Strategien zum Schutz von Getreide vor klimabedingt zunehmenden Pilzkrankheiten (GetreideProtekt)

K. Flath, T. Miedaner, B. Klocke, A.-K. Schmitt, J. Schacht, P. Boeven, W. Akel, S+E. Weißmann, N. Starck, H.P. Maurer, F. Longin

Univ. Hohenheim, Julius-Kühn-Inst. Kleinmachnow, Limagrain, Strube Research, Hege Saat, PZO

Beteiligte Züchtungsfirmen:

Krankheiten und Klimawandel

- Gelbrost (*Puccinia striiformis f.sp. tritici*)
  - Neue aggressive und virulente Rassen (Warrior)
  - Höheres Temperaturoptimum als alte Rassen
  - Verursacht Schäden auch in Spanien, Italien
  - Qualitative und quantitative Resistenzen
- Schwarzrost (*Puccinia graminis f.sp. tritici*)
  - Sehr wärmeliebender Pilz
  - Epidemien in Sizilien, Deutschland, Schweden
  - Qualitative und quantitative Resistenzen
- Ährenfusariosen (*F. graminearum, F. culmorum* u.a.)
  - Wärmeliebender Komplex von Schadpilzen
  - Produzieren unterschiedliche Mykotoxine
  - NUR quantitative Resistenzen

Ziele des Projektes

AP 1: Pathogenscreening

- Aufbau eines Frühwarnsystems für das Auftreten von Weizenschwarzrost sowie von neuen Rassen des Weizengelbrostes (Fangsortimente)
- Analyse der Rolle des Zwischenwirtes Berberitze bei der Bildung neuer Rostrassen

AP 2: Zuchtmaterial mit Mehrfachresistenz

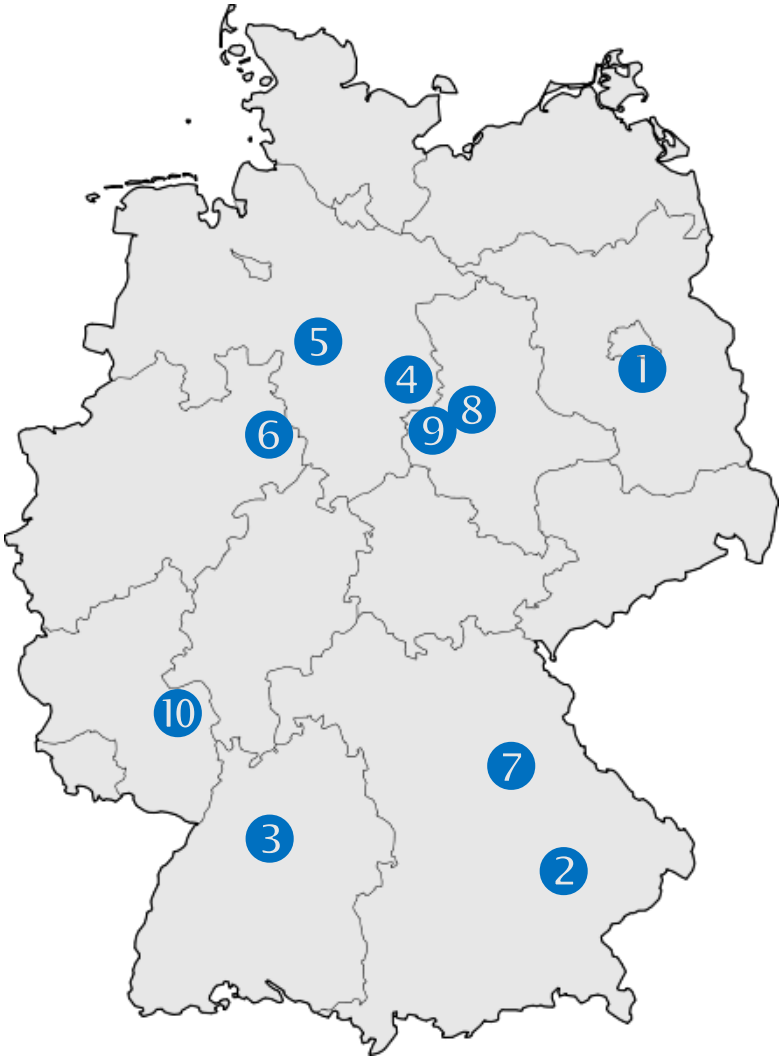
- Assoziationskartierung von Mehrfachresistenzen
- Entwicklung einer genombasierten Selektionsmethode
- QTL-Kartierung wirksamer Schwarzrostresistenzen

AP 3: Fungizidversuche gegen Weizenschwarzrost

- Wirksamkeit ausgewählter Fungizide in Abhängigkeit von Applikations-zeitpunkt, Aufwandmenge und Sortenresistenz an Keim- und Adultpflanzen
- Ertragsversuche zur Ermittlung des Schadpotenzials

Fangsortimente – Rost-Frühwarnsystem

Standorte in Deutschland



Nr.	Standort
1	JKI Kleinmachnow, Berlin-Dahlem
2	SECOBRA, Moosburg
3	Landessaatzuchtanstalt, Hohenheim
4	STRUBE, Söllingen
5	LIMAGRAIN, Rosenthal
6	SECOBRA, Lemgo-Hörstmar
7	Landwirtschaftl. Lehranstalten, Triesdorf
8	SYNGENTA, Hadmersleben
9	RAGT2N, Silstedt
10	DLR, Bad Kreuznach

