

Variation für das Merkmal Trockentoleranz in Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.)

Westermeier, P.¹, Wosnitza, A.¹, Willner, E.², Feuerstein, U.³, Luesink, W.⁴, Schulze, S.⁵,
Schum, A.⁶ & Hartmann, S.¹

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 4, 85354 Freising; ² IPK Gatersleben, Inselstr. 9, 23999 Malchow/Poel; ³ Deutsche Saatveredelung AG, Steimker Weg 7, 27330 Asendorf; ⁴ Norddeutsche Pflanzenzucht H.-G. Lembke KG, Inselstr. 15, 23999 Malchow/Poel; ⁵ Saatzucht Steinach GmbH & Co KG, Station Bornhof, Klockower Straße 11, 17219 Bocksee; ⁶ JKI – Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Rudolf-Schick-Platz 4, 18190 Groß Lüsewitz
peter.westermeier@LfL.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Die Auswirkungen des globalen Klimawandels und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die pflanzliche Produktion sind gegenwärtig und zukünftig eine der großen Herausforderungen der Agrarforschung. Es wird erwartet, dass global betrachtet die Durchschnittstemperaturen zwischen 2 und 3°C steigen werden und es damit einhergehend zu Änderungen in der zeitlichen und örtlichen Niederschlagsverteilung kommt, mit örtlichen Rückgängen zwischen 20 und 40% (IPCC, 2007). Auf Bayern bezogen wird prognostiziert, dass die Niederschlagsmenge im Sommerhalbjahr um ca. 10% zurückgehen wird, mit einer deutlichen Zunahme der Trockentage im Sommerhalbjahr (LFU, 2012). Gerade die bedeutendste Gräserart Mitteleuropas, das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne* L.) zeigt sich im Anbau wenig trocken tolerant, was bereits heute in trockenen Gebieten den Anbau von Weidelgras einschränkt. Im Zuge der prognostizierten klimatischen Verschiebungen dürften sich diese Probleme noch verstärken und flächenmäßig ausweiten. Da technische Maßnahmen, wie eine künstliche Bewässerung gerade in Grünland oft nicht möglich und wirtschaftlich erscheinen, besteht eine mögliche Lösung darin, Sorten mit verbesserter Trockentoleranz zu entwickeln. Da das Deutsche Weidelgras ein weites geographisches Verbreitungsgebiet von Nordeuropa bis hin zum Nahen Osten besitzt, kann angenommen werden, dass für das Merkmal Trockentoleranz natürliche Variation existiert.

Der Mechanismus der Stressvermeidung ist einer von mehreren Möglichkeiten, wie Pflanzen mit Trockenstress umgehen. Stressvermeidung scheint besonders dazu geeignet, die prognostizierten, zeitlich begrenzten Trockenphasen mit möglichst wenig Beeinträchtigung des Ertragspotentials zu überstehen. Zugleich ist für diese Mechanismen häufig natürliche genetische Variation innerhalb der Arten zu finden. Daher erscheint eine dahingehende züchterische Optimierung besonders erfolgversprechend. Zu nennen sind hier u.a. die Verringerung der Transpirationsrate durch gezieltes Schließen der Stomata oder die Forcierung des Wurzelwachstums, um tieferliegende Wasserreservoirs im Boden zu erschließen. Bei perennierenden Pflanzenarten, wie dem Deutschen Weidelgras kommt dazu noch das Wiederaustriebsvermögen nach einer Trockenphase, d.h. nach einer Trockendormanzphase möglichst rasch wieder zu ergrünen und neue Biomasse aufzubauen (KEMP and CULVENOR 1994; LELIÈVRE and VOLAIRE, 2009).

Material und Methoden

In einem zweijährigen Rain-out Shelterversuch (2013 und 2014) wurden 56 vorgeprüfte Akzessionen unter semi-kontrollierten Bedingungen in Foliengewächshäusern auf ihre Trockentoleranz hin untersucht. Die Prüfungen wurden an zwei Orten (Kaltenhof und Pulling) in jeweils zwei Wiederholungen (RCB-Design) durchgeführt. Das geprüfte Sortiment umfasste 45 Akzessionen von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.; 17 Wildsammlungen aus Nord-, Mittel- und Osteuropa, so-

wie historischen Sorten aus der Sammlung des IPK Gatersleben; 28 aktuelle Sorten und Sortenkandidaten), ergänzt durch je 2 Vertreter der trockenoleranteren Arten Wiesenschwingel [*Festuca pratensis* HUDS.], Rohrschwingel [*Festuca arundinacea* SCHREB.], sowie 7 *Festulolium spec.*). Die Parzellen setzten sich aus je 20 Einzelpflanzen zusammen. Dazu wurden pro Akzession 40 Individuen verklont, so dass an beiden Standorten die identischen Genotypen geprüft werden konnten. In beiden Jahren wurden zwei Trockenstressphasen im Frühjahr und im Frühsommer simuliert. Vor jedem Schnitttermin wurde die Menge des Biomasseaufwuchses visuell auf einer Skala von 1-9 bonitiert, mit 9 für einen maximalen Aufwuchs (MBVSC). Bei Auftreten von Trockenstress wurde die Trockenstressreaktion der Pflanzen (Welke, Blattrollen, Verbräunen) auf einer Skala von 1-9 visuell bonitiert mit der Note 9 für die maximale Ausprägung von Trockenstresssymptomen (DURESD). Die visuellen Merkmale wurden auf Einzelpflanzenbasis erfasst, die Ertragsparameter (Frischmasse, Trockensubstanzgehalt, Trockenmasse) basieren auf der gemeinsamen Ernte von jeweils 20 Pflanzen in einer Wiederholung.

Ergebnisse und Diskussion

Die in den Rain-out Shelters in Kleinparzellen á 20 Pflanzen durchgeführten visuellen Erhebungen konnten aufgrund des besonderen Versuchsdesigns auf Einzelpflanzenbasis erhoben werden. Durch die Behandlung mit zwei Trockenstressphasen pro Jahr kam es hier zu einer starken Differenzierung des Materials, die neben der visuellen Trockenstressantwort und dem Massenaufwuchs auch in der Anzahl überlebender Pflanzen (AZ) erfasst werden konnte. Tab. 1 zeigt die für die Merkmale DURESD, MBVSC und AZ in beiden Versuchsjahren festgestellten Wiederholbarkeiten, bzw. Heritabilitäten.

Tab. 1: Wiederholbarkeiten in den Einzelortauswertungen und Heritabilitäten von ausgewählten Merkmalen in den Rain-out Shelterversuchen in den Jahren 2013 und 2014.

Merkmal	PUL		KAL		PUL + KAL	
	rep 2013	rep 2014	rep 2013	rep 2014	h ² 2013	h ² 2014
MBVSC1	33,5	74,3	35,1	82,3	63,4	91,1
MBVSC2	53,6		29,2	81,4	55,2	
MBVSC3	73,1	70,5	47,0	82,6	72,1	79,9
MBVSC4	79,9	67,4	71,8	78,7	68,0	80,8
MBVSC5	66,2	66,2	73,0	83,4	77,6	81,4
MBVSC6	82,2		70,0	81,8	79,5	
AZ1	20,9	78,9	33,5	43,6	72,6	76,2
AZ2	22,7	66,0	29,7	66,5	78,9	75,1
AZ3	55,0	61,9	23,1	77,6	71,9	75,7
AZ4	67,0	53,9	27,7	82,9	64,8	78,4
AZ5	76,8	58,6	35,0	82,0	59,9	79,2
AZ6	78,1		40,8	81,3	69,2	
DURESD1	0,0		24,9	20,3	-	
DURESD2	84,7	71,0	39,4	42,6	30,9	0,0

Merkmale: MBVSC, – Massenbildung vor Schnitttermin 1 - 6; AZ – Anzahl überlebender Pflanzen zu den Schnittterminen 1 – 6; DURESD – visuelle Trockenstressbonitur in Trockenstressphase 1 bzw. 2

PUL: Standort Pulling / Freising; KAL: Standort Kaltenhof; rep: Wiederholbarkeit [%]; h²: Heritabilität [%]

Die zunehmende Differenzierung der Akzessionen zeigte sich u.a. bei der Betrachtung der Anzahl überlebender Pflanzen im zeitlichen Verlauf der beiden Versuchsjahre (Abb. 1). Besonders deutlich war die Differenzierung in der Gruppe der diploiden Weidelgräser zu sehen, wobei die fünf Extrema mit der höchsten und niedrigsten Überlebensrate klar zwei Gruppen bildeten. In der tetraploiden Materialgruppe war der Abstand zwischen höchster niedrigster Überlebensrate deutlich

geringer. Ein Grund dafür könnte sein, dass in der diploiden Gruppe alle Genbank-Akzessionen zu finden waren, die neben historischem Sortenmaterial auch unselektiertes Material aus Wildsammungen verschiedenster Habitats enthielt, vermutlich darunter auch aus gut wasserversorgten Gebieten mit ausgesprochen geringer Trockentoleranz. Die tetraploide Gruppe umfasste im Gegensatz dazu ausschließlich selektiertes Sortenmaterial und Sortenkandidaten, die neben Biomasseertrag u.a. auch auf allgemeine Ausdauerfähigkeit selektiert wurden. Gleichwohl gibt es in der Literatur Hinweise, dass tetraploides Material *per se* eine größere Toleranz gegenüber abiotischen Stressfaktoren besitzt (Liu *et al.* 2011), so dass auch dieser Effekt hier eine Rolle spielen kann. Betrachtet man die visuelle Bonitur des Biomasseaufwuchses, fällt auch hier im Zeitverlauf eine zunehmende Differenzierung auf (Abb. 2). Deutlich erkennbar sind hier die Rückgänge in der Massenbildung zu den Trockenstressterminen. Während sich die toleranten Akzessionen nach der Wiederbewässerung rasch erholen konnten und zügig wieder mit dem Biomasseaufbau begonnen, konnten sich anfällige Akzessionen nur zögerlich erholen und erreichten nicht mehr die Biomasseproduktion vor der Stressbehandlung. Hervorzuheben ist, dass die Zahl der Pflanzen bei den Schwingelarten über die Versuchsdauer weitgehend konstant blieb, jedoch im zweiten Jahr die beiden Wiesenschwingelarten in der Biomassebildung zurückfielen, während die Rohrschwingelarten sich nach wie vor auf dem Niveau des ersten Versuchsjahres bewegten. Ebenso konnte bei den *Festulolii* im zweiten Versuchsjahr eine starke Differenzierung beobachtet werden. Hexaploide *Festulolii* (11, 16 und 17) mit phänotypischer Ähnlichkeit zu Rohrschwingel zeigten dabei die besten Werte, analog zu den reinen Rohrschwingeln. Tetraploides *Festulolium* (13; Kreuzung Deutsches Weidelgras x Rohrschwingel) zeigte in der Biomassebildung ein ähnliches Verhalten wie diploides Weidelgras und *Festulolium* 18 (Kreuzung Welsches Weidelgras x Rohrschwingel; phänotypisch ähnlich zu Welschem Weidelgras) gehörte zu den anfälligsten in dieser Gruppe mit sehr verhaltenem Wiederaustrieb. Die beiden diploiden *Festulolii* 201 und 202 (F₁-Hybriden aus der Kreuzung Deutsches Weidelgras x Wiesenschwingel) verhielten sich bezüglich des Wiederaustriebs ähnlich den Rohrschwingeltypen-*Festulolii*.

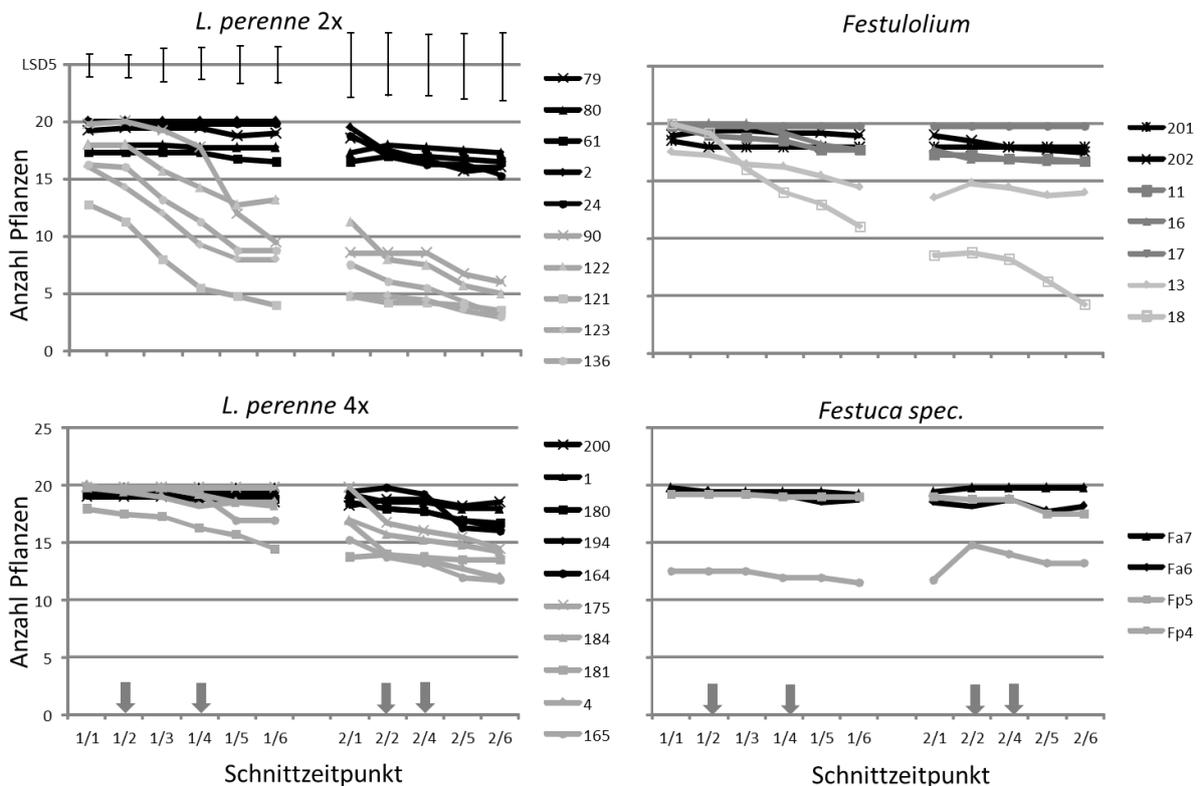


Abb. 1: Anzahl überlebender Pflanzen im Rain-out Shelterversuch im Verlauf der Versuchsjahre 2013 (Schnitttermine 1/1 bis 1/6) und 2014 (Schnitttermine 2/1 bis 2/6) in verschiedenen Materialgruppen, adjustierte Mittelwerte aus den Versuchsstandorten Freising und Kaltenhof. Für die diploiden (*L. perenne* 2x) und tetraploiden (*L. perenne* 4x) Weidelgrasakzessionen sind jeweils die fünf Extrema dargestellt. Die Pfeile kennzeichnen die Trockenstressphasen.

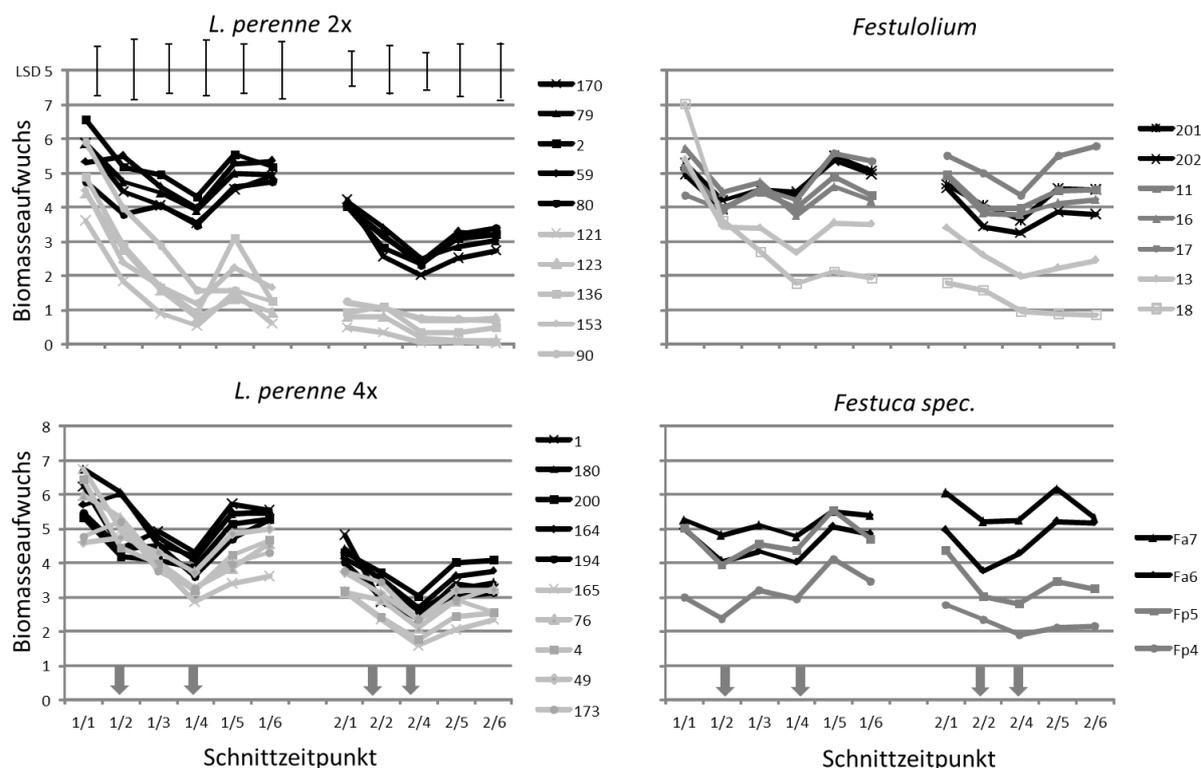


Abb. 2: Visuelle Bonitur des Massenaufwuchses im Verlauf der Versuchsjahre 2013 (Schnitttermine 1/1 bis 1/6) und 2014 (Schnitttermine 2/1 bis 2/6) in verschiedenen Materialgruppen, adjustierte Mittelwerte aus den Versuchsstandorten Freising und Kaltenhof. Für die diploiden (*L. perenne* 2x) und tetraploiden (*L. perenne* 4x) Weidelgrasakzessionen sind jeweils die fünf Extrema dargestellt. Die Pfeile kennzeichnen die Trockenstressphasen.

Schlussfolgerungen

Eine große Variation für die Merkmale Trockenstressreaktion, Biomasseaufwuchs und Anzahl überlebender Pflanzen konnte sowohl innerhalb, als auch zwischen den untersuchten Akzessionen festgestellt werden. Die Selektion auf Genotypen mit einer guten Regenerationsfähigkeit nach einer zeitlich begrenzten Trockenphase scheint eine der zielführendsten Strategien zu sein, den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels zu begegnen. Im Rahmen der Rain-out Shelterversuche konnten Einzelklone mit divergierender Trockenstressantwort selektiert werden, die dazu genutzt werden sollen, für dieses Merkmal spaltende Kreuzungspopulationen aufzubauen. Diese sollen in Folgeprojekten dazu genutzt werden, die morphologischen und physiologischen Hintergründe der Trockentoleranz aufzuklären und darüber hinaus in Verbindung mit molekularen DNA-Markern zukünftig eine Marker-gestützte Selektion ermöglichen.

Literatur

- IPCC (2007): Climate Change 2007 – Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge/NY.
- KEMP D.R. and CULVENOR R.A. (1994): Improving the grazing and drought tolerance of temperate perennial grasses. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 37, 365-378.
- LELIÈVRE F. and VOLAIRE F. (2009): Current and potential development of perennial grasses in rainfed mediterranean farming systems. *Crop Science* 49, 2371-2378.
- LFU (2012): Der Klimawandel in Bayern – Auswertung regionaler Klimaprojektionen - Klimabericht Bayern. Hrsg. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) Augsburg 07/2012.
- LIU S., CHEN S., CHEN Y., GUAN Z., YIN D. & CHEN F. (2011:) In vitro induced tetraploid of *Dendrothema nankingense* (Nakai) Tzvel. shows an improved level of abiotic stress tolerance. *Scientia Horticulturae* 127, 411-419.