor</i>	31.3 *
B3 <i>Bor</i>	31.1 *
B7 <i>Bor</i>	30.6
B10 <i>Bor</i>	30.5
B20 <i>Prob</i>	30.0
B4 <i>Bor</i>	29.8
B22 <i>Bor</i>	29.4
Boruta	28.3
Probor	35.2
Boregine	36.7

M-Linie	Proteingehalt (%)
B16 <i>Prob</i>	32.7 *
B19 <i>Prob</i>	32.5 *
B17 <i>Prob</i>	31.9
B10 <i>Bor</i>	31.0
B12 <i>Bor</i>	30.9
B11 <i>Bor</i>	30.9
B20 <i>Prob</i>	30.8
B3 <i>Bor</i>	30.8
B5 <i>Bor</i>	30.7
B6 <i>Bor</i>	30.3
B2 <i>Bor</i>	30.0
B4 <i>Bor</i>	29.8
Boruta	28.1
Probor	30.9
Boregine	27.6

M-Linie	Alkaloidgehalt (%)
B16 <i>Prob</i>	0.009 *
B2 <i>Bor</i>	0.010 *
B8 <i>Bor</i>	0.024
B10 <i>Bor</i>	0.025
B14 <i>Prob</i>	0.025
B1 <i>Bor</i>	0.027
B9 <i>Bor</i>	0.028
B18 <i>Prob</i>	0.028
B7 <i>Bor</i>	0.028
B17 <i>Prob</i>	0.029
B21 <i>Bor</i>	0.031
B4 <i>Bor</i>	0.033
Boruta	0.027
Probor	0.030
Boregine	0.040

Varianzanalyse - Effekte

9 Umwelten (3 Standorte, 2015-2017)

Frühe M-Linien

	Genotyp- effekte	Orts- effekte	G x O- Interaktionen	h^2
Kornertrag	**	**	**	0.94
Gelbreife	**	**	**	0.92
TKG	**	**	**	0.95
Wuchshöhe	**	**	**	0.91
Blühbeginn	**	**	**	0.95
Blühende	**	**	**	0.96
Alkaloid $\mu\text{g/g}$	**	**	**	0.87
Prot_TM	**	**	**	0.90
Proteinertrag	**	**	**	0.94
Lager b. Reife		**	**	0.00

Späte M-Linien

	Genotyp- effekte	Orts- effekte	G x O- Interaktionen	h^2
Kornertrag	**	**	**	0.94
Gelbreife	**	**	**	0.92
TKG	**	**	**	0.97
Wuchshöhe	**	**		0.88
Blühbeginn	**	**	**	0.98
Blühende	**	**	**	0.94
Alkaloid $\mu\text{g/g}$	**	**	**	0.92
Prot_TM	**	**	(+)	0.92
Proteinertrag	**	**	**	0.92
Lager b. Reife		**	**	0.14

→ Signifikante Genotyp – und Orts – Effekte → hohe genetische Varianz

→ Hohe Heritabilitäten der Merkmale → Selektionserfolg & Zuchtfortschritt möglich

Korrelationen, Frühe M-Linien, A

9 Umwelten (3 Standorte, 2015-2017)

	Blühbeginn	Blühende	Bestandesdichte	Wuchshöhe	Lager bei Reife	Gelbreife	Kornertrag	TKG	Alkaloid µg/g	Protein_TM	Proteinertag
Blühbeginn	1										
Blühende	0.743 ***	1									
Bestandesdichte	-0.126	0.036	1								
Wuchshöhe	0.084	0.504 *	0.248	1							
Lager bei Reife	-0.105	-0.082	0.003	0.058	1						
Gelbreife	-0.012	-0.066	-0.092	0.250	0.204	1					
Kornertrag (KET14)	-0.454 *	-0.374	0.725 ***	0.014	0.153	0.124	1				
TKG	-0.08	-0.047	0.338	0.352	0.184	0.52 **	0.497 *	1			
Alkaloid µg/g	-0.389 *	-0.5 *	0.163	-0.355	0.423 *	0.138	0.54 **	0.475 *	1		
Protein_TM	-0.498 *	-0.538 **	0.019	-0.085	0.18	0.489	0.392	0.147	0.250	1	
Proteinertag	-0.543 **	-0.474 *	0.64 **	-0.012	0.186	0.212	0.973 ***	0.453 *	0.535 **	0.591 **	1

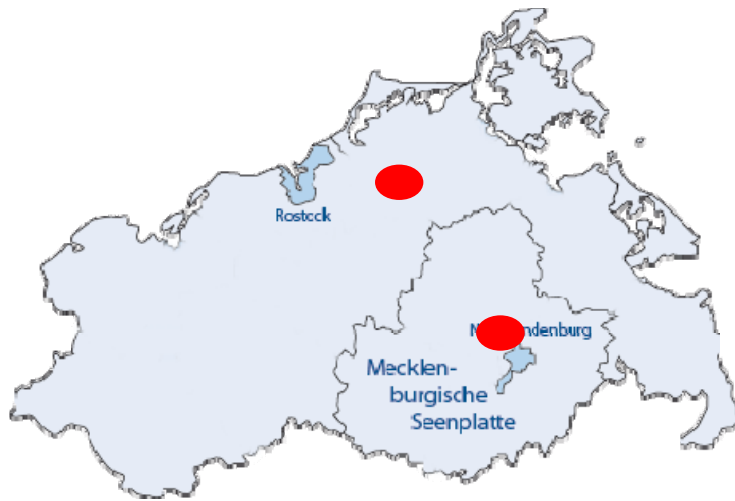
Hohe Korrelation zwischen Bestandesdichte und Kornertrag

Schwach positive Korrelation zwischen Kornertrag und Proteingehalt

Hohe Korrelation zwischen Kornertrag und Proteinertag

Erhöhung der Ertragsstabilität

Platzfestigkeit



Material

VB Antaniai -> stark platzend

Tanjil, Uniwhite, Unicrop -> platzfest

22 **frühe M-Linien A** + 10 Zuchtstämme

22 **späte M-Linien B** + 10 Zuchtstämme

2 Standorte

Groß Lüsewitz JKI, Bocksee SZS

3 Jahre

2015, 2016, 2017

Aussaat

2-reihige Mikroprüfung, 5 x 5 Gitter

Boniturskala

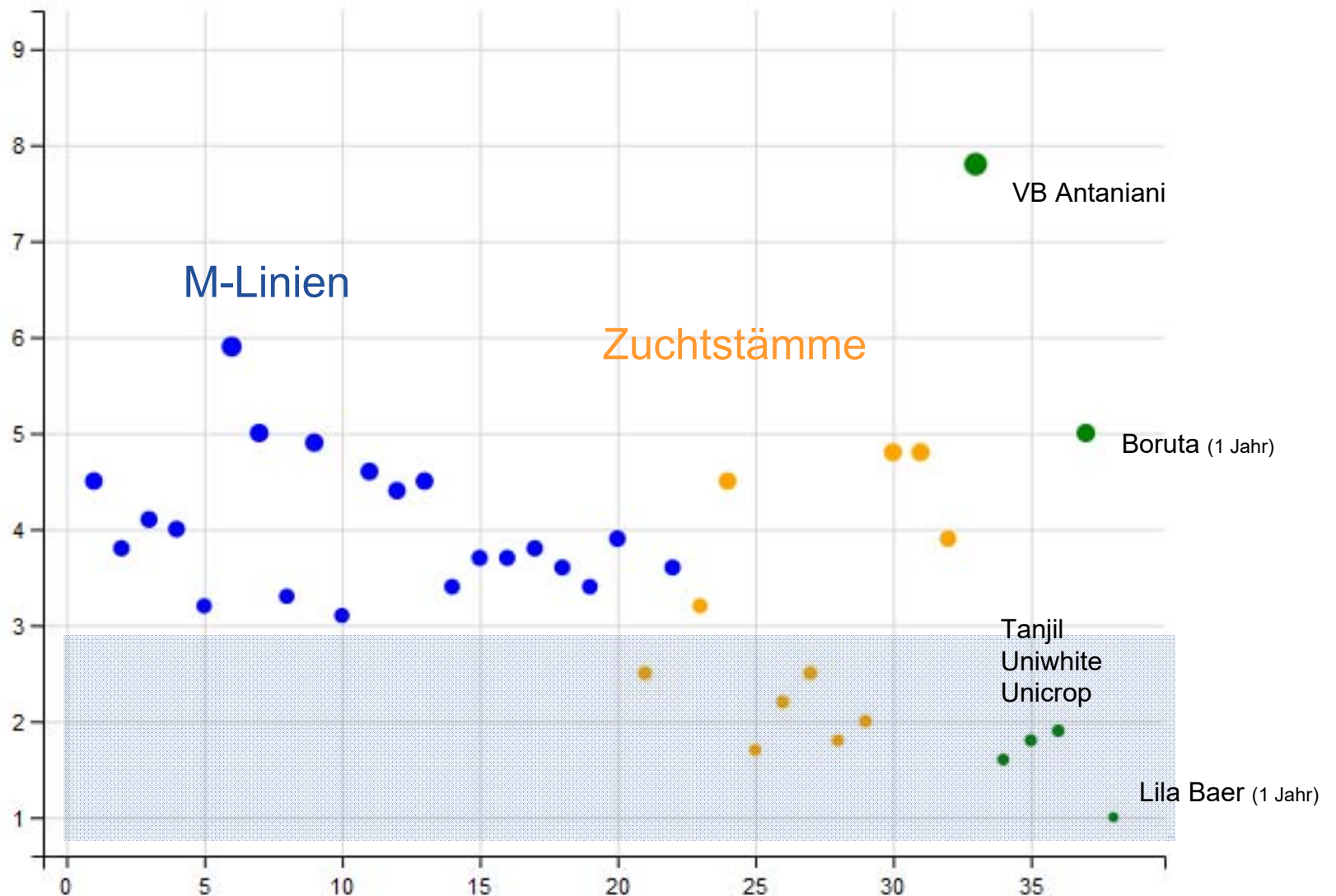
1 – 9 (platzfest – platzend)

Platzfestigkeit, Frühe M-Linien, 2015 – 2017, A

platzend (9)

platzfest (1)

Boniturnote



Prüfglieder

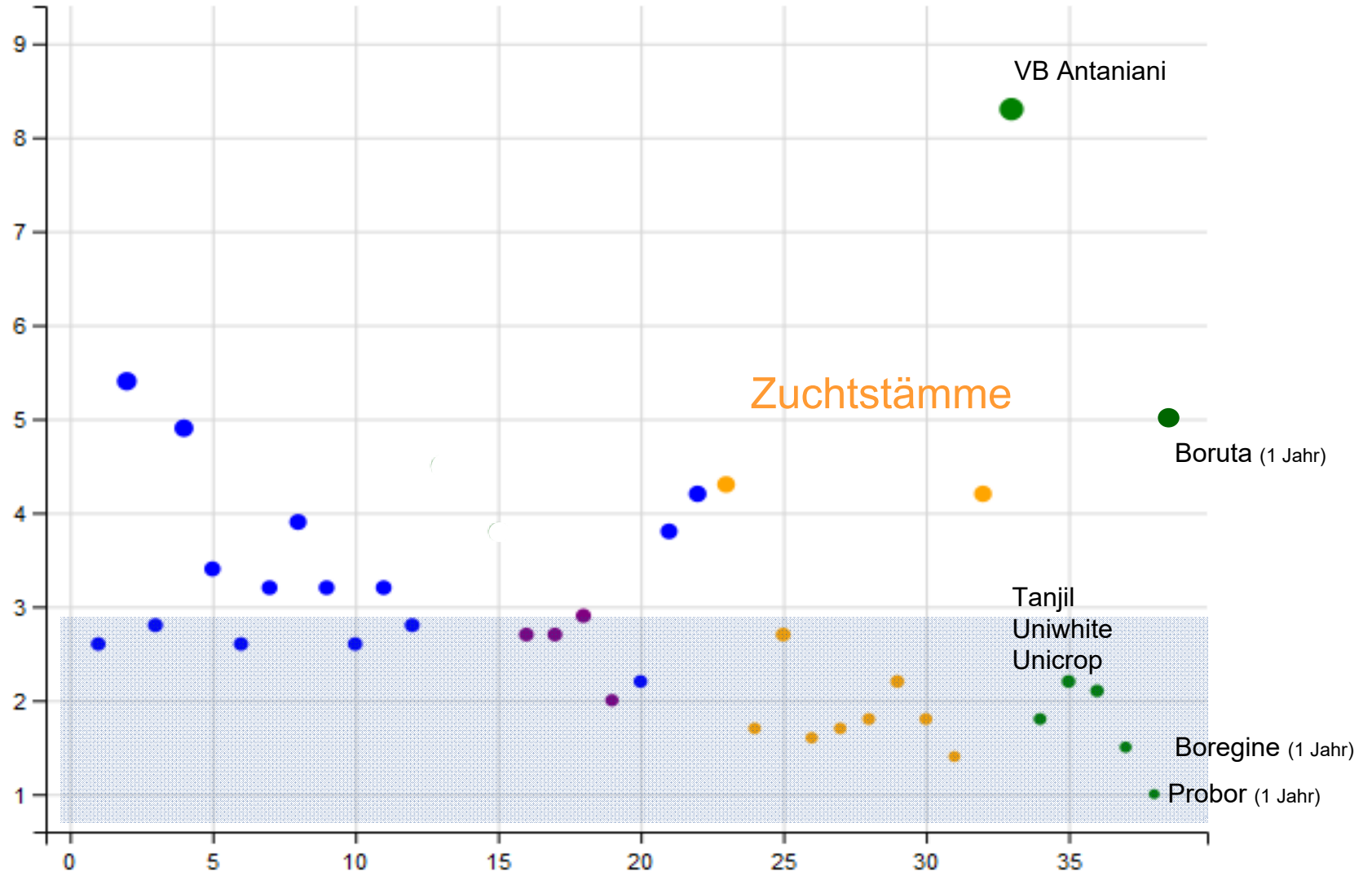
Kruskal –Wallis-Test
 $(\chi^2 = 155.7, df = 35, p = < 0.05)$
 PostHoc: Dunn-Bonferroni-Test

Platzfestigkeit, Späte M-Linien, 2015 – 2017, B

platzend (9)

platzfest (1)

Boniturnote



Prüfglieder

Kruskal –Wallis-Test
 $(\chi^2 = 171.2, df = 35, p = < 0.05)$
 PostHoc: Dunn-Bonferroni-Test

Definition der Linien mit Selektionsmarkern

Für tardus und lentus I



Frühreife M-Linien

Zuchtstämme

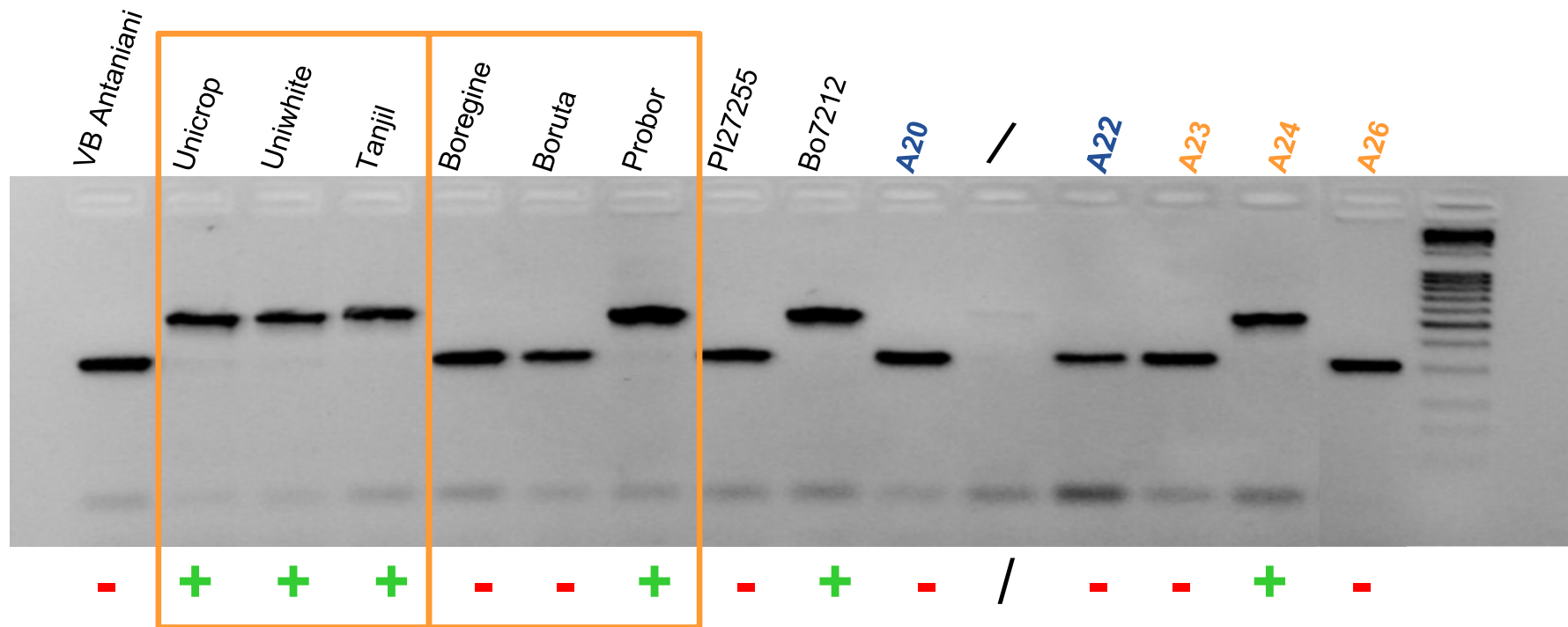
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21 *	A22	A23	A24	A25 *	A26 *	A27 *	A28 *	A29 *	A30	A31	A32	VB Antaniani	Unicrop	Uniwite	Tanjil	Boregine	Boruta	Probor	PI27255
<i>tardus</i>																					<		<	<	<	<	<	<	<	<	<		<	<	<	<		<	<	
<i>lentus</i>																					<		<	<	<	<	<	<	<	<	<		<	<	<	<		<	<	

Spätreife M-Linien

Zuchtstämme

		B1 *	B2	B3 *	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10 *	B11	B12 *	B16 *	B17 *	B18	B19 *	B20 *	B21	B22	B23	B24 *	B25 *	B26 *	B27 *	B28 *	B29 *	B30 *	B31 *	B32	VB Antaniani	Unicrop	Uniwite	Tanjil	Boregine	Boruta	Probor	PI27255	
tardus																																							
lentus														<	<	<	<	<			<	<	<	<	<	<	<	<	<	<		<	<	<	<		<	<	

Charakterisierung der Prüfglieder bezüglich tardus und lentus II



Marker: *TaLi* (*tardus*, Li et al., 2010)

Zuchtstämme

M-Linien

Potentielle Pre-Breeding-Linien



Linie	A4	A15	A3	A18	A5	A19	A17	A12	A7	B6	B11	B9	B5	B8	B3	B7	B10	B4	B22	B16	B19
Donor	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Boruta'	'Probor'	'Probor'
Wuchstyp	hb	hb	hb	hb	hb	hb	zb	hb	zb	hb	hb	hb	hb	hb	hb	hb	hb	hb	hb	hb	hb
Kornertrag	++	++	++	++	++	+	+	+	+	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+		
Proteingehalt	++ ¹¹	+ ¹	+ ¹	+ ¹	+ ¹	+	++ ¹	+		++ ¹¹	++ ¹¹	+ ¹¹	++ ¹¹	+ ¹	++ ¹¹	+ ¹¹	++ ¹¹	++ ¹¹	+ ¹	++ ¹¹	++ ¹¹
Proteinertrag	++	++	++	++	++	++	+	+		++	++ ¹	++	++	++	++	+	++	++	+		1
Alkaloidgehalt	-- ¹¹	-- ¹¹	11	-- ¹¹	-- ¹¹	-- ¹¹	-- ¹¹	-- ¹¹	-- ¹¹	1	11	11	1	-- ¹¹	1	11	-- ¹¹	11		-- ¹¹	
Frühzeitigkeit (Blühbeginn)									--										--	-- ¹¹	
Frühzeitigkeit (Gelbreife)		1	1	1		1	1	-- ¹¹	-- ¹¹			1		11		1					
Platzfestigkeit	x	x	x	x	x	x	x	x	x	xx	x	x	x	x	x	x	xx	x	x	xx	xx

++
+
--
-
xx
x
x

signifikant besser als Donor

besser als Donor

signifikant geringer /früher als Donor

geringer /früher als Donor

signifikant besser als platzender Standard

besser als platzender Standard

hb
zb

hoch angesetzt verzweigt

nicht verzweigt

Signifikant besser als Boregine

Besser als Boregine

Erhöhung der Ertragsstabilität

Anthraknoseresistenz

Resistenzressourcen

Ressource	Resistenz-niveau	Vererbung	Lokus	LG	Selektions-marker
cv. ‚Tanjil‘ (Australia)	Hoch Nur Spots auf den Hülse	monogen dominant	<i>Lanr 1*</i>	NLL-11 (distal)	<i>Lanr1_1</i> <i>Lanr1_2</i>
Zuchtlinie Bo7212 (SZS)	Hoch Nahezu symptomfrei	monogen dominant	<i>LanrBo**</i>	NLL-11	<i>BoSeq196</i> <i>LanM_19</i>



Gewächshaustest



Feldtest

*Yang et al. 2004

18.01.2018 **Fischer et al. 2015

GFL-Tagung, 17.01.2018, Ruhlsdorf

Allelietests

F2-Population

„Tanjil“ Bo7212

hor hor

Lanr1 x *LanrBo*

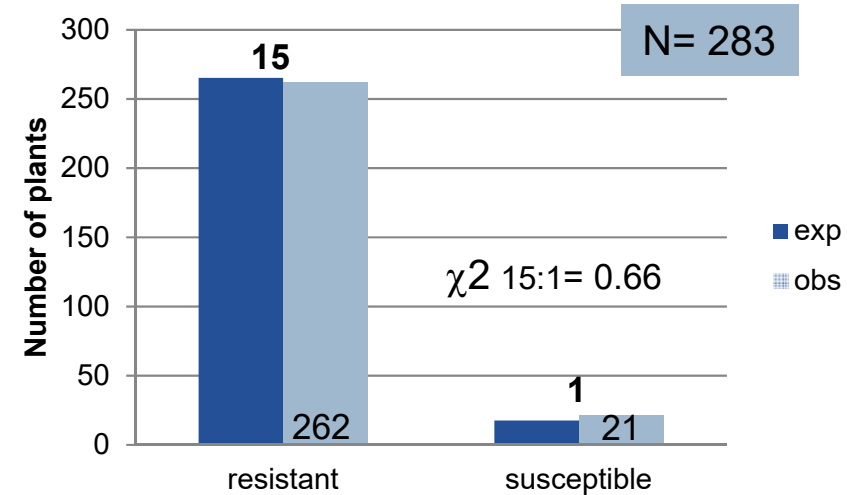
her F1

Lanr1 + *LanrBo*

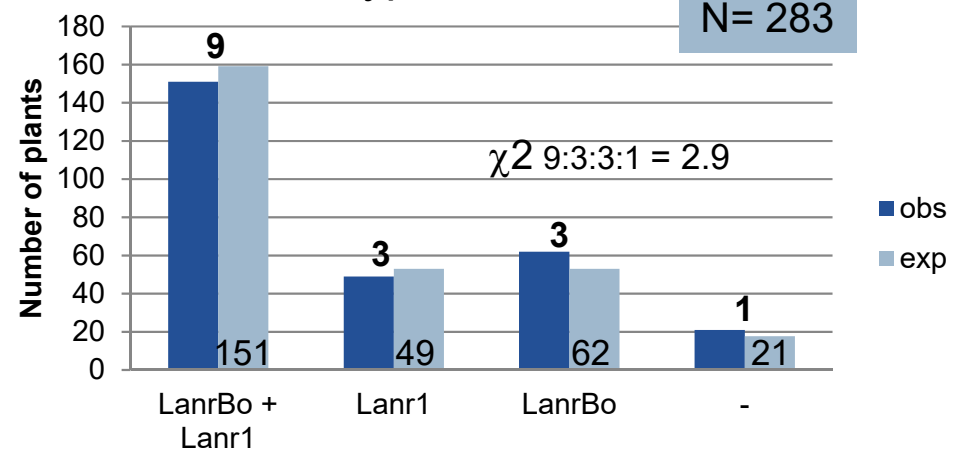
hor her her anf

hor = homozygot resistent für *Lanr1* und *LanrBo*
 her = heterozygot resistent für *Lanr1* und/oder *LanrBo*
 anf. = anfällig

Phänotyp – Resistenz

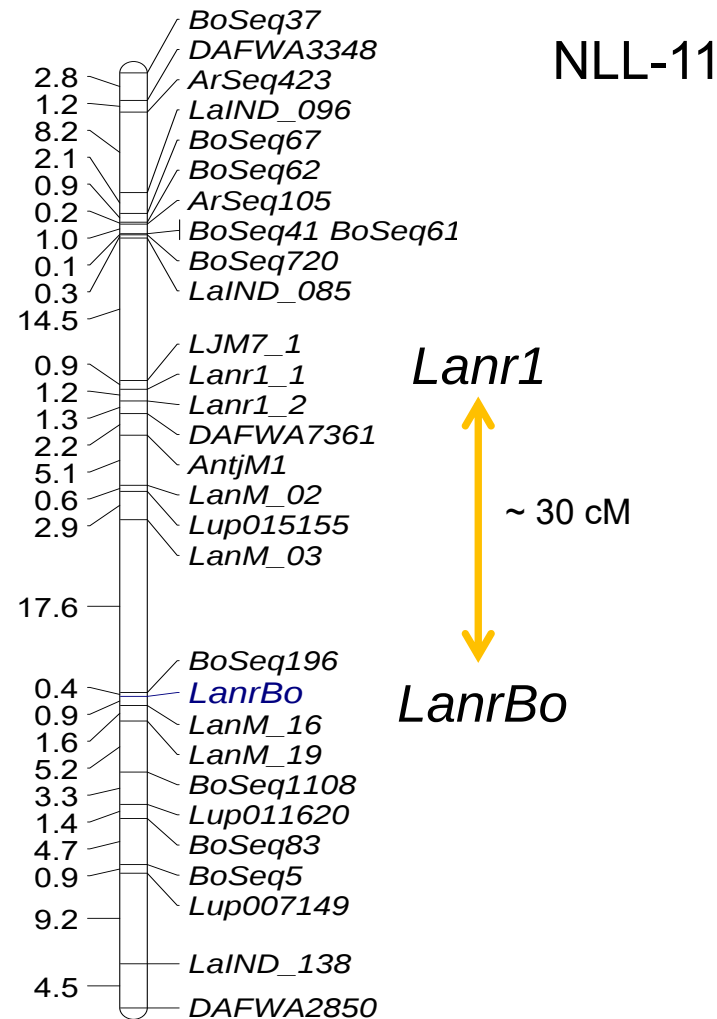


Genotyp – Marker



Kartierung R-Gene

Genetische Karte (cM)



- ✓ Signifikanter erhöhter Kornertrag im Vergleich zum Donor ‚Boruta‘ (9 Umwelten)
- ✓ Signifikanter erhöhter Kornertrag im Vergleich zu ‚Boregine‘ auf Magerstandort
- ✓ Signifikant erhöhter Proteingehalt im Vergleich zu ‚Boregine‘ = positiver Effekt auf P-Ertrag
- ✓ Signifikant niedrigere Alkaloidwerte (Frühe Linien) = Selektion auf Frühzeitigkeit
- ✓ Hohe Heritabilitäten = Züchtungsforschritt möglich
- ✓ Selektion von M-Linien mit multipler Merkmalsverbesserung
- ✓ Markergestützte Züchtung auf Platzfestigkeit und Anthraknoseresistenz möglich

Danke...



Nicolas Krezdorn, GenXPro
Björn Rotter, GenXPro

Matt Nelson, UWA
Lars Kamphuis, Karam Singh, CSIRO

Madlen Christoffer
Juliane Böttcher
Kerstin Kadzban
Birgit Schütt



Vielen Dank für Ihr Interesse!