



## *InnoLuteus*

### Innovative Züchtungsstrategien für die Rückkehr der Gelben Lupine

Florian Haase  
Brigitte Ruge-Wehling

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## *Lupinus luteus* – warum?

- ✓ Angepasst an sehr leichte Böden
- ✓ Hohe Trockentoleranz
- ✓ Hohe Proteingehalte

- Diversifizierung der Fruchtfolgen
- Wertvolle Anbauoption für leichtere, grundwasserferne Standorte



## Aber...

- Geringe Ertragsstabilität – hohe Anfälligkeit gegenüber Anthraknose
  - Geringes Ertragsniveau
  - Geringe genetische Variabilität (genetischer Flaschenhals)
  - Geringe Wettbewerbsfähigkeit
- 
- Aktuell keine zugelassenen Sorten
  - Keine Zuchtprogramme seit über 15 Jahren

# InnoLuteus

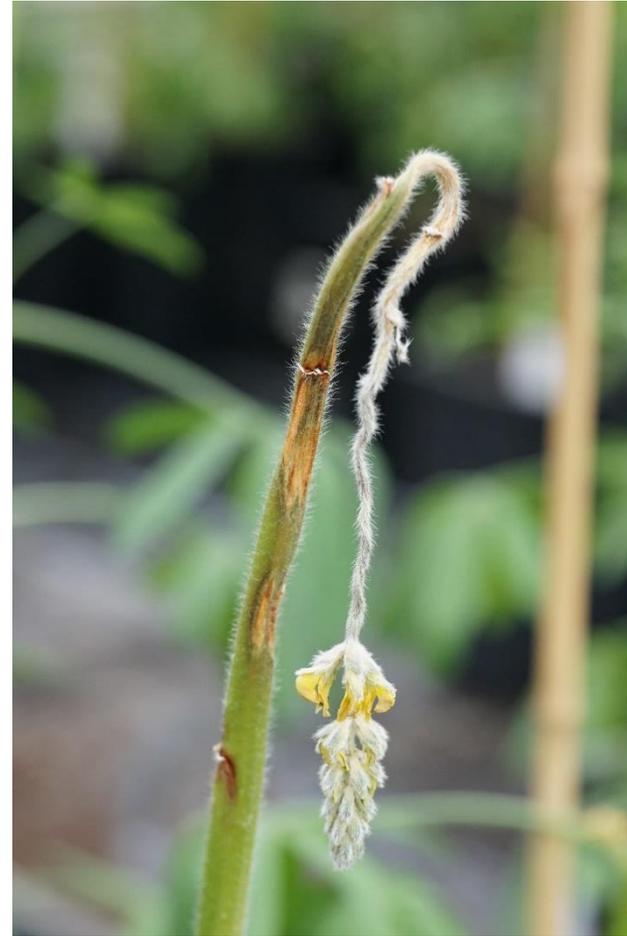
## Innovative Züchtungsstrategien zur Verbesserung der Anbauwürdigkeit der Gelben Lupine (*Lupinus luteus*) in Deutschland

- **Ertragsstabilität (Anthraknoseresistenz)**  
*Identifizierung, genetische Analyse einer Anthraknoseresistenz in *L.luteus**
- **Ertrag**  
*Ertragssteigerung durch Nutzung breiter genetischer Varianz*
- **Frosttoleranz**  
*Prüfung auf Frosttoleranz unter kontrollierten- und Freilandbedingungen*
- **Inhaltsstoffe**  
*Analysen zu Kornqualitäten und Technofunktionalität*



(Laufzeit: 04.2019 – 06.2022)

## *Erhöhung der Ertragsstabilität - Anthraknoseresistenz*



# Anthraknoseresistenz

- Identifikation einer Resistenz in cv. ‚Taper‘ (dreijährige Feld-Anthraknosetests, BÖLN-Projekt 2011 - 2014)
- Erstellung von 3 biologisch unabhängigen spaltenden F<sub>2</sub>-Kartierungspopulationen (cv. ‚Taper‘ x ‚Amulett‘)
- Resistenztest im Gewächshaus
  - Sprühinokulation mit *Colletotrichum lupini*
  - Bonitur des Phänotyps nach 2 Wochen
  - Definition von resistenten vs. anfälligen Genotypen



# Genetische Analyse der Resistenz



F2 – Pop.	Mutter	Vater	Anzahl der Individuen (n)	n (res.)	n (anf.)	$\chi^2$ (3:1)
G1118/2	Taper	Amulett	77	52	20	0,296
G4118/3	Taper	Amulett	129	97	32	0,003
G1232	Taper	Amulett	197	154	43	0,303
		<b>Total</b>	<b>403</b>	<b>303</b>	<b>95</b>	<b>0,201</b>

Designation von *Llur* als monogen dominanten Resistenzfaktor

# Molekulare Werkzeuge zur Selektion von *Llur*

- Entwicklung von Selektionsmarkern für den Einsatz in der Züchtung
- Kopplungsanalysen für Resistenzlocus und Lokalisation im Lupinengenom



Datenbanken & Referenzgenome LUB, LUW



Genotyping by sequencing (GBS)



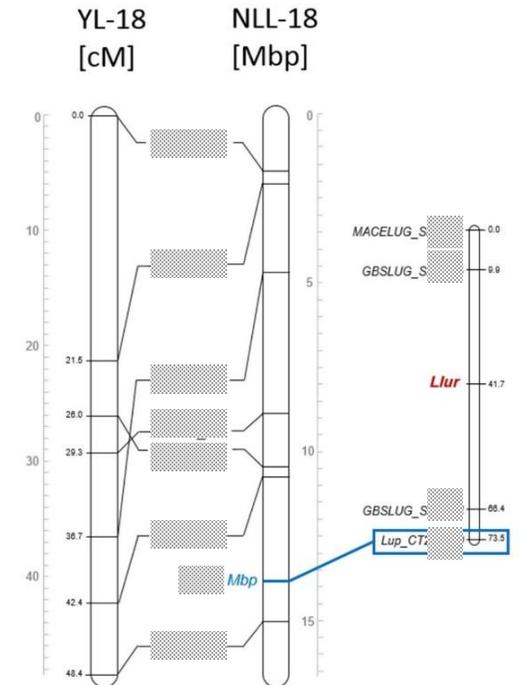
Massive analysis of 3'cDNA ends (MACE)



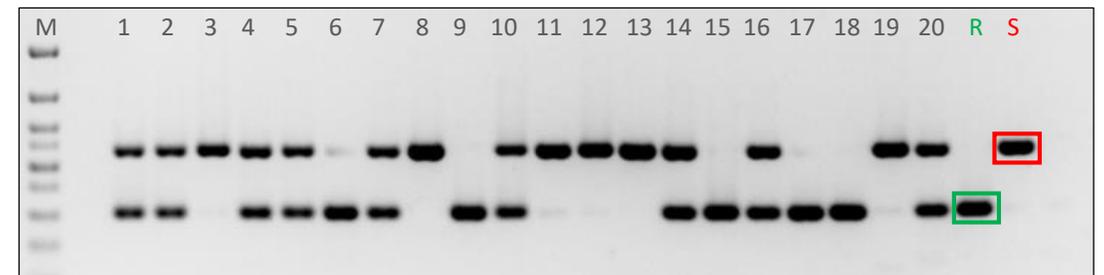
RNA-Seq – Transcriptome profiling



Seq-SNP (Targeted SNP-genotyping)



■ Daten ausgeblendet

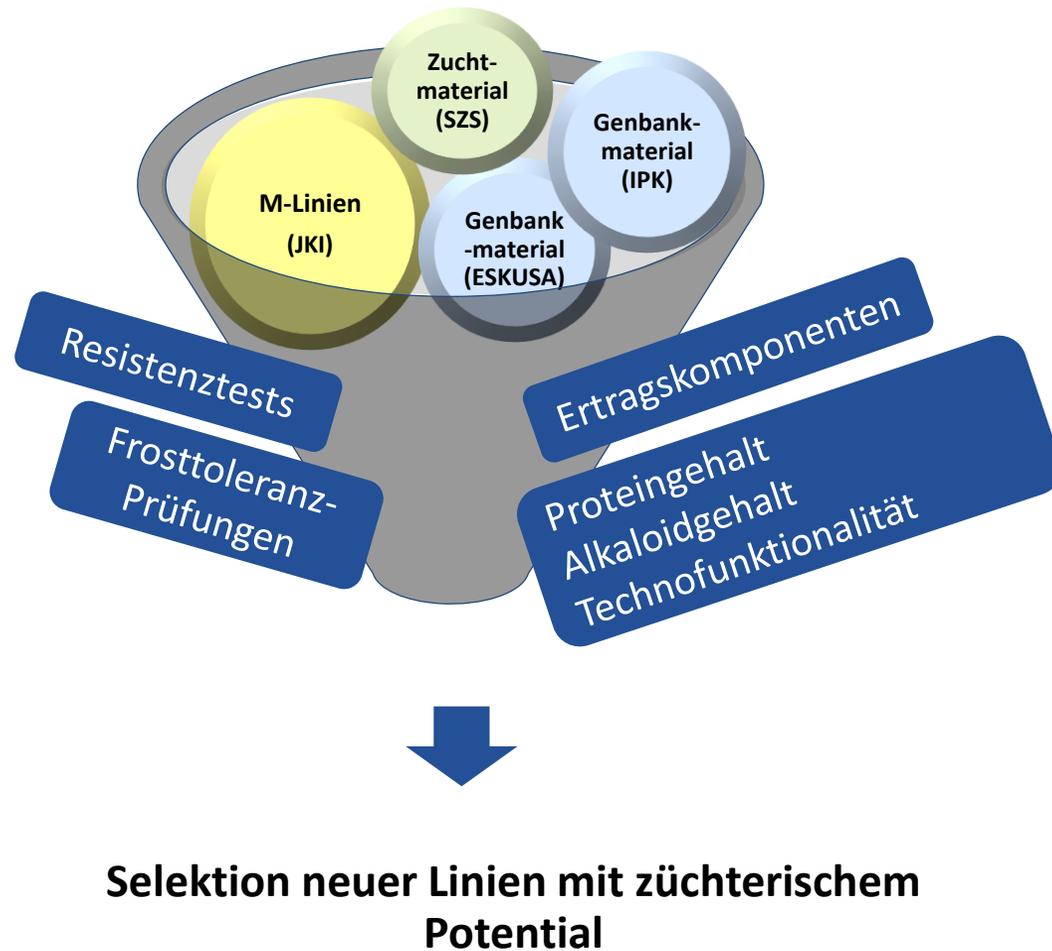


InDel Marker nach Auftrennung in Agarosegel

## *Erhöhung des Ertragspotentials*



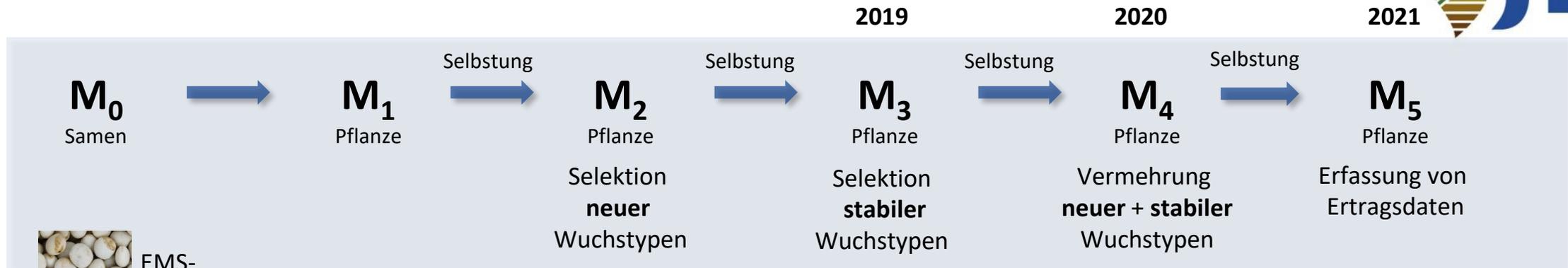
# Genetische Ressourcen



Erhöhung genetischer Variabilität durch...

- Einbeziehung von genetischen Ressourcen
- Forward Genetics zur Erzeugung neuer Vielfalt (M-Linien)

# Forward Genetics



EMS-  
Behandlung

## cv. ‚Taper‘

- endständiger WT
- **anthraknoseresistent**



Wuchstyp:	determiniert (d)	basal verzweigt (bv)	intermediär verzweigt (i)	verzweigt (v)
Verzweigung:	-	basale Verzweigung	gleichmäßige Verzweigung entlang des Haupttriebes	ungleichmäßige Verzweigung
Wuchshöhe:	~ 40 cm	~ 50 cm	~ 60 - 70 cm	~ 60 – 90 cm
Blüte:	früh	früh	früh - mittel	mittel - spät
Abreife:	früh	früh	mittel	spät
Ernte	Mitte – Ende August	Mitte – Ende August	Ende August – Anfang September	Anfang – Mitte September

# Selektion stabiler Linien mit Ertragspotential

## Selektion stabiler M3-Linien



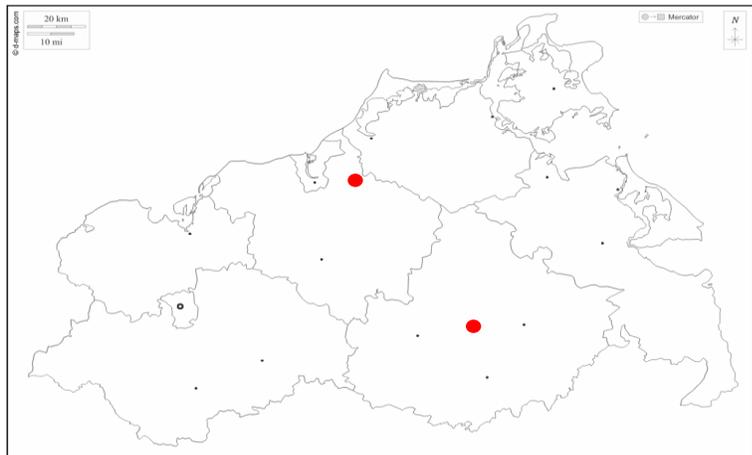
Frühzeitigkeit und Wüchsigkeit



Hülsen-Hochbesatz  
(li. ‚Taper‘, re. M-Linie)

Resistente (nach R-Test) M<sub>4</sub> und M<sub>5</sub>-Linien in der Feldprüfung

# Leistungsprüfung M<sub>5</sub>-Linien



## Material

cv. 'Taper', 'Amulett', 'Bornal', 'Borena'

cv. 'Boregine', 'Lunabor'

35 **M<sub>5</sub>-Linien**

## 2 Standorte, 2 Wdh, 2021

Groß Lüsewitz JKI, Bocksee SZS

## Aussaat

4,2m<sup>2</sup> – Parzellen, EKSM (120K/Parzelle)

## Merkmale

Blühbeginn, Gelbreife, Wuchshöhe, Wuchstyp,  
Homogenität, Kornertrag (dt/ha), TKG, Proteingehalt,  
Proteinertrag (dt/ha)

# Leistungsprüfung 2021 – Mittelwerte M-Linien vs. Sorten

Umwelt			Kornertrag (dt/ha)	Proteingehalt (%)	Proteinertrag (dt/ha)
GL 2021 (BP 40-47)	M- Linien	Min.	8,9	39,4	5,4
		Max.	39,9	45,6	16,1
		Mittel	26,9	41,5	11,3
		Taper	13,2	39,6	5,2
		Bornal	29,0	42,9	12,4
		Boregine	39,8	27,8	11,1
		Lunabor	38,3	28,1	10,8
BO 2021 (BP 18-20)	M- Linien	Min.	2,6		
		Max.	17,3		
		Mittel	10,1		
		Taper	4,1		
		Bornal	13,8		
		Boregine	11,6		
		Lunabor	12,6		
Gesamt 2021	M- Linien	Min.	5,8		
		Max.	28,6		
		Mittel	18,5		
		Taper	8,7		
		Bornal	21,4		
		Boregine	25,7		
		Lunabor	25,5		

