

Regenerationsfähigkeit verschiedener Rasengräser nach Trockenstresseinwirkung

D. Ebeling¹⁾, J. Köhler¹⁾, L. Breitsameter²⁾, J. Isselstein¹⁾

¹⁾ Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Graslandwissenschaft, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, von-Siebold-Straße 8, 37075 Göttingen;

²⁾ Zentrum für Biodiversität und Nachhaltige Landnutzung, Sektion Landwirtschaft und Umwelt; Grisebachstr. 6, 37077 Göttingen

dorothee.ebeling@agr.uni-goettingen.de

1 Einleitung

Trockenstress ist einer der stärksten limitierenden Faktoren für das Pflanzenwachstum [1]. Trockenperioden sind in den letzten Jahren immer häufiger aufgetreten [3]. Rasenflächen sind von hoher Bedeutung für das Landschafts- und Stadtbild und werden ebenso für ihre Funktion in Sportanlagen geschätzt. Ein gesundes Rasenwachstum steht dabei unmittelbar im Zusammenhang mit einer guten Wasserverfügbarkeit. In diesem Versuch wurden Auswirkungen von Trockenstress auf verschiedene Rasengräser untersucht. Zielgrößen waren die oberirdische Biomasse, die vertikale Wurzelverteilung und der dry matter production index [1]. Der Fokus lag dabei auf der Regenerationsfähigkeit der Gräser nach einer mehrwöchigen Trockenstressphase.

2 Material und Methoden

Für die Untersuchung wurde ein Topfversuch an der Universität Göttingen von April bis November 2012 durchgeführt. Der Versuch folgte einem zweifaktoriellen Design mit insgesamt drei Erntezeitpunkten (7. Aug., 17. Sept. und 31. Okt.). Monokulturen von *Agrostis stolonifera* L. Barifera, *Festuca arundinacea* Schreb. Mustang, *Festuca rubra* L. Rossinante, *Loilium perenne* L. Bargold, *Poa pratensis* s. str. Julius und *Poa supina* Schrad. Supreme sind zwei Stufen von Wasserverfügbarkeit (volumetrischer Wassergehalt) ausgesetzt worden (Trockenstress und Kontrolle). Nach einer eingehenden Pflanzenentwicklungsphase folgten eine Trockenstress- und eine abschließende Regenerationsphase (18, 5.5 und 6.5 Wochen). Betrachtet werden die Daten der Trockenstress- sowie der Regenerationsernte. Um eine bessere Gewöhnung der Gräser zu erreichen, ist die Trockenstressbehandlung in drei aufeinanderfolgenden Intensitätsstufen durchgeführt worden (pF 1.8 – 2.3, 2.3 – 4.2 und 2.6 – 4.2). Als Pflanzgefäße dienten PVC-Rohre (30 cm Höhe), die in vier vollständig randomisierten Blöcken aufgestellt wurden. Als Bodenmaterial diente ein Erde-Sand-Gemisch, für welches eine Wasserhaltekurve (pF-Kurve) ermittelt wurde. Die exakte Bewässerung erfolgte mit einer Spritze über jeweils zwei Zugänge, die in 12 und 14 cm Höhe an den Töpfen angebracht waren. Die Ernten erfolgten destruktiv; die komplette Spross- und Wurzelmasse wurde entnommen; die jeweils übrigen Töpfe wurden auf eine Narbenhöhe von drei cm zurückgeschnitten. Zielgrößen waren die oberirdische Biomasse, die vertikale Wurzelverteilung sowie der „Dry matter production index“ (DMPI, [1]). Er wird ausgedrückt als Quotient aus der Trockenmasse der behandelten Pflanzen und der Trockenmasse der Kontrollen und ist separat ermittelt worden für den gesamten oberirdischen Aufwuchs und den zugewachsenen Ertrag. Wurzelmassen sind separat für drei Bodentiefen ermittelt worden (0-8, 8-18 und 18-28 cm). Die statistische Datenauswertung erfolgte mit [7] Effekte der Faktoren Grasart und Behandlung sind als zweifaktorielle ANOVA, Daten des DMPI als

einfaktorielle ANOVA gerechnet worden (Faktor Grasart). Mittelwerte der Daten von behandelten und Kontrollpflanzen wurden innerhalb einer Grasart jeweils für die Trockenstress- und Regenerationsphase separat mittels t-Test verglichen. Für die Auswertung der Wurzelmassenverteilung wurden die Werte wurzeltransformiert.

3 Ergebnisse und Diskussion

Biomasse und Spross-Wurzel-Verhältnis

Am Ende der Trockenstressphase wurden Effekte der Behandlung ($p = 0,001$) für die gesamte oberirdische Sprossmasse nachgewiesen. Mit Ausnahme von *P. supina* hatten alle Arten eine reduzierte Sprossmasse, wobei dies für *A. stolonifera* und *L. perenne* marginal signifikant war ($p = 0,08$ und $p = 0,05$). Nach der Regenerationsphase lagen signifikante Artunterschiede ($p = 0,001$) und auch eine signifikante Interaktion der beiden Faktoren ($p = 0,006$) vor. Zuvor wasserlimitierte Pflanzen der Arten *F. rubra* und *P. supina* hatten signifikant höhere Sprossmassen als die Kontrollpflanzen ($p = 0,04$ und $p = 0,02$).

Bei den Wurzelmassen zeigten sich ebenso signifikante Effekte der Trockenstressbehandlung ($p = 0,001$). Unmittelbar nach der Trockenstressphase war die Wurzelmasse bei *F. rubra* um 20 % verringert ($p = 0,02$). Am Ende der Regenerationsphase waren innerhalb der Arten bei *F. arundinacea* und *L. perenne* für zuvor Trockenstress ausgesetzten Pflanzen eine Tendenz zu einer reduzierten Wurzeltrockenmasse zu finden ($p = 0,08$ für beide).

Das Spross-Wurzel-Verhältnis war nach der Trockenstressperiode signifikant reduziert für *A. stolonifera* ($p = 0,005$), begründet durch den Rückgang der Sprossmasse. Zuvor trockengestresste Pflanzen der Arten *F. rubra* ($p = 0,05$) und *P. supina* ($p = 0,01$) hatten am Ende der Regenerationsphase signifikant höhere Spross-Wurzel-Verhältnisse als ihre Kontrollen (um 18 und 32 %).

Tab. 1: Trockenmassen von Spross und Wurzel sowie das Spross-Wurzel-Verhältnis von 6 verschiedenen Grasarten (g TM / Topf) bei Trockenstressbehandlung und guter Wasserversorgung (Kontrolle), am Ende einer Trockenstressphase (5,5 Wo.) und am Ende der folgenden Regenerationsphase (6,5 Wo.) bei guter Wasserversorgung. Signifikante Effekte der Behandlung innerhalb einer Art und Phase sind mit * gekennzeichnet.

T-Test (95% Konfidenzintervall) ***: $P < 0,001$; **: $0,001 < P < 0,01$; *: $0,01 < P < 0,05$

		Trockenstress				Regeneration			
		H ₂ O-limitiert		Kontrolle		H ₂ O-limitiert		Kontrolle	
TM Spross (g*Topf-1)	Agst	5,77	±1,20	7,33	±0,52	5,14	±0,38	5,12	±0,10
	Fear	6,33**	±0,90	8,10**	±1,13	5,37	±0,33	5,70	±0,53
	Feru	5,37*	±0,20	6,88*	±0,48	4,09*	±0,19	3,66*	±0,09
	Lope	5,84	±0,33	7,39	±0,80	4,54	±0,47	5,10	±0,64
	Popr	7,40*	±0,66	8,57*	±0,53	5,04	±0,16	4,74	±0,12
	Posu	6,83	±0,10	7,07	±0,43	5,97*	±0,57	4,85*	±0,87
Spross-Wurzel- Verhältnis	Agst	1,82**	±0,40	2,35**	±0,31	1,50	±0,17	1,35	±0,22
	Fear	1,42	±0,08	1,62	±0,25	0,96	±0,13	0,85	±0,03
	Feru	1,47	±0,10	1,50	±0,15	0,82*	±0,10	0,68*	±0,07
	Lope	1,55	±0,15	1,65	±0,22	0,90	±0,12	0,84	±0,11
	Popr	2,32	±0,12	2,54	±0,21	1,50	±0,20	1,26	±0,08
	Posu	2,35	±0,21	2,20	±0,17	1,88*	±0,15	1,28**	±0,05

*

Dry matter production index (DMPI)

Der DMPI der gesamten Sprossmasse war am Ende der Trockenstressphase signifikant verschieden zwischen den Grasarten ($p < 0,05$). Es gab jedoch keine signifikanten Artunterschiede im zuge wachsenen Trockenmasseertrag. Nach der Regenerationsphase fanden sich Artunterschiede im DMPI sowohl für den gesamten Aufwuchs ($p < 0,001$) als auch für den Zuwachs ($p < 0,05$). Am Ende der Trockenperiode zeigte *P. supina* mit einem DMPI von 96,8 % kaum eine Beeinträchtigung im Biomasseaufbau, wohingegen *F. arundinacea* mit einem DMPI von 78,1 % deutlich weniger Biomasse bildete. Nach der Regenerationsphase hat *P. supina* sowohl den höchsten DMPI in der gesamten Sprossmasse (125 %) als auch den höchsten DMPI im Zuwachs (133 %) und hat damit mehr Biomasse produziert, als die Kontrollpflanzen. Dieser Effekt trat, mit Ausnahme von *L. perenne* und *F. arundinacea* (DMPI gesamte TM), bei allen Arten auf und gibt einen Hinweis auf eine Überkompensation der zuvor wasserlimitierten Pflanzen. Die zuvor Trockenstress ausgesetzten Pflanzen von *L. perenne* lagen auch nach der Regenerationsphase unter dem Niveau der Kontrollpflanzen (90 % für die gesamte Sprossmasse und 88 % für den Zuwachs).

Vertikale Wurzelverteilung

Trockenstress hatte einen signifikanten Einfluss auf die vertikale Verteilung der Wurzelmasse im Pflanzgefäß, der sich in einem höheren Anteil von Wurzelmasse in der mittleren, wasserführenden Schicht äußerte. Nach der Trockenstressphase befanden sich bei *L. perenne* 5 % mehr Wurzelmasse in der wasserführenden Schicht ($p = 0,009$). Der Effekt war ebenfalls bei *F. rubra* (4 %) und *P. pratensis* (5 %) zu finden ($p = 0,031$ und $p = 0,049$). Dies könnte auf eine Adaption der Grasarten an Trockenheit hinweisen. *F. rubra* wies nach der Trockenperiode in der oberen Bodenschicht einen signifikant geringeren Wurzelmasseanteil ($p = 0,055$) auf. Am Ende der Regenerationsphase waren signifikante Effekte der Trockenstressbehandlung lediglich bei *F. rubra* in der oberen Bodenschicht zu finden ($p = 0,012$).

Trockenstress bewirkt eine Anpassung der Gräser, die sich vor allem durch die Reduzierung der oberirdischen Biomasseproduktion äußert. Dabei ist diese Reaktion stärker am Zuwachs (nach dem Schnitt) zu erkennen als an der gesamten Sprossmasse, da die Plastizität der Triebe geringer ist als blattmorphologische Merkmale [6]. Nach einer Regenerationsphase von 6,5 Wochen war mit Ausnahme von *L. perenne* keine negative Beeinflussung der zuvor wasserlimitierten Pflanzen zu erkennen. Es trat sogar eine Überkompensation auf, die sich bei vieltriebigen Arten nicht nur im DMPI sondern auch im höheren Spross-Wurzel-Verhältnis zeigte. [10] konnten zudem einen „Memory-effect“ finden, der den Gräsern zu einer schnelleren Reaktion auf einen erneuten Trockenstress verhilft.

Für eine Bewertung der Grasarten müssen sowohl die Anpassungsfähigkeit während der Trockenstresseinwirkung als auch die Regenerationsfähigkeit betrachtet werden. *P. supina* wies dabei kaum eine Reduzierung der Sprossmasse auf, zeigte aber gleichzeitig den stärksten Kompensationswuchs. Ähnlich verhielt sich *P. pratensis*, wohingegen *A. stolonifera* und *F. rubra*, trotz einer guten Regenerationsfähigkeit, unmittelbar nach der Trockenperiode eine stärker reduzierte Sprossmasse aufwiesen.

4 Schlussfolgerungen

Der Versuch zeigt, dass mit Ausnahme von *L. perenne* eine Reduzierung der Trockenmasseproduktion während einer mehrwöchigen Trockenperiode nach Beendigung der Wasserlimitierung von den meisten untersuchten Grasarten schnell wieder aufgeholt und sogar überkompensiert werden konnte. Für das Rasenmanagement relevante Artunterschiede ergeben sich auch aus der Anpassung unmittelbar in der Trockenperiode, in welcher *P. supina* und *P. pratensis* mit einer fast unveränderten Biomassebildung die beste Leistung gezeigt haben. Für eine Bewertung der Grasarten sollten weitere (Freiland-) versuche mit mehrmaligen Trockenstressphasen durchgeführt werden. Eine schnelle

morphologische Anpassung bei gleichzeitiger Erhaltung der Funktion des Rasens ist dabei wünschenswert.

5 Literatur

- [1] Bahrani, M. J., Bahrami, H., Haghighi, A. and Akbar, K. (2010): Effect of water stress on ten forage grasses native or introduced to Iran. *Grassland Science* 56, 1–5.
- [2] Beierkuhnlen, C., Thiel, D. Jentsch, A., Willne, E. and Kreyling, J. (2011): Ecotypes of European grass species respond differently to warming and extreme drought. *Journal of Ecology* 2011, 703–713.
- [3] Breitsameter, L., Wrage, N., Isselstein, J. (2012): Regeneration nach Trockenstress und morphologische Anpassung an Wassermangel bei fünf Arten von Futtergräsern. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 13 “Energetische Nutzung von Grünlandaufwüchsen“, 198-203.
- [4] R Development Core Team (2011): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.Rproject.org>.
- [5] Salman, A., Avcioğlu, R., Öztarhan, H., Cevheri, A. C. and Okkaoğlu, H. (2011): Performances of different cool season turf grasses and some mixtures under mediterranean environmental condition. *International Journal of Agriculture and Biology* 13, 529–534.
- [6] Walter, J., Nagy, L., Hein, R., Rascher, U., Beierkuhnlein, C., Willner, E. and AJentsch, A. (2012): Do plants remember drought? Hints towards a drought-memory in grasses. *Environmental and Experimental Botany* 71, 34–40.