

# Roggenschwarzrost, *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*, mit resistenten Sorten kontrollieren Controlling stem rust in rye, *Puccinia graminis* f. sp. *secalis*, with resistant cultivars

Kerstin Flath<sup>1\*</sup>, Bettina Klocke<sup>1,†</sup>, Anne Kristin Schmitt<sup>1</sup>,  
Brigitta Schmiedchen<sup>2</sup>, Peer Wilde<sup>2</sup>, Hartmut Spieß<sup>3</sup> und Thomas Miedaner<sup>4</sup>

## Abstract

Stem rust in rye (*Puccinia graminis* f. sp. *secalis*) is favored by hot spring and pre-summer temperatures and a lack of resistant cultivars in Germany. Our study aimed in analyzing the virulence situation of the pathogen and resistance situation of the host. Forty-one single-pustule isolates were tested with a preliminary differential set of 11 inbred lines selected out of a greater set of 48 lines. In addition, six lines reacted fully resistant in a detached-leaf test in seedling stage. Isolates showed a mean complexity of five virulences and were classified into 32 pathotypes. Only seven pathotypes could be found more than once. A Simpson index of 0.99 reveals a high level of diversity of German stem rust populations. In 2012, 30 rye populations were cultivated under organic conditions at five field sites, and further 40 populations at three sites, to determine the level of adult-plant resistance. The most commonly grown cultivars were highly susceptible to stem rust under artificial infection with disease severities of about 50%. Twelve foreign rye populations contained 16-62% fully resistant plants. These data are a promising starting point for developing more resistant rye cultivars.

## Keywords

Adult-plant resistance, detached-leaf test, resistance breeding, rye populations, virulence analysis

## Einleitung

Der Erreger des Schwarzrostes bei Roggen (*Puccinia graminis* f.sp. *secalis*) tritt in den kontinentalen Gebieten Deutschlands bereits heute regelmäßig auf. Er wird mit den Folgen des Klimawandels als wärmeliebendes Pathogen in den nächsten Jahren voraussichtlich noch erheblich höhere Schäden bewirken, wie es in den kontinentalen Gebieten in Polen und Russland heute schon geschieht. Da er mit pflanzenbaulichen Maßnahmen kaum und mit Fungiziden nur schwer zu bekämpfen ist, stellt Schwarzrost bei Roggen

für den ökologischen und konventionellen Anbau ein erhebliches Problem dar.

Roggen ist Fremdbefruchter und die vorliegenden Populationsarten sind deshalb hochgradig heterozygot und heterogen. Resistenzquellen zeichnen sich dadurch aus, dass sie unterschiedliche Anteile resistenter Einzelpflanzen enthalten. Im Rahmen eines dreijährigen Forschungsprojektes sollen (1) Resistenzquellen aus genetischen Ressourcen und adaptiertem Material gefunden, (2) ein Differentialsortiment auf der Basis von Inzuchtlinien entwickelt, (3) die Virulenzsituation des Schwarzrostes in Mitteleuropa untersucht und schließlich (4) Ausgangsmaterial für die Neuzüchtung von resistenten Roggenpopulationen bereitgestellt werden. Dazu werden Blattsegmenttests und mehrjährige Feldprüfungen mit künstlichen Schwarzrostinokulationen an fünf ökologisch bewirtschafteten Standorten durchgeführt.

## Material und Methoden

### Analyse der Roggenschwarzrostpopulation

Die Analyse der deutschen Roggenschwarzrostpopulation erfolgte mit Hilfe eines Differentialsortimentes aus derzeit 11 Inzuchtlinien, die aus einem 50 Linien umfassenden Sortiment der KWS Lochow GmbH nach ihrer differentiellen Schwarzrostreaktion ausgewählt wurden. Dazu wurde der Blattsegmenttest an den Erreger angepasst (KLOCKE et al. 2013). Die Infektionstypen 0 bis 2 zeigen inkompatible (avirulent/resistent), die Infektionstypen 3 bis 5 kompatible (virulent/anfällig) Reaktionen (verändert nach STAKMAN et al. 1962).