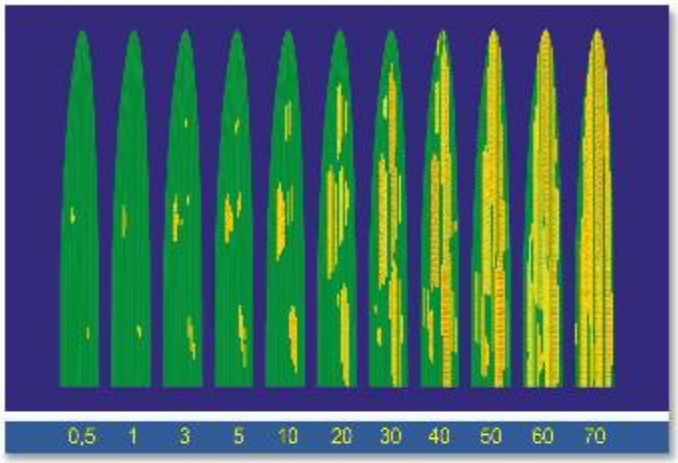
Fangsortimente – Rost-Frühwarnsystem

Differentialsorten

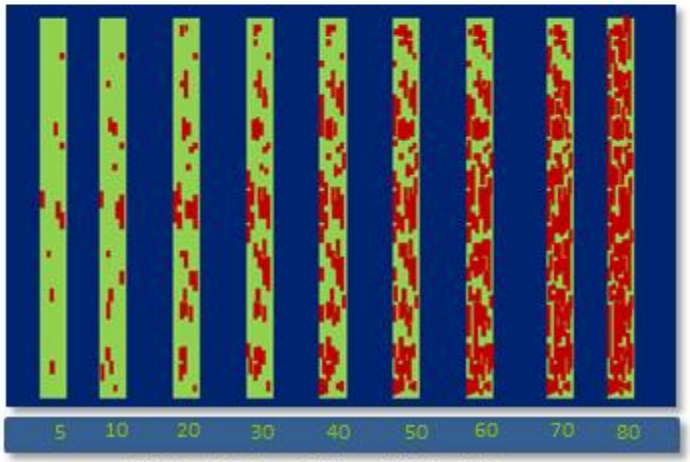
Nr.	Sorte	R-Gene	Beschreibung
Winterweizen			
1	Ambition	Amb	Yr-Differenzialsorte
2	Spaldings Prolific	SP,25,+	Yr-Differenzialsorte
3	Compair	Yr8,+	Yr-Differenzialsorte
4	Moro	Yr10	Yr-Differenzialsorte
5	Mariboss	Yr15	Yr-Differenzialsorte
6	Rendezvous	Yr17	Yr-Differenzialsorte
7	Opata (GR Testsorte)	Yr27, Yr18, +	Yr-Differenzialsorte
8	Informer (5246, BREN)	Yr unbek.	Yr-res., hohe Anbaubedeutung
9	Bernstein (6414)	Yr unbek., Sr38	Yr-res.+ Sr-anf., hohe Anbaubed.
10	Axioma (4586, SECO)	Yr unbek., Sr38	Yr-res.+ Sr-anf., hohe Anbaubed.
11	Apostel (4909, STNG)	Yr unbek.	Yr-res.+ Sr-anf., hohe Anbaubed.
12	Tobak (4122, ECK)	Yr unbek., Sr keine	Yr-res.+ Sr-anf., hohe Anbaubed.
13	Cartago	Yr keine	Yr und Sr-anfällige Sorte
Wintertriticale			
14	Raptus (NORD)		Yr-resistent+ Sr-anfällig
15	DC 10252-21 (DANKO)		Yr-resistent+ Sr-anfällig
16	TI17DH3 3404 (HEGE)		Yr-resistent+ Sr-anfällig
17	06TC127.7 (P. KUNZ)		Yr-resistent+ Sr-anfällig
18	HeTi 1504.3 (HEGE)		Yr-resistent+ Sr-anfällig
19	Carmelo		Yr-resistent+ Sr-anfällig
20	SU Agendus		Yr anfällige Sorte

Fangsortimente – Rost-Frühwarnsystem

Bonitur



GR - Befallene Blattfläche (%)



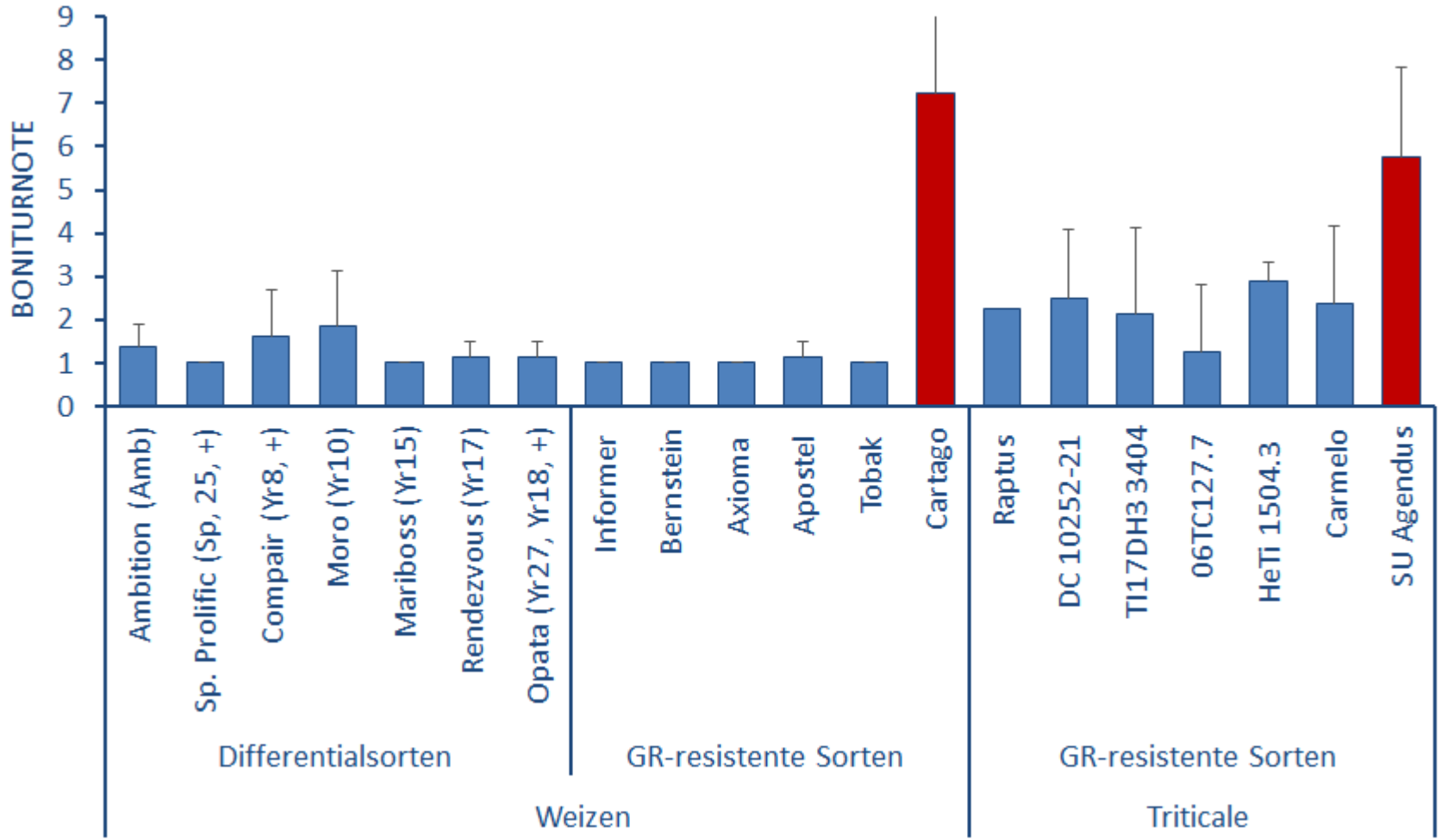
WSR - Befallene Stängelfläche (%)

- Natürlicher GR/BR/SR-Befall an 2 bis 3 Terminen
- Befallsstärke (%) mittels Parzellenbonitur
- Umrechnung in Boniturnoten 1-9

Skala 1-9	Befallsstärke (%)	Klassifizierung
1	0	Keine oder Spuren
2	0,1	
3	0,5	Gering
4	1	
5	5	Mittel
6	10	Hoch
7	25	
8	50	Sehr hoch
9	> 75	

