

Variabilität der Morphologie und Schwarzrost-Anfälligkeit von Ökotypen des Deutschen Weidelgrases aus Schleswig-Holstein

H. Schuch¹, B. Ingwersen², K. Beckmann², J. Pons-Kühnemann³, M. Hasler⁴, F. Taube¹, A. Herrmann¹

¹ Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Abt. Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel, email: aherrmann@email.uni-kiel.de

² Norddeutsche Pflanzenzucht, Hans Georg Lemke KG, 24363 Hohenlieth

³ Institut für Medizinische Informatik, Heinrich-Buff-Ring 44, 35392 Gießen

⁴ Variationsstatistik, Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel

Einleitung und Problemstellung

Langjährig genutztes Dauergrünland kann eine wertvolle Quelle für Ökotypen darstellen, welche eine hohe Adaptation an lokale Nutzung und Umweltbedingungen aufweisen sowie eine grosse Variation im Hinblick auf phänologische Entwicklung, Wuchsform und Krankheitsresistenzen. Die Anfälligkeit gegenüber Schwarzrost (*Puccinia graminis* ssp. *graminicola*), beispielsweise, ist von grosser Bedeutung für die Saatguterzeugung (PFENDER, 2009). Daten zur genetisch bedingten Variation von Weidelgras-Ökotypen liegen für norddeutsche Dauergrünlandbestände nur in sehr begrenztem Umfang vor. Die Studie von BOLARIC et al. (2005) zur molekulargenetischen Diversität von Deutsch Weidelgras-Ökotypen und -Sorten beschränkte sich hauptsächlich auf Regionen Niedersachsens, Hessens und Bayerns, und dokumentierte nur eine geringe Variation zwischen Ökotypen und Sorten. Agronomisch relevante Merkmale werden jedoch nicht zwingend im Muster molekularer Marker reflektiert. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, die Diversität hinsichtlich morphologischer Merkmale und Schwarzrost-Anfälligkeit innerhalb und zwischen natürlichen schleswig-holsteinischen Populationen von Deutschem Weidelgras zu quantifizieren.

Material und Methoden

Natürliche Populationen von Deutschem Weidelgras wurden auf 8 Dauergrünlandflächen unterschiedlicher Regionen Schleswig-Holsteins gesammelt (Tab. 1). Bei den Grünlandflächen handelte es sich vorwiegend um beweidete Bestände, die in den letzten 30 Jahren keine Nachsaat erfahren hatten. Die Sammlungen werden daher als Ökotypen-Populationen angesehen, die einem natürlichem Selektionsdruck ausgesetzt waren. Im Frühjahr 2010 wurden aus jedem Grünlandbestand bis zu 48 Pflanzen mittels eines Bohrers

entnommen und in Gefäße überführt. Daten zur Phänologie (Zeitpunkt Ährenschieben und Blüte) sowie morphologische Merkmale (Länge und Breite Fahnenblatt, Länge von oberstem Internodium und Blütenstand, Anzahl Ährchen) wurden im ersten Aufwuchs an drei Trieben je Einzelpflanze erfasst. Nach Abschluss der Blüte erfolgte eine Vereinzelnung der Pflanzen. Die Anfälligkeit gegenüber Schwarzrost wurde mittels eines in-situ-Blattsegmenttests im zweiten Aufwuchs bestimmt. Dabei wurden vier Blattabschnitte (ca 2 cm Länge) je Einzelpflanze auf Agarmedium (5,8% Agarose, 40 ppm Benzimidazol) ausgelegt. Als Inokulum wurde ein Gemisch von Uredosporen verwendet, die an 3 Standorten gesammelt worden waren. Nach 24-stündiger Inkubation in Dunkelheit bei 20 °C erfolgte die Aufstellung in Starklicht (22 °C, 60% relative Luftfeuchte, 16 h Beleuchtung). Die visuelle Bonitur des Schwarzrostbefalls wurde nach 9 Tagen entsprechend der Boniturskala von Beckmann (2010) durchgeführt.

Tab. 1: Charakterisierung der Sammelstandorte.

Standort-Nr	Ort	Landschaftsraum	Alter des Dauergrünlandes (Jahre)	pH-Wert Boden
1	Kossau	Östliches Hügelland	30	5,0
2	Barenfleth	Geest (Moor)	20	5,5
3	Haseldorf	Elbmarsch	40	k.A.
4	Kotzenbüll	Marsch	k.A.	5,1
5	Riesbriecck	Geest	30	4,4
6	Süderlügum	Geest	40	k.A.
7	Dagebüll	Marsch	50	6,2
8	Koldenbüttel	Marsch	k.A.	5,3

k.A.: keine Angabe

Die erhobenen Daten wurden mittels Hauptkomponentenanalyse (PCA) analysiert (IBM SPSS Statistics 19) mit dem Ziel, die Variation der erfassten Merkmale zu aggregieren und Hypothesen bzgl. des Einflusses der Ökotypen-Populationen auf die Ausprägung der Merkmale zu generieren. Diese Hypothesen wurden anschliessend mittels eines Tukey-Tests unter Berücksichtigung multipler Endpunkte nach Hasler und Hothorn (2011) sowie unter Annahme einer heterogenen Kovarianzstruktur geprüft (Statistisches Programmpaket R).

Ergebnisse und Diskussion

Morphologische und phänologische Merkmale stehen bekanntlich in engem Zusammenhang zur Ertragsleistung, Persistenz und Futterqualität (HAZARD & GHESQUIÈRE, 1997; YAMADA et al., 2004; MCGRATH et al., 2010). Der Termin des Ährenschiebens der Ökotypen-Populationen variierte zwischen Tag 61 und Tag 80 nach dem 1. April, was als spät bis sehr spät im Vergleich zum zugelassenen Sortenspektrum eingestuft werden kann. Die Termine von Ährenschieben und Blüte wiesen erwartungsgemäß eine positive Korrelation auf, mit einer Variation des Korrelationskoeffizienten zwischen den Populationen von 0.75 bis 0.95. Weitere positive Korrelationen konnten für die Beziehungen zwischen Ährchenzahl und Länge der Ähre (r : 0.48 - 0.70), Fahnenblattlänge und Länge der Ähre (r : 0.39 - 0.76), sowie zwischen Länge und Breite des Fahnenblattes (r : 0.48-0.82) dokumentiert werden. Die Fahnenblattbreite war insgesamt relativ gering, mit Populationsmittelwerten von 0.4 bis 0.5 cm. Negative Korrelationen ergaben sich für die Beziehung zwischen der Länge des obersten Internodiums und dem Termin des Ährenschiebens (r : -0.14 bis -0.74) sowie zwischen der Fahnenblattbreite und dem Ährenschieben (r : -0.01 bis -0.77). Die Ökotypensammlung weist somit eine erhebliche Variation auf im Hinblick auf Merkmale welche die reproduktive Leistung (Länge Ähre, Ährchenzahl) und die Futterqualität (Termin Ährenschieben, Länge und Breite Fahnenblatt) beeinflussen (MCGRATH et al., 2010). Die Ergebnisse der Studie könnten beeinflusst sein durch Effekte einer unterschiedlichen Pflanzenentwicklung vor der Sammlung sowie stressbedingt durch die Verpflanzung in Gefäße. Aufgrund der geringen Temperaturen im Frühjahr 2010 können signifikante Unterschiede in der phänologischen Entwicklung vor der Sammlung jedoch weitgehend ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse der PCA, in welche alle erfassten Merkmale eingingen, belegen, dass über drei Hauptachsen 76.2% der gesamten Variabilität (Achse 1: 36.9%, Achse 2: 26.8%, Achse 3: 12.4%) erklärt werden konnten. Die erste Achse brachte hauptsächlich morphologische Eigenschaften zum Ausdruck (Länge Ähre, Ährchenzahl, Länge oberstes Internodium, Länge und Breite Fahnenblatt), während die zweite Achse hauptsächlich durch die Termine von Ährenschieben und Blüte dominiert wurde und die Schwarzrost-Anfälligkeit den wichtigsten Beitrag zur dritten Achse erbrachte. Stellt man die Gruppierung der Ökotypen entlang von Achse 1 und Achse 2 dar (Abb. 1, links), wird eine deutliche Differenzierung der Populationen hinsichtlich der Koordination deutlich. Populationen 4 und 8 gruppierten hauptsächlich im oberen Teil des Biplots, während Populationen 1, 3, und 7 eher im unteren Teil lokalisiert waren, was auf ein unterschiedliches Blühverhalten hinweist. Darüber hinaus tendierte Population 5 zu hohen Ladungen auf der zweiten Achse wohingegen Populationen 4 und 6

eher geringe Ladungen aufwiesen, was Unterschiede in der Morphologie vermuten lässt. Die Gruppierung der Ökotypen entlang von Achse 1 und Achse 3 (Abb. 1, rechts) bzw. Achse 2 und Achse 3 (nicht dargestellt) zeigt Unterschiede im Anteil Schwarzrost-anfälliger Genotypen. Hier zeichnete sich Population 3 durch einen höheren Anteil (17.1%) von Pflanzen mit einer geringen Anfälligkeit (≤ 3.0 , Grundlage 1-9 Boniturskala) im Vergleich zu den restlichen Populationen (0-9.5%) aus.

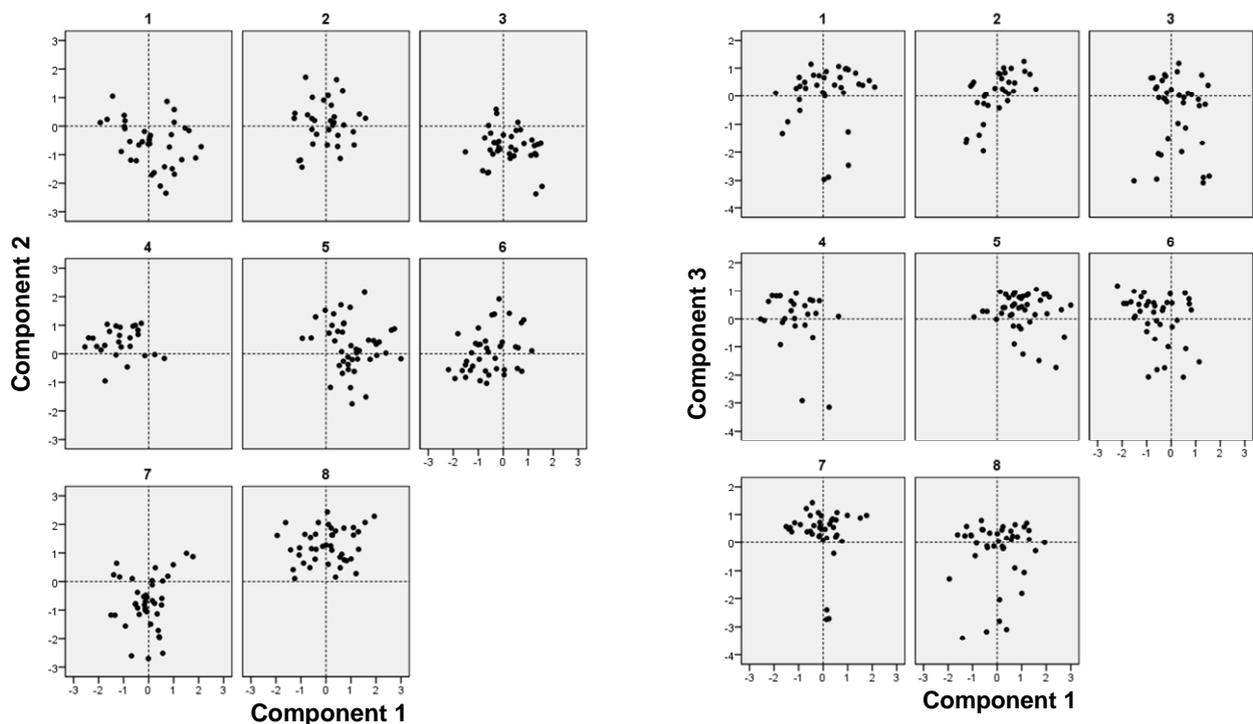


Abb. 1: Gruppierung der Ökotypen entlang der ersten und zweiten (links) bzw. entlang der ersten und dritten Hauptachse. Die Zahlen oberhalb der Biplots benennen die Ökotypen-Populationen.

Die Ergebnisse der PCA konnten bestätigt werden durch multiple Kontrasttests, wie in Tabelle 2 exemplarisch für den Termin Ährenschieben, Breite Fahnenblatt und Länge der Ähre dargestellt. Unterschiede in der Anfälligkeit gegenüber Schwarzrost zwischen den Ökotypen-Populationen konnten jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

Tab. 2: Adjustierte p-Werte der multiplen Kontrasttest (A) Termin Ährenschieben, (B) Breite Fahnenblatt, and (C) Länge der Ähre.

A	Popul. 2	Popul. 3	Popul. 4	Popul. 5	Popul. 6	Popul. 7	Popul. 8
Popul. 1	0.090	1.000	<0.001	0.994	<0.001	1.000	<0.001
Popul. 2		0.002	0.001	0.989	0.494	0.446	<0.001
Popul. 3			<0.001	0.473	<0.001	0.964	<0.001
Popul. 4				<0.001	0.472	<0.001	1.000
Popul. 5					0.001	1.000	<0.001
Popul. 6						<0.001	0.034
Popul. 7							<0.001
B	Popul. 2	Popul. 3	Popul. 4	Popul. 5	Popul. 6	Popul. 7	Popul. 8
Popul. 1	1.000	1.000	0.081	0.737	0.141	0.727	1.000
Popul. 2		1.000	0.019	0.323	0.025	0.422	1.000
Popul. 3			<0.001	0.964	<0.001	0.005	0.824
Popul. 4				<0.001	1.000	0.999	0.181
Popul. 5					<0.001	<0.001	0.026
Popul. 6						1.000	0.291
Popul. 7							0.018
C	Popul. 2	Popul. 3	Popul. 4	Popul. 5	Popul. 6	Popul. 7	Popul. 8
Popul. 1	1.000	0.999	0.800	0.002	0.998	0.939	0.047
Popul. 2		1.000	0.997	<0.001	1.000	1.000	0.001
Popul. 3			1.000	<0.001	1.000	1.000	<0.001
Popul. 4				<0.001	1.000	1.000	<0.001
Popul. 5					<0.001	<0.001	1.000
Popul. 6						1.000	<0.001
Popul. 7							<0.001

Schlussfolgerungen

Die Studie belegt eine beachtliche Variation im Blühverhalten und in morphologischen Eigenschaften zwischen und innerhalb der acht untersuchten Ökotypen-Population von Deutschem Weidelgras. Die Bewertung der Ökotypen wird unter Feldbedingungen wiederholt, um Ökotypen selektieren zu können, die für züchterische Aktivitäten von Interesse sind. Die beobachtete Variation hinsichtlich der Anfälligkeit gegenüber Schwarzrost wird mittels molekulargenetischer Methoden näher charakterisiert.

Literatur

- BECKMANN, K. (2010): Entwicklung eines In-vitro-Resistenztests für den Erreger des Schwarzrostes (*Puccinia graminis* ssp. *graminicola*) an Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.) und molekulare Charakterisierung eines dominanten Resistenzgens. Dissertation. Universität Göttingen.
- BOLARIC, S., BARTH, S., MELCHINGER, A.E. & POSSELT, U.K. (2005): Molecular genetic diversity within and among German genotypes in comparison to European perennial ryegrass cultivars. *Plant Breeding* 124, 257-262.
- HASLER, M. und HOTHORN, L.A. (2011): A Dunnett-type procedure for multiple endpoints. *The International Journal of Biostatistics* 7, <http://www.bepress.com/ijb/vol7/iss1/3>.
- HAZARD, L. und GHESQUIÈRE, M. (1997): Productivity under contrasting cutting regimes of perennial ryegrass selected for short and long leaves. *Euphytica* 95, 295-299.
- MCGRATH, S., HODKINSON, T.R., CHARLES, T.M., ZEN, D.G. & BARTH, S. (2010): Variation in inflorescence characters and inflorescence development in ecotype and cultivars of *Lolium perenne* L. *Grass and Forage Science* 65, 398-409.
- PFENDER, W. (2009): A damage function for stem rust of perennial ryegrass seed crops. *Phytopathology* 99, 498-505.
- YAMADA, T., JONES, E.S., COGAN, N.O.I., VECCHIES, A.C., NOMURA, T., HISANO, H., SHIMAMOTO, Y., SMITH, K.F., HAYWARD, M.D. & FORSTER, J.W. (2004): QTL analysis of morphological, developmental, and winter hardiness-associated traits in perennial ryegrass. *Crop Science* 44, 925-935.