

Der Einfluss simulierter Trockenperioden auf den Futterwert von Grünlandprodukten

M. Hoffstätter-Müncheberg¹⁾, M. Merten²⁾, M. Kayser²⁾, N. Wrage-Mönnig³⁾. und J. Isselstein¹⁾

¹⁾Georg-August Universität, Institut Graslandwissenschaften, D-37073 Göttingen

²⁾Georg-August Universität, Institut Graslandwissenschaften, D-49377 Vechta

³⁾Fakultät Life Sciences, Hochschule Rhein-Waal, D-47533 Kleve

1 Einleitung und Problemstellung

Im Zuge des Klimawandels werden Trockenperioden in Niedersachsen mit einer größeren Häufigkeit erwartet ([5], [2]). Trockenereignisse verringern gemeinhin die agrarische Pflanzenproduktion [3] und können negative Auswirkungen auf die Futterqualität haben [7]. Da die Milchproduktion einen wichtigen Zweig der Agrarwirtschaft Niedersachsens darstellt [6] ist im Zuge des Klimawandels eine vorausschauende Sicherstellung der Produktionsleistung und Futterqualität von Grünland eine wichtige Grundlage für die zukünftige Agrarwirtschaft. Um den Einfluss von Trockeneignissen auf die Qualität von Raufutter für Wiederkäuer zu ermitteln, simulierten wir Frühjahrs- und Sommertrockenperioden auf etabliertem Dauergrünland in drei Regionen Niedersachsens, da Dauergrünland auf andere Weise als angesäte oder nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen auf Trockenstress reagieren kann [4]. Diversität, Artenzusammensetzung und die Nährstoffversorgung bestimmen die Futterqualität von Dauergrünland mit ([9], [1]), inwieweit sie den Einfluss von Trockenstress auf die Futterqualität modifizieren können, wurde in der vorliegenden Studie geprüft.

2 Material und Methoden

Durch das Aufstellen von Regendächern auf drei typischen Dauergrünlandstandorten Niedersachsens (Niederungslage Hügelland, nordwestliches Tiefland, submontane Lage) über 5 Wochen wurden starke Frühjahrs- und Sommertrockenperioden simuliert. Die botanische Zusammensetzung wurde auf der Hälfte der Plots durch Ausbringung von Herbiziden gegen Dikotyle manipuliert, um den Einfluss der Diversität (hier: divers Ø 18 % Dikotyle vs. grasdominiert Ø 3 % Dikotyle) zu erfassen. Auch der Einfluss von Stickstoffdüngung (90 vs. 0 kg ha⁻¹ a⁻¹) wurde geprüft. Die Proben wurden in den niederen Lagen zeitgleich und am submontanen Standort eine Woche später auf 7cm Höhe geschnitten, nach funktionellen Gruppen sortiert und 48 Stunden bei 60 °C getrocknet. Die Qualitätsparameter Rohprotein (XP) und saure Detergenzienfaser (ADF) wurden mittels Nahinfrarot-Spektroskopie geschätzt. Die Datenanalyse erfolgte in R (Version 2.13.0 R-PROJECT.ORG) mittels generalisierten gemischten Modellen, welche Varianzheterogenität zuließen.

3 Ergebnisse und Diskussion

Hier werden exemplarisch Daten des Sommerschnitts aus 2011 näher vorgestellt. Die Ergebnisse des Frühjahrsschnitts 2011 waren komplexer und weniger eindeutig, jedoch spielen auch dort Standort und Interaktionen der Faktoren eine bedeutende Rolle. Die Daten aus 2012 liegen noch nicht vollständig vor.

Das submontane Probenmaterial unterschied sich durch seinen höheren XP-Gehalt deutlich von dem der niederen Lagen (s. Abb. 1). Die Einflüsse der von uns getesteten Faktoren auf den XP-Gehalt waren sehr ortsspezifisch (s. Tab. 1). Diverse Bestände im niederen Hügelland lieferten unter Trockenstress signifikant XP-reicherer Material als die Kontrolle, wobei Düngung zu höheren XP-Gehalten in den gestressten Beständen führte. Bei ungedüngten, diversen Beständen blieb der Steigerungseffekt durch Trockenstress aus. Im nordwestlichen Tiefland war nicht nur Trockenstress der den XP-Gehalt bestimmende Faktor, sondern auch die botanische Zusammensetzung. Grasdominierte Bestände zeigten nach der Trockenstressbehandlung einen deutlich höheren Anteil an XP als ohne Trockenstress. Düngung führte hier zu geringeren XP-Gehalten in ungestressten Varianten. Diverse Bestände zeigten ein ähnliches, wenn auch weniger stark ausgeprägtes Verhalten, wenn sie gedüngt wurden. Ungedüngte, diverse Bestände zeigten unter Trockenstress signifikant geringere XP-Gehalte.

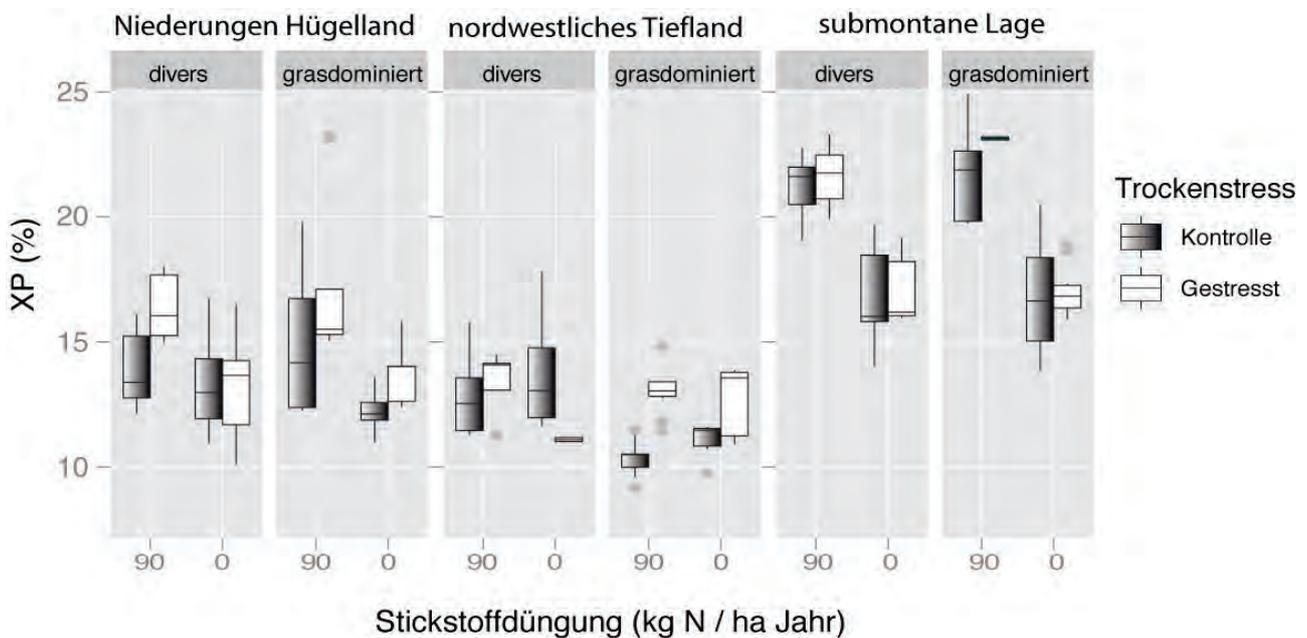


Abb. 1: XP-Gehalt in % der Trockensubstanz von drei Standorten (v.l.n.r.: Niederungen Hügelland, nordwestlichestliches Tiefland, submontane Lage) in Abhängigkeit von Trockenstress (rot = Kontrolle, blau = gestresst), Stickstoffdüngung (90 kg/ha x Jahr, ungedüngte Kontrolle) und botanischer Zusammensetzung (divers, grasdominiert).

Tab. 1: Einfluss der experimentellen Faktoren botanische Zusammensetzung (D), Stickstoffdüngung (N) und Trockenstress (S) auf den XP-Gehalt der Behandlungsvarianten auf drei Standorten im Sommer 2011 aus der Analyse mittels Generalized Mixed Model. Sternchen stehen für Signifikanz des Einflusses der Faktoren auf den XP-Gehalt (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$)

Faktoren	% Varianz erklärt nied. Hügel-land	% Varianz erklärt nordwestl.Tiefland	% Varianz erklärt submontane Lage
D	2,51	7,65**	2,29
N	0,80	1,27	47,41***
S	16,72***	0,52	0,89
D:N	5,83*	0,00	0,92
D:S	0,15	3,14	12,27***
N:S	11,38***	39,15***	0,40
D:N:S	2,13	10,52**	6,08*

In submontanen Beständen führte Düngung zu erhöhten XP-Gehalten. Bestände ohne und mit Trockenstress zeigten keine Unterschiede im XP-Gehalt. Eine Ausnahme bildete die grasdominierte, gedüngte Variante, die unter Stress einen leicht erhöhten XP-Gehalt aufwies.

Auch im ADF-Gehalt und seiner Reaktion auf Trockenstress unterschieden sich die drei Standorte (s. Abb. 2 und Tab. 2). Generell war der ADF-Gehalt im Material vom nordwestlichen Tiefland etwas höher als an den anderen beiden Standorten. Während im niederen Hügelland und in der submontanen Lage Narben mit Trockenstress bis auf die ungedüngten und grasdominierten Varianten immer einen reduzierten ADF-Gehalt aufwiesen, trat eine signifikante Trockenstressreaktion im nordwestlichen Tiefland nur in den gedüngten und diversen Varianten auf. Auch verringerte dort Trockenstress den ADF-Gehalt, und Düngung von diversen Varianten führte zu einer Verringerung des ADF-Gehaltes, während Düngung von grasdominierten Beständen zu dessen Erhöhung führte.