Fangsortimente – Rost-Frühwarnsystem

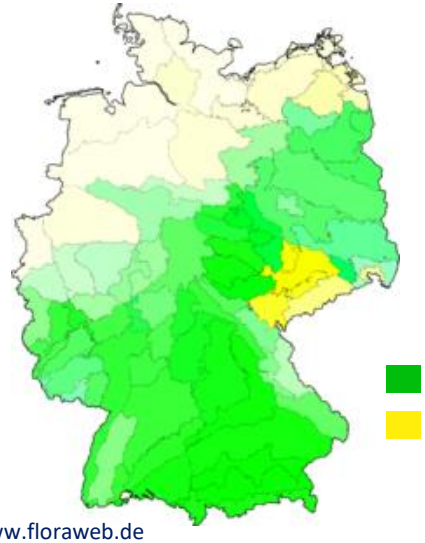
GR-Ergebnisse aus dem Jahr 2019



Boniturnoten (1-9) gemittelt über Standorte (N=8) = anfälliger Standard

Berberitze (*Berberis vulgaris*)

Bedeutung und Verbreitung in Deutschland



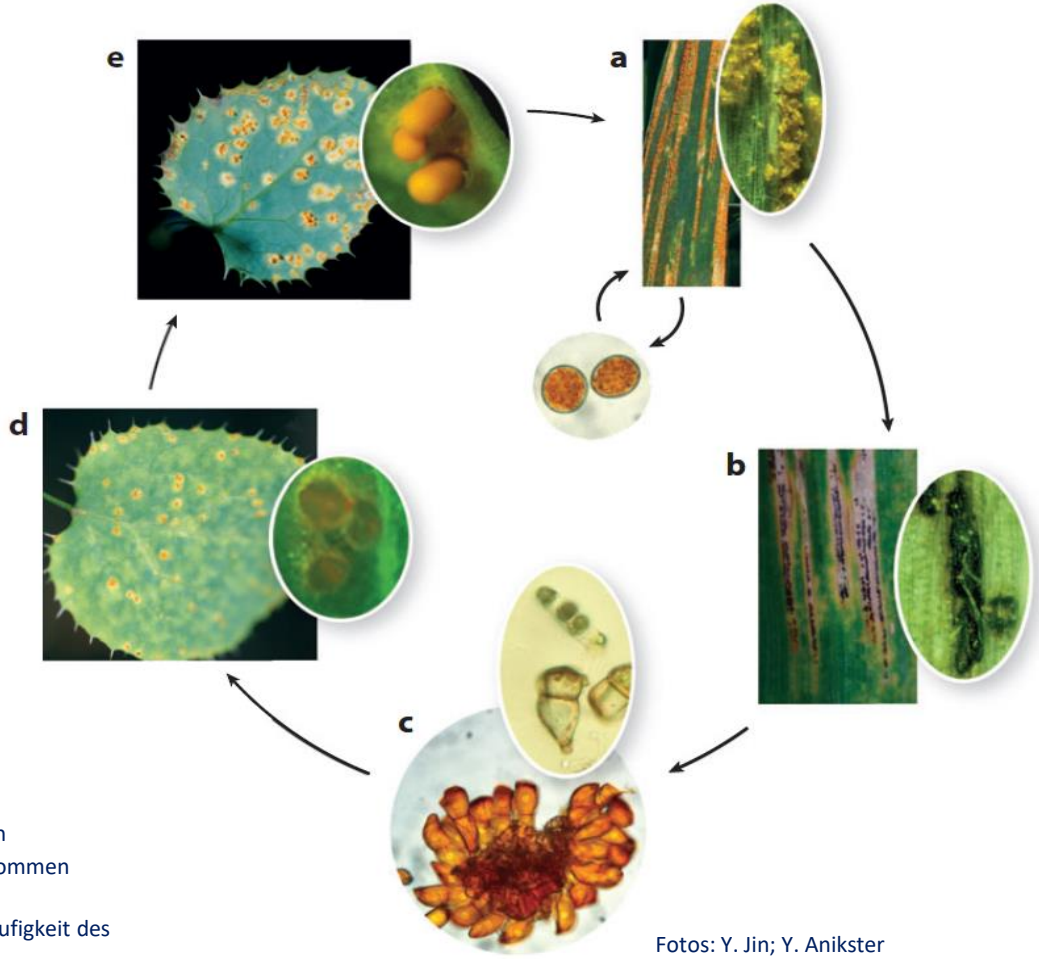
www.floraweb.de

Legende

natürliche, etablierte Vorkommen

angepflanzte, neophytische Vorkommen oder unbeständige Vorkommen

Die Farbintensität spiegelt die Häufigkeit des Vorkommens wieder.



Fotos: Y. Jin; Y. Anikster

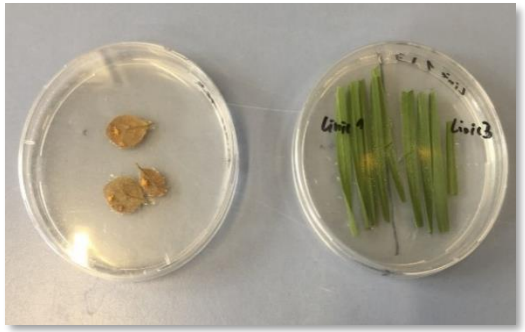
Berberitze

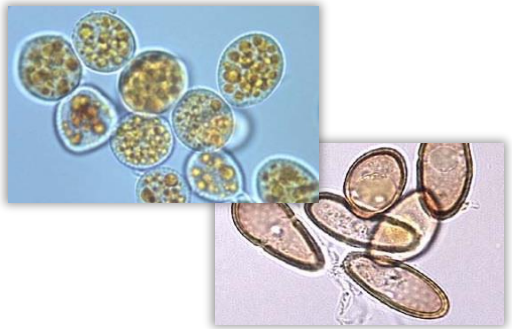
Identifizierung von Rostarten

Berberitzenblätter mit Aezidiosporen

Blattsegmente von Linie E (SR) und Cartago (GR)

Inkubation





Mikroskopie der GR/SR - Uredosporen auf Cartago

Differenziallinien		WSR	RSR
Weizen	Line E	+	+
	Morocco	+	-
	Triso	+	-
	Cartago	+	-
	Mc Nair	+	-
Roggen	Prolific	-	+
	Wi. Rye	-	+
	Kaptain	-	+
	Palazzo	-	+
Gerste	Hiproly	+	+
	Hypana	+	+