### Adultpflanzen Resistenz

Zur Ermittlung der Adultpflanzen-Resistenz wurden 63 Populationen an 3 Orten (Kleinhohenheim bei Stuttgart; Berlin-Dahlem und Dahnsdorf, Landkreis Potsdam) bzw. 23 Populationen davon an weiteren 2 Orten (Dottenfelderhof, Bad Vilbel; Petkus bei Baruth) sowie sieben Populationsarten

<sup>1</sup> Julius-Kühn-Institut (JKI), Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Stahnsdorfer Damm 81, D-14532 KLEINMACHNOW; † derzeit Institut für Strategien und Folgenabschätzung

<sup>2</sup> KWS Lochow GmbH, Ferdinand-von-Lochow-Straße 5, D-29303 BERGEN

<sup>3</sup> Forschung & Züchtung Dottenfelderhof, LBS Dottenfelderhof e.V., D-61118 BAD VILBEL

<sup>4</sup> Universität Hohenheim, Landessaatzuchtanstalt, Fruwirthstraße 21, D-70599 STUTTGART

\* Ansprechpartnerin: Kerstin FLATH, kerstin.flath@jki-bund.de



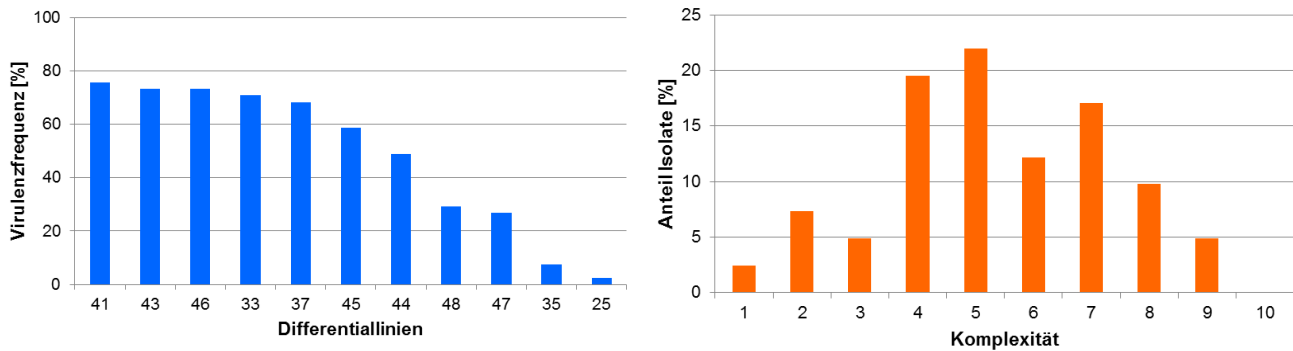


Abbildung 1: Virulenzfrequenz (links) und Virulenzkomplexität (rechts) von 41 Schwarzrostisolaten auf 11 Differentiallinien

Figure 1: Virulence frequency (left) and virulence complexity (right) of 41 stem rust isolates tested with 11 differential lines

ten mit besonderer Eignung für den Öko-Landbau ('Recrut', 'Conduct', 'Amilo', Firmament®, Lichtkornroggen®, Rolipa, Lautenbacher) an allen fünf Orten im Oktober 2011 unter ökologischen Bedingungen in dreifacher Wiederholung in Gitteranlagen angebaut. Die künstliche Inokulation der Prüfglieder im Freiland erfolgte im Entwicklungsstadium BBCH 59-65. Mit Hilfe eines Mikrosprayers wurde eine Öl- bzw. Agar-Sporensuspension auf die zu prüfenden Parzellen verteilt. Für 100 m<sup>2</sup> Prüffläche wurden 120 mg Sporen verwendet (FLATH 2000a,b, FLATH und BARTELS 2000). Der prozentuale Anteil befallener Stängelfläche wurde mit Hilfe eines Boniturschemas am Ende der Epidemie an 30 Einzelpflanzen je Prüfglied erfasst und daraus der Mittelwert errechnet.

## Ergebnisse

### Virulenzsituation und Diversität der Roggenschwarzrostpopulation

In den Jahren 2011 und 2012 wurden bisher insgesamt 42 schwarzrostbefallene Blattproben aus den wichtigsten Anbauregionen des Roggens von ökologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben untersucht. Wir beabsichtigen von jeder Probe 5 Einpustelisolat (EPI) herzustellen, um eine repräsentative Aussage über die Variation innerhalb und zwischen den Standorten zu ermöglichen.

Mit Hilfe von 41 EPI konnten aus einer Stichprobe von 48 Linien elf Inzuchtlinien gefunden werden, die eine Differenzierung des Befalls zeigten (Abbildung 1), sechs weitere

Tabelle 1: Mittlere Befallsstärke (%) und statistische Kennwerte von Roggenpopulationen an den Standorten Kleinhohenheim (KHOH), Berlin-Dahlem (DAHL), Dahnsdorf (DAHN), Dottenfelderhof (FZD) und Petkus (PET)

Table 1: Mean disease severity (%) and statistical parameters of rye populations tested at the locations Kleinhohenheim (KHOH), Berlin-Dahlem (DAHL), Dahnsdorf (DAHN), Dottenfelderhof (FZD) und Petkus (PET)

Parameter	KHOH	DAHL	DAHN	FZD	PET
Anzahl Populationen	70	70	70	30	30
Datum der Bonitur	17. Juni	19. Juni	3. Juli	12. Juli	6. Juli
Mittlere Befallsstärke (%)	58,0	44,5	45,0	42,0	19,5
Wiederholbarkeit (%)	83,1	75,7	72,2	90,7	41,4

Linien reagierten vollständig resistent, 31 Linien erwiesen sich als hoch anfällig. Die beiden letzteren Fraktionen tragen nicht zur Differenzierung der EPI bei, die vollständig resistenten Linien werden aber mit weiteren EPI geprüft. Mit diesem vorläufigen Differentialsortiment konnten die 41 EPI bisher 32 Pathotypen zugeordnet werden, von denen nur sieben Pathotypen häufiger als einmal vorkamen. Die Komplexität der Isolate schwankte zwischen ein und neun Virulenzen, die Mehrzahl wies eine Komplexität von fünf auf. Mit einem Simpson-Index von 0,99 zeigte sich schon jetzt eine hohe Diversität der deutschen Schwarzrostpopulation.

### Feldversuche

Die Inokulation der Feldversuche mit Schwarzrostsporen war an allen fünf Standorten erfolgreich (Tabelle 1). Kleinhohenheim zeigte im Mittel die höchste Befallsstärke,

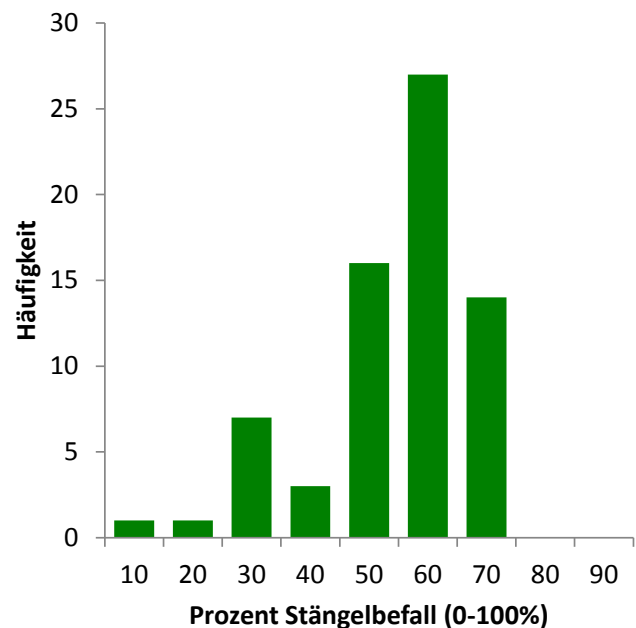


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung des mittleren Schwarzrostbefalls der 70 Populationen, die über drei Orte mit künstlicher Infektion geprüft wurden

Figure 2: Frequency distribution of mean stem rust rating of 70 populations tested across three inoculated locations

**Tabelle 2: Prozentualer Anteil befallener Pflanzen von fünf Populationen und der anfälligen Standardsorte Recrut (30 Pflanzen in drei Wiederholungen an drei Orten; gruppiert in 10 Befallsklassen (0-100%); hervorgehoben ist der Median)**

**Table 2: Percentage of plants of five populations and the susceptible standard cultivar Recrut (30 plants in three replications at three locations; grouped into 10 classes; the median is highlighted)**

Population	Befallene Stängelfläche (0-100%)									
	0	<9	<19	<29	<39	<49	<59	<69	<79	>80
Hy75/81	<b>62</b>	25	10	3	0	0	0	0	0	0
Hy9a/86	<b>43</b>	17	12	13	6	3	3	3	1	0
Talowskaja 29	<b>29</b>	23	13	11	6	7	4	6	2	0
Wrens Abruzzi	<b>27</b>	22	13	9	13	7	4	3	3	0
Wheeler	16	<b>33</b>	15	10	8	9	3	3	3	0
Recrut	0	<b>0</b>	0	0	1	13	23	48	14	0

gefolgt von Berlin-Dahlem, Dahnsdorf und dem Dottenfelderhof, während in Petkus die geringste Befallsstärke erfasst wurde. Hier konnte sich der Befall aufgrund einer Vorsommertrockenheit nicht weiterentwickeln, was auch zu einer geringeren Wiederholbarkeit führte.

Von den dreierortig geprüften 70 Populationen erwies sich die Mehrzahl als anfällig bis stark anfällig (Abbildung 2). Zwei russische Populationen waren nur sehr wenig befallen (<20%), sieben weitere Populationen zeigten geringen Befall. Die Heritabilität des Versuchs war mit 0,87 sehr hoch.

Fremdbefruchterpopulationen sind naturgemäß heterogen. Deshalb wurde der Schwarzrostbefall einzelhalmweise erfasst mit der anfälligen Population 'Recrut' als Standard (Tabelle 2). Dabei hatten die russischen Populationen Hy75/81, Hy9a/86 und 'Talowskaja 29' sowie die US-Population 'Wrens Abruzzi' den höchsten Anteil vollständig nicht-befallener Einzelpflanzen. Die US-Population 'Wheeler' sowie einige weitere russische Populationen erwiesen sich als mäßig resistent.

## Diskussion und Schlussfolgerung

Die Virulenzanalysen zeigten, dass sechs der geprüften Linien nach Inokulation mit bislang 41 EPI vollständig resistent gegenüber dem Schwarzrost reagierten. Diese Linien sollen zusätzlich im Feld auf Adultpflanzenresistenz geprüft werden und könnten zukünftig zur Erzeugung neuer, widerstandsfähiger Roggensorten genutzt werden. Zehn weitere Linien erwiesen sich als geeignet, die EPI in Pathotypen einzuteilen.

Während die sieben Populationssorten mit besonderer Eignung für den Ökolandbau an allen Standorten homogen anfällig reagierten, konnten bei einigen Populationen aus Osteuropa und den USA bis zu 62% resistente Einzelpflanzen gefunden werden. Zur Erfassung dieser erwartungsgemäß heterogenen Reaktion erwies sich die Bonitur von 30 Einzelpflanzen pro Parzelle als erfolgreich. Um die mehrortig selektierten Populationen mit einem hohen Anteil resistenter Einzelpflanzen züchterisch nutzen zu können,

sollen mit Hilfe umfangreicher Blattsegmenttests resistente Einzelpflanzen ausgelesen und für Kreuzungszwecke verwendet werden.

Bereits die einjährigen Ergebnisse zeigen, dass trotz des hohen Infektionsdruckes durch die künstliche Inokulation an fünf Ökostandorten potentielle Resistenzquellen selektiert wurden, die zur Züchtung schwarzrostresistenter Sorten genutzt werden können. Im Jahr 2013 werden diese Quellen im Blattsegmenttest auf ihre Rassenspezialität geprüft, weitere potentielle Resistenzquellen im Freiland auf die beschriebene Weise inoculiert und die Populationen mit resistenten Einzelpflanzen nochmals im Feld geprüft.

## Danksagung

Das Forschungsvorhaben wurde mit Mitteln des Bundesprogramms ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert (Fkz: 2810OE077). Besonderer Dank gilt Camilla Schönberg, Silvia Koch und Lilla Szabo für die Erhaltung der Isolate, die Betreuung der Freilandflächen sowie die Datenaufbereitung und -verrechnung.

## Literatur

- FLATH K, 2000a: Getreidemehltau. Mitt Biol Bundesanst Land-Forstwirtschaft 373, 6-8.
- FLATH K, 2000b: Braunrost des Weizens und Roggens; Zwergrost der Gerste. Mitt Biol Bundesanst Land-Forstwirtschaft 373, 9-11.
- FLATH K, BARTELS G, 2000: Gelbrost. Mitt Biol Bundesanst Land-Forstwirtschaft 373, 11-14.
- KLOCKE B, FLATH K, SCHMITT A-K, MIEDANER T, SCHMIEDCHEN B, SPIESS H, SZABO L, WILDE P, 2013: Kontrolle des Roggenswarzrostes (*Puccinia graminis* f. sp. *secalis*) im Ökologischen Landbau durch Züchtung resistenten Roggens. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 5.-8. März, Bonn.
- STAKMAN EC, STEWART DM, LOEGENING WQ, 1962: Identification of physiological races of *Puccinia graminis* var. *tritici*. US Dept Agric Res Serv E617.

**Anmerkung:** Die Online-Version des Tagungsbandes enthält Abbildungen in Farbe und kann über die Homepage der Jahrestagung (<http://www.raumberg-gumpenstein.at/> - Downloads - Fachveranstaltungen/Tagungen - Saatzüchertagung - Saatzüchertagung 2012) oder den korrespondierenden Autor bezogen werden.