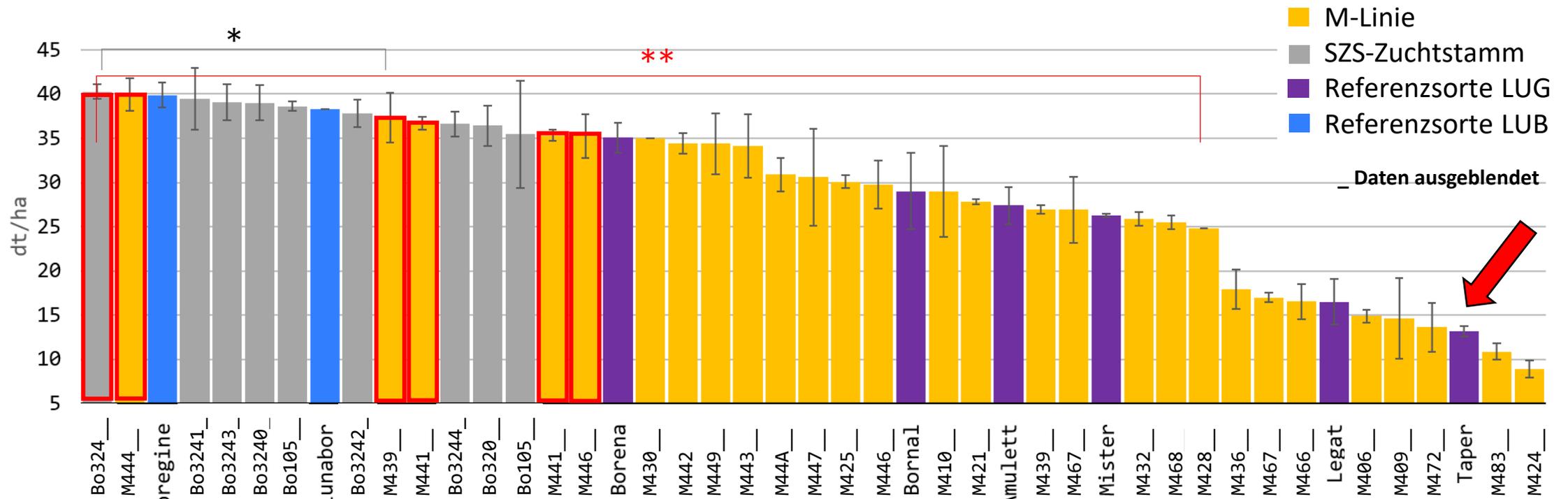
Hohe BP-Zahl,  
gute Bodenzusammensetzung

Geringe BP-Zahl  
Wasserverfügbarkeit

# Ertragsprüfung – M-Linien vs. Zuchtlinien und Sorten



- ✓ 20 M-Linien mit signifikant erhöhtem Kornertrag gegenüber ‚Taper‘
- ✓ 5 Linien mit höherem Ertrag als bisherige Sorten der LUG
- ✓ M444\_\_ gleiches Ertragsniveau wie **Boregine** (LUB)
- ✓ Zuchtlinie zwar gleichauf mit M444\_\_ aber keine Resistenz



\* Signifikanz  $\alpha = 0.05$  gegenüber verzweigter Sorte cv. ‚Amulett‘

## Ausblick – M-Linien

- **3 jährige Leistungsprüfung an 2-3 Standorten**
  - Drillaussaat (5 m<sup>2</sup> Parzellen)
  - Material: 20 **M<sub>6</sub>-Linien**, Referenzsorten LUG, LUB :
    - Erfassung agronomischer Merkmale
    - Erfassung von Ertragsparametern
    - Resistenztests und Einsatz molekularer Marker
    - Inhaltsstoffanalysen: Rohproteingehalt, Alkaloidgehalt

**Ertragreiche, proteinreiche, anthraknoseresistente Linien → PreBreedingmaterial**

# Frosttoleranz



## *L. luteus* als Winterkultur

- Nutzung der verlängerten Vegetationsperiode (Aussaat Oktober) birgt erhöhtes Ertragspotential
- Wachstumsvorsprung im Frühjahr begünstigt Toleranz gegenüber Frühjahrstrockenheit, frühe Abreife
- Selektionsziel: Linien mit geringer Empfindlichkeit gegenüber Frosteinwirkungen

---

### Screening auf Frosttoleranz

- ✓ Etablierung Kältetest (Klimaschrank) an Topfkulturen  
*Material: Sorten, Genbankakzessionen (IPK, ESKUSA),  
Zuchtstämme (SZS), M-Linien*
- ✓ Selektion von 7 Linien mit hoher Frosttoleranz (BN1-2)



# Feldprüfung Frosttoleranz 2020/2021

## Material

9 Zuchstämmen SZS, 16 PGRs, ‚Taper‘, ‚Amulett‘

## 2 Standorte, 20/21, (21/22), 2 Wdh.

Groß Lüsewitz JKI, Bocksee SZS

## Aussaat:

Oktober 2020, Mikroparzelle (Doppelreihe, 30K)

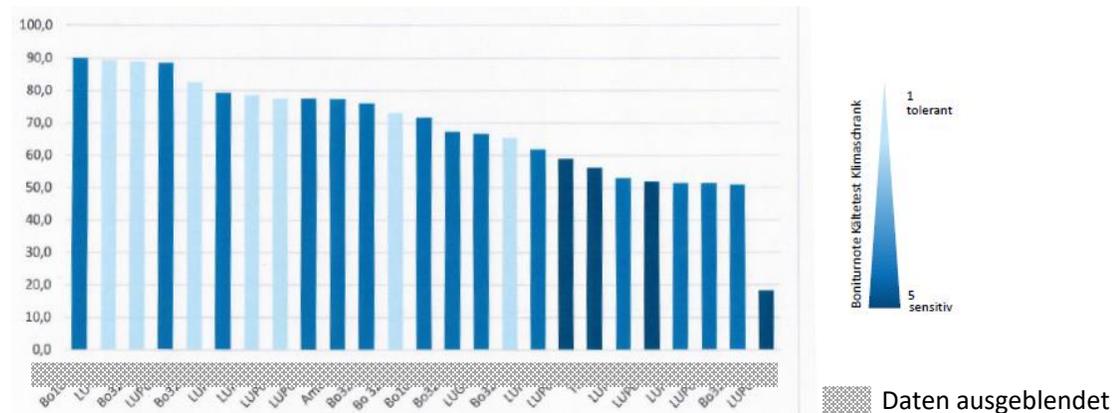
## Merkmale:

Phänologische Daten (Aufgang, Blüte, Gelbreife),  
Frostschäden, Überwinterungsrate

✓ 4 Zuchtlinien

✓ 5 Genbankakzessionen

...mit Überlebensrate von mehr als 75% der Parzelle



Überlebensrate [%], GL / Boniturverteilung KS-Test

## Ausblick - Frosttoleranz

- **Mehrjährige Ertragsprüfung an 2 Standorten**
  - Winterung vs. Sommerung
  - Material: Zuchtlinien SZS, PGRs, M-Linien, Referenzsorten
    - Erfassung agronomischer Merkmale
    - Erfassung von Ertragsparametern
    - Inhaltsstoffanalysen: Unterschiede im Rohprotein-, Alkaloidgehalt (Winterung vs. Sommerung)

**Leistungsstarke frosttolerante Linien → PreBreedingmaterial**

- **Ertragsstabilität (Anthraknoseresistenz)**
  - ✓ *Genetische Analyse und Identifizierung von L<sub>lur</sub> mit stabilem und hohem Resistenzniveau – Bereitstellung resistenter Linien (Selektionsmarker)*
- **Ertrag**
  - ✓ *Ertragssteigerung durch Nutzung breiter genetischer Varianz – Selektion leistungsstarker Linien*
- **Frosttoleranz**
  - ✓ *Etablierung zuverlässiger Testverfahren – Selektion frosttoleranter Linien im Feld*
- **Inhaltsstoffe**
  - ✓ *Proteinanalysen – hohe Proteingehalte, hochwertige Proteinzusammensetzung, technofunktionelles Potential*



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



**Vielen Dank für Ihr Interesse!**



Dominik Nemitz  
Anja Katzel  
Annegret Roy



Ulrike Lohwasser  
Matthias Kotter  
Claudia Krebes



Andreas Fetzer



Regine Dieterich  
Sabine Schulze  
Thomas Eckhart



Fred Eickmeyer  
Karen Zeise

[www.julius-kuehn.de](http://www.julius-kuehn.de)