WSR=Weizen-, RSR = Roggenschwarzrost

ID-Set für Schwarzrost

Berberitze

Identifizierung von Rostarten

WSR=Weizen-, RSR = Roggenschwarzrost

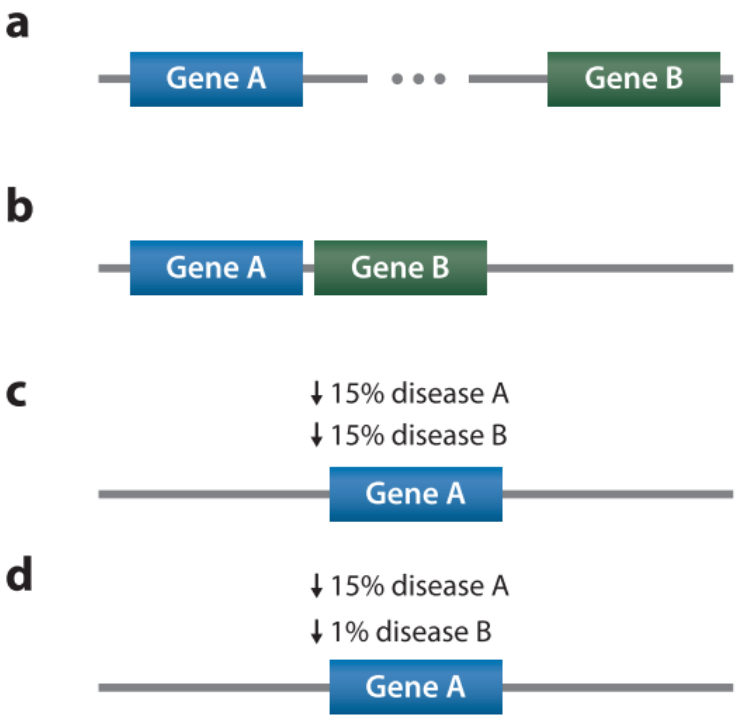
	Land	Einsender	WSR	RSR	Mischprobe WSR+RSR	Gesamt
2018	DE	RAGT, Silstedt (SA)	12	2	2	16
	DE	Potsdam-Nuthetal (BB)	6	2	4	12
	DE	LSA Hohenheim (BW)	0	12	0	12
2019	DE	RAGT, Silstedt (SA)	1	0	3	4
	DE	HYBRO, Schenkenberg (BB)	0	1	0	1
	LV	Latvian Univ. of Agriculture	1	1	0	2
	PL	IHAR-PIB, Radzikow	0	3	0	3
Gesamt			20	21	9	50

➡ Mit Hilfe eines Differenzialsortimentes konnte nachgewiesen werden, dass Berberitzen in DE, LV und PL als Zwischenwirt für Weizen- und Roggenschwarzrost fungieren.

Mehrfachresistenzen – „Der heilige Gral“

<u>Definition:</u> Wirtsresistenz gegen zwei oder mehr Krankheiten und/oder Wirtsresistenz gegen alle Rassen einer Krankheit

Genetische Basis ist wenig verstanden; Möglichkeiten:



Pyramidisierung an verschiedenen Stellen des Genoms

Kopplung **HOTSPOTS**

Gleich

Ungleich

PLEIOTROPIE

Wiesner-Hanks & Nelson, 2016

Material & Methoden

WEIZEN:

- 280 Sorten aus 8 europäischen Ländern
  7 spaltende Generationen des Typs anfällig x resistent
- 3-4 Orte, 1-2 Jahre

TRITICALE:

- 655 Sorten (weltweit)
  2 spaltende Generationen

Für BEIDE:

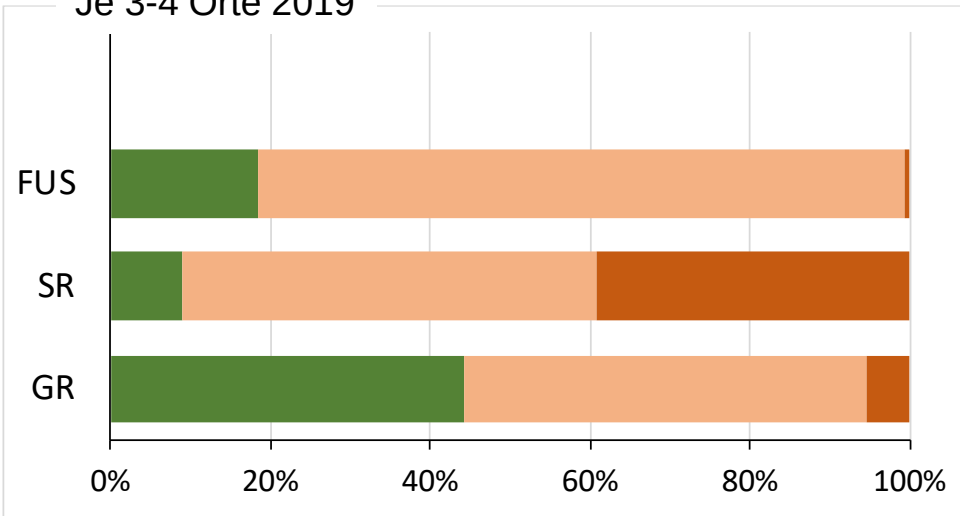
- Alle Krankheiten in DERSELBEN Parzelle erfasst
- Künstliche Infektionen (außer Mehltau)
- 15.000 SNP-/21.543 DArTseq-Marker nach QualityCheck
- QTL-, Assoziationskartierung, genomische Vorhersage

AP 2

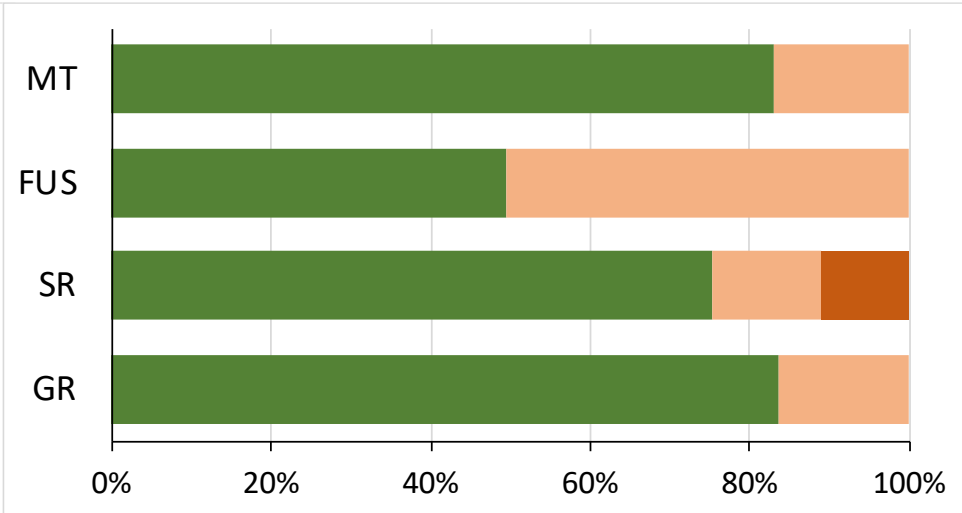
Krankheitsresistenzen im Vergleich

Weichweizen (*n*=280 Sorten)

Je 3-4 Orte 2019



Triticale (*n*=999 Sorten)



Anteil der Sorten

FUS=Ährenfusariosen, SR=Schwarzrost, GR=Gelbrost, MT=Echter Mehltau

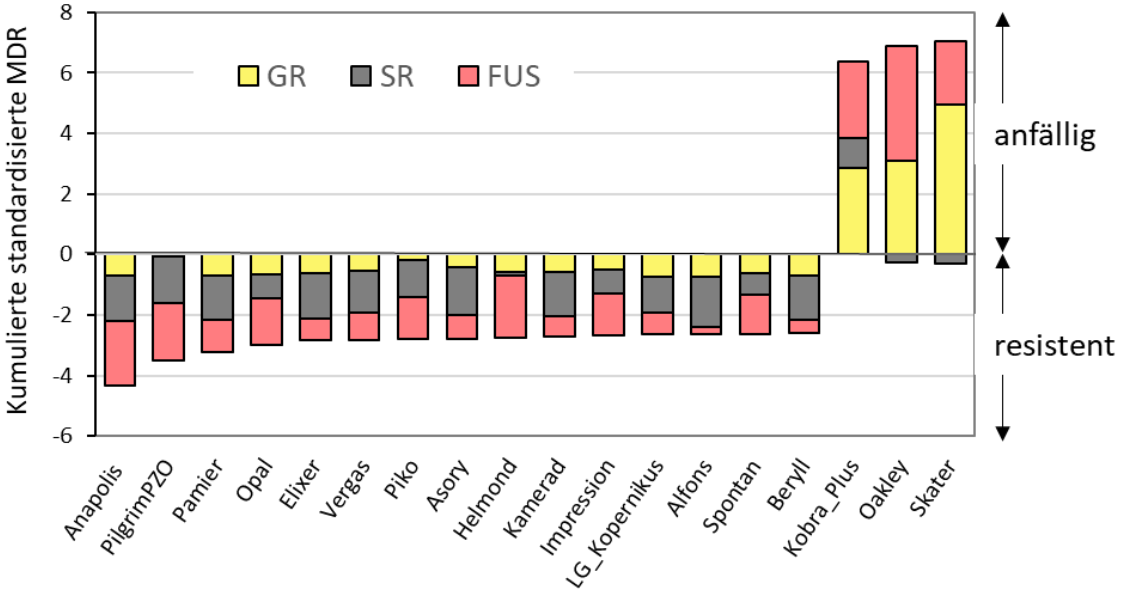
Resistent (1-3) Mäßig anfällig (4-6) Anfällig (7-9)

Weichweizen ist generell anfälliger als Triticale,
die geringste Resistenzausprägung findet sich jeweils bei Schwarzrost

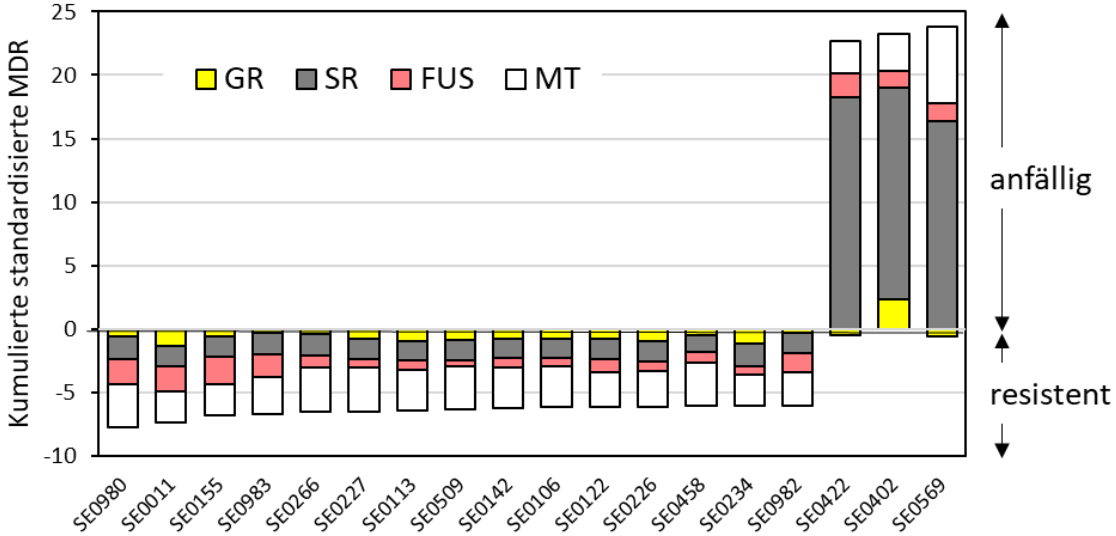
AP 2

Mehrfachresistenzen

WEIZEN



TRITICALE



Standardisierte MDR: $Z = \frac{x - \hat{\mu}}{\sigma}$

Fungizidversuche zur Bekämpfung des WSR

Keimpflanzenversuche in der Klimakammer – Experimentelles Design

Sortenresistenz (APS 1-9, BSL 2019)

Spontan	Patras	Julius
5	6	8

Temperatur (Tag/Nacht)

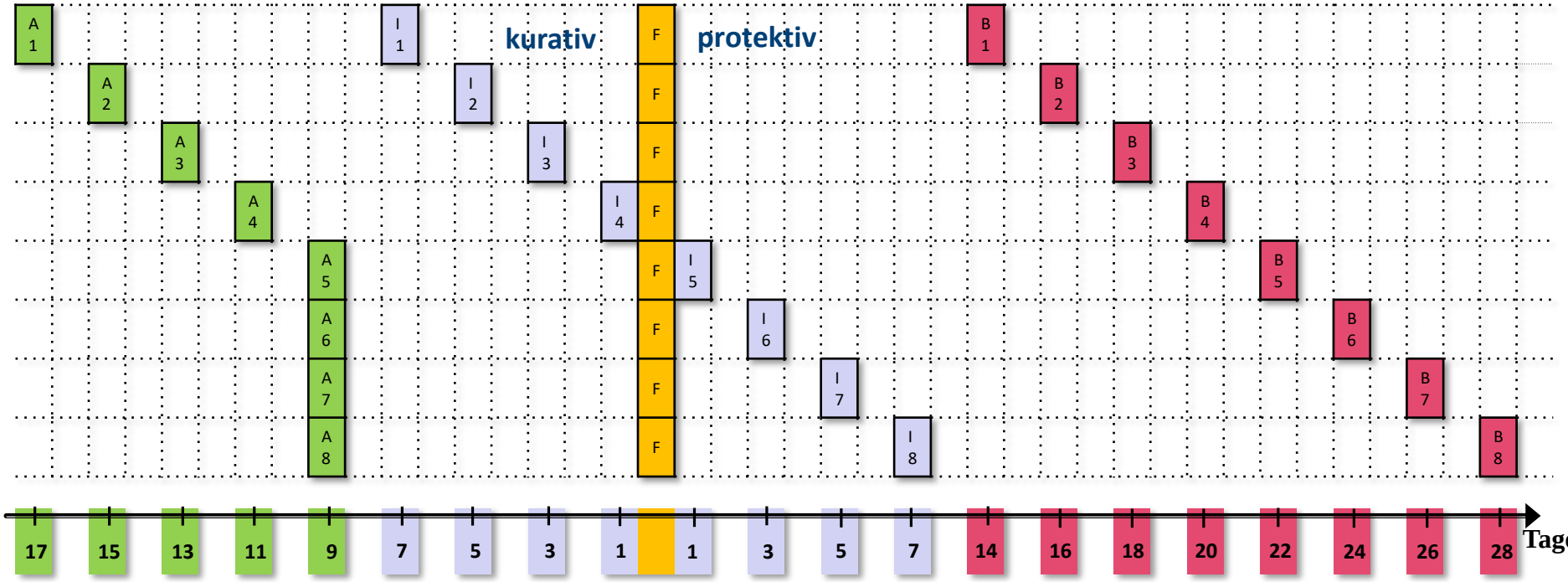
T1	T2	T3
16°C/8°C	**22°C/10°C**	24°C/14°C

Fungizide, 4 Aufwandmengen (100%, 50%, 25%, 12,5%)

PSM	Wirkstoffgruppe	Wirkstoffe	Wirkungsweise
Proline	Triazol	Prothioconazol	Hemmt Sterolbiosynthese, Kurativ, protektiv
Fandango	Strobilurin	Fluoxastrobin, Prothioconazol	Hemmt Komplex III der Atmungskette, Kurativ, protektiv
Elatus Era	Carboxamid	Benzovindiflupyr, Prothioconazol	Hemmt Succinatdehydrogenase, Kurativ, protektiv

Fungizidversuche zur Bekämpfung des WSR

Keimpflanzenversuche in der Klimakammer – Experimentelles Design



Fungizidversuche zur Bekämpfung des WSR

Keimpflanzenversuche in der Klimakammer - Ergebnisse

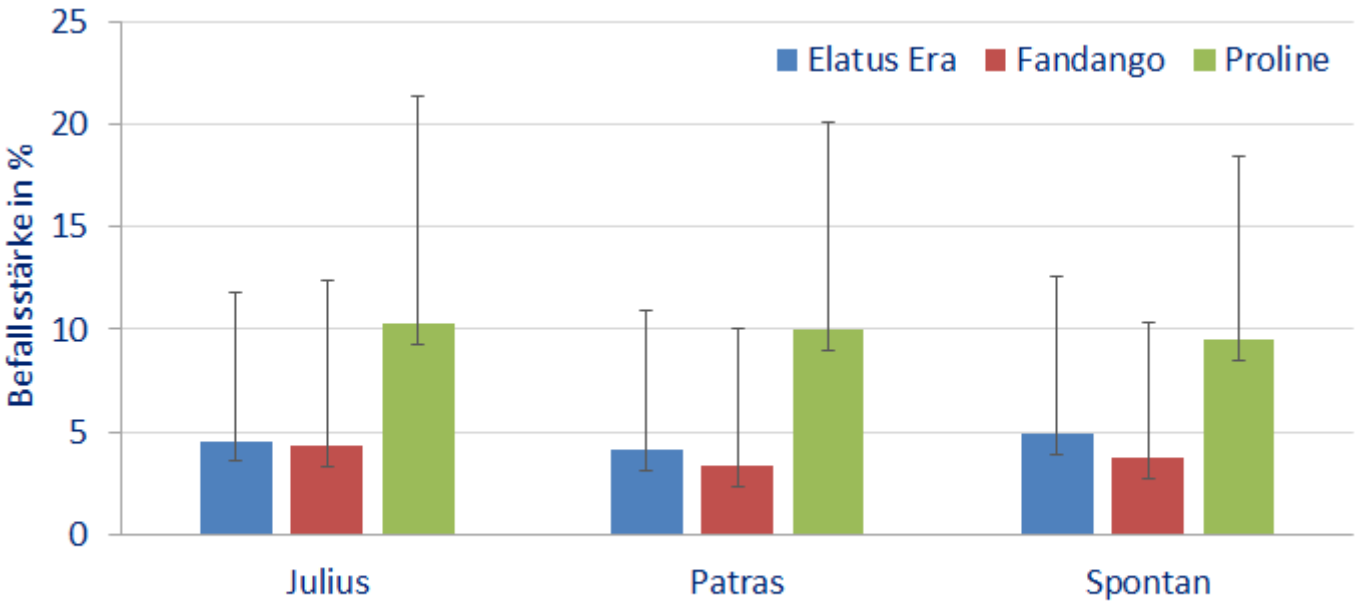
Prüffaktor	Merkmal	Anzahl Pflanzen	Mittelwert BS in %	Signifikanz
Sorte	Julius	5221	6,3	A
	Spontan	5236	6,0	A
	Patras	5241	5,7	B
Fungizid	Proline	5026	9,9	A
	Elatus Era	5314	4,5	B
	Fandango	5358	3,8	C
Aufwandmenge	0%_Kontrolle	3127	16,6	A
	12,50%	3134	5,1	B
	25%	3143	4,0	C
	50%	3151	2,8	D
	100%	3143	1,5	E
Inokulationstermin	7 Tage vor Applikation	1774	11,2	A
	7 Tage nach Applikation	2031	7,8	B
	5 Tage nach Applikation	1764	7,2	C
	3 Tage nach Applikation	2668	5,8	D
	1 Tag nach Applikation	2084	5,1	E
	5 Tage vor Applikation	1786	5,1	E
	1 Tag vor Applikation	1796	3,0	F
	3 Tage vor Applikation	1795	2,8	F

Mittlere Befallsstärke (BS) in % in aufsteigender Reihenfolge nach Wirksamkeit der Resistenz, des Fungizids, der eingesetzten Menge und des Inokulationstermins zwischen den Faktorstufen eines jeden Prüffaktors im Keimpflanzenversuch (verschiedene Buchstaben symbolisieren signifikante Unterschiede (α=0,05) innerhalb den Faktorstufen)

Fungizidversuche zur Bekämpfung des WSR

Keimpflanzenversuche in der Klimakammer - Ergebnisse

Befallsstärke der Sorten und Fungizide gemittelt über Aufwandmenge und Inokulationstermin

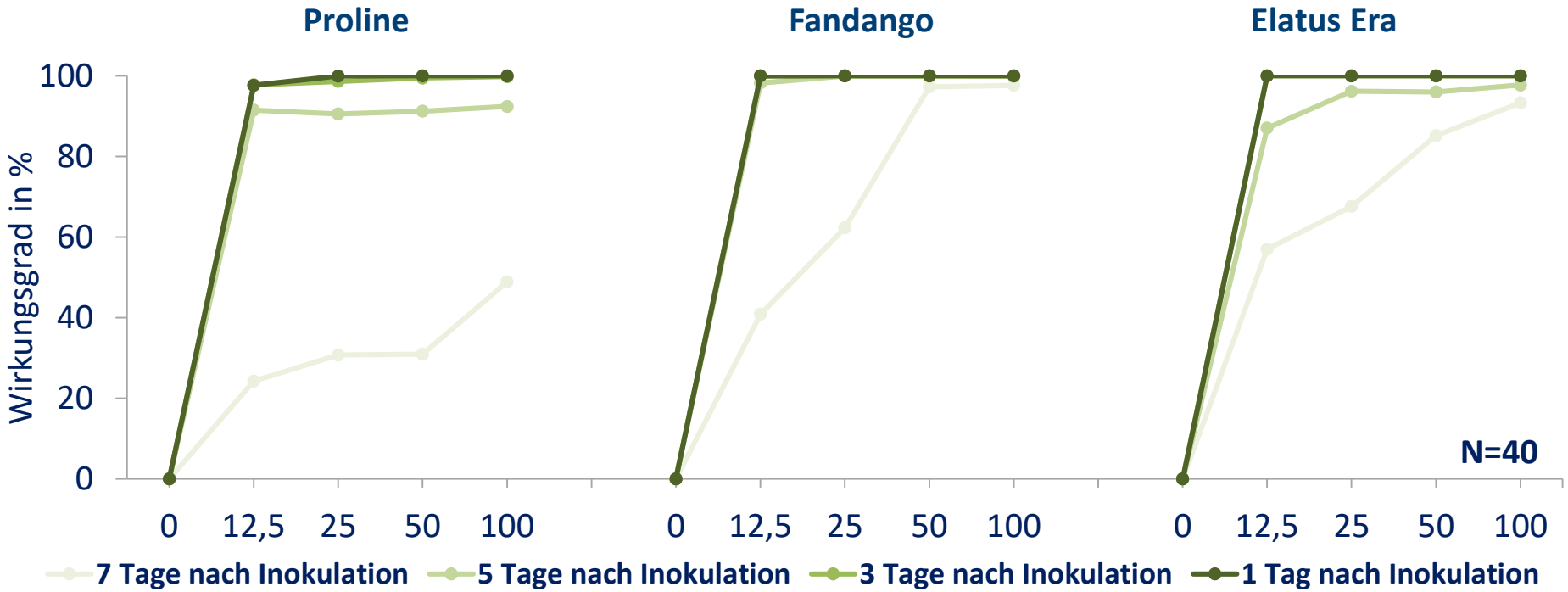


- unterschiedliche Wirksamkeit der Fungizide (**Fandango** > **Elatus Era** > **Proline**)
- Sortenunterschiede gering

Fungizidversuche zur Bekämpfung des WSR

Keimpflanzenversuche in der Klimakammer - Ergebnisse

Wirkungsgrad der Fungizide nach <u>kurativer Behandlung</u> in Abhängigkeit von der Aufwandmenge und dem Inokulationstermin bei der Sorte Julius

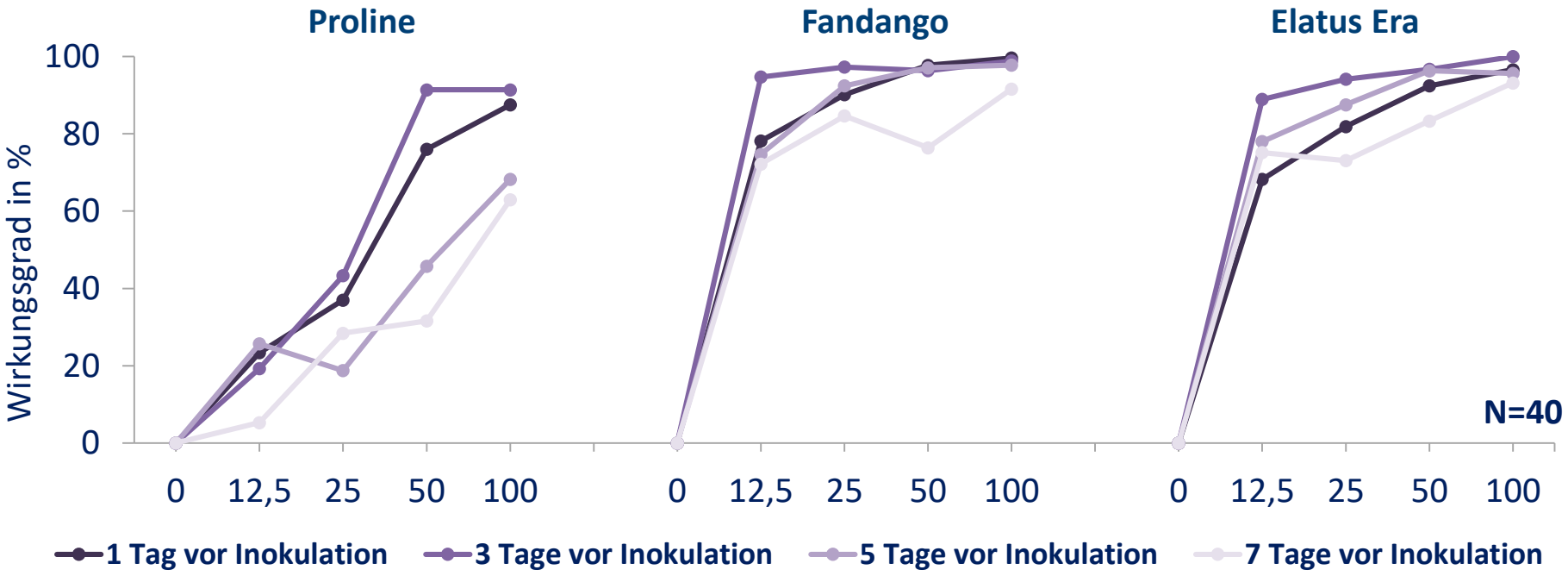


- hohe Wirkungsgrade bei allen drei Fungiziden 1 bzw. 3 Tage nach Inokulation
- deutliche Unterschiede zwischen den Fungiziden bei Fungizidapplikation 7 Tage nach der Inokulation

Fungizidversuche zur Bekämpfung des WSR

Keimpflanzenversuche in der Klimakammer - Ergebnisse

Wirkungsgrad der Fungizide nach <u>protektiver Behandlung</u> in Abhängigkeit von der Aufwandmenge und dem Inokulationstermin bei der Sorte Julius



- deutliche Unterschiede zwischen den Fungiziden
- hohe Wirkungsgrade bei allen drei Fungiziden 3 Tage vor Inokulation

Fungizidversuche zur Bekämpfung des WSR

Adultpflanzenversuch in der Klimakammer – Experimentelles Design

Sortenresistenz (APS 1-9, BSL 2019)

Spontan	Patras	Julius
5	6	8

Temperatur (Tag/Nacht)

T1	T2
20°C/10°C	24°C/14°C

Fungizide, Aufwandmenge (100 %)

Proline	Fandango
Prothioconazol	Fluoxastrobin, Prothioconazol

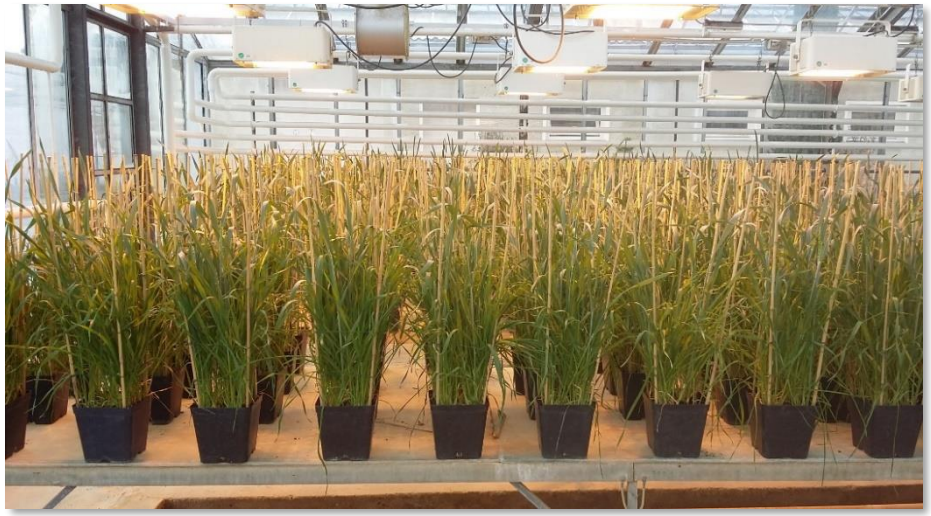
- Künstliche Inokulation zu BBCH 53-55
- Isolat WSR 25/13c
- 7 Tage vor und nach der Fungizidapplikation

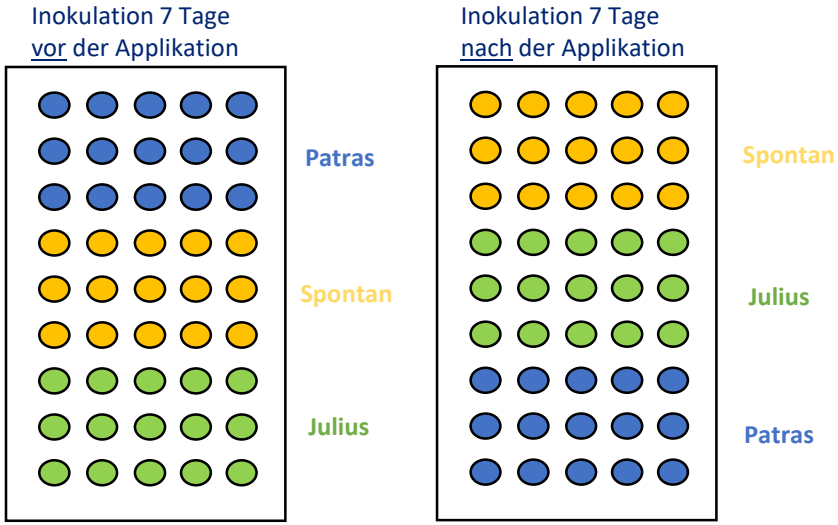
Bonitur

- Erfassung der Befallsstärke (%) und der Befallshäufigkeit (%)

Fungizidversuche zur Bekämpfung des WSR

Adultpflanzenversuch in der Klimakammer – Experimentelles Design

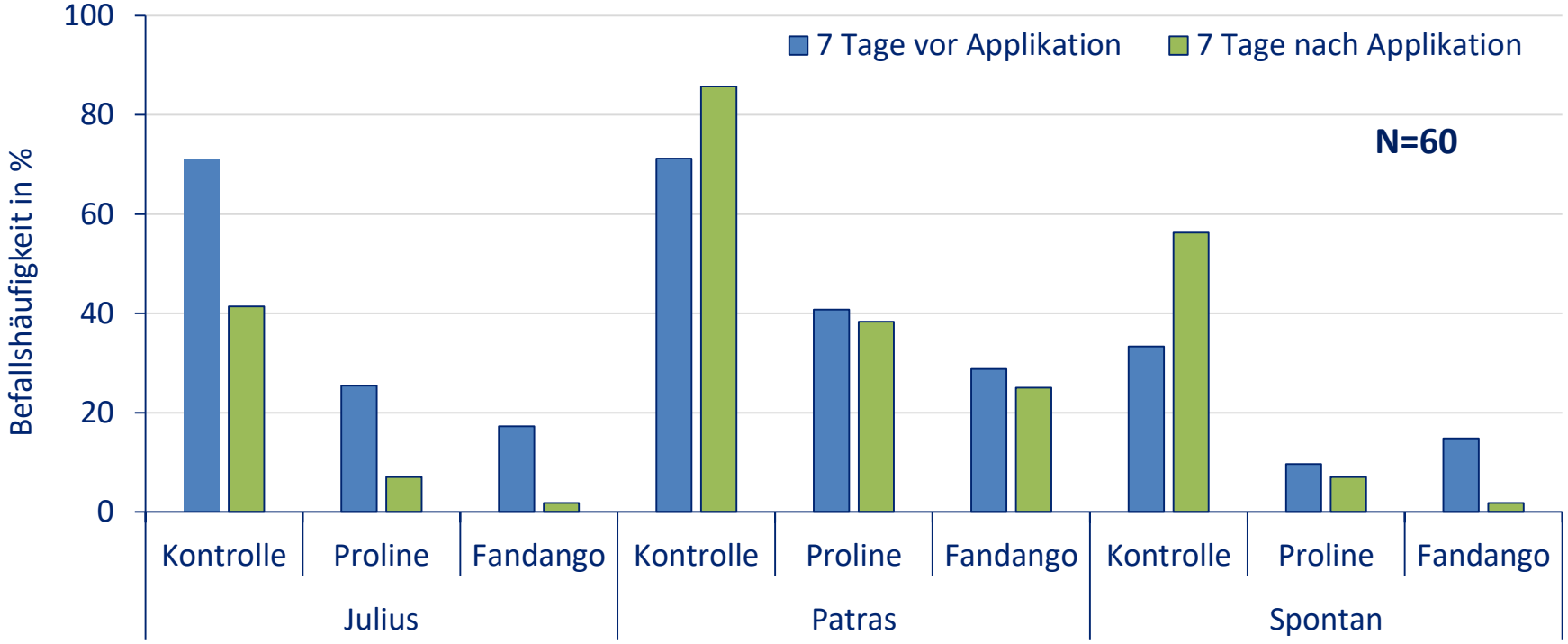




Fungizidversuche zur Bekämpfung des WSR

Adultpflanzenversuch in der Klimakammer – Ergebnisse

Befallshäufigkeit (BH) der Sorten Julius, Patras und Spontan Patras in Abhängigkeit vom Fungizid und Inokulationstermin



- gute bis mäßige kurative und protektive Wirkung der beiden Fungizide
- höherer Befallsdruck (höhere BH) schränkt Wirksamkeit ein

Schlussfolgerungen I

AP 1: Pathogenscreening

- Resistente Weizen- und Triticalesorten waren gut vor Gelbrost geschützt (Bonitur 1-3); keine neuen Gelbrost-Rassen im Jahr 2019 aufgetreten
- Berberitze dient in Deutschland, Lettland und Polen als Zwischenwirt für Weizen- und Roggenschwarzrost

AP 2: Zuchtmaterial mit Mehrfachresistenz

- Es können mehrere Krankheiten mit unterschiedlichen Zielorganen auf derselben Parzelle selektiert werden
- Ein kleiner Teil der Sorten trägt Mehrfachresistenzen gegen Gelbrost, Schwarzrost und Ährenfusariosen

Schlussfolgerungen II

AP 3: Fungizidversuche gegen Weizenschwarzrost

- Fungizidapplikationen reduzieren deutlich den Schwarzrostbefall am Blatt (Keimpflanzen) und Halm (Adultpflanzen)
- Zeitpunkt der Applikation und Wirkstoffwahl ist hier entscheidend für den Erfolg der Wirksamkeit

Partner von GetreideProtekt

UNIVERSITÄT HOHENHEIM

Thomas Miedaner
Hans Peter Maurer
Friedrich Longin

Julius Kühn-Institut
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

Kerstin Flath
Bettina Klocke
Anne-Kristin Schmitt

strube

Wessam Akel

Limagrain

Johannes Schacht
Philipp Boeven

Sigrun & Elmar Weissmann

PZO

Norbert Starck

Gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

ptble
Projektträger Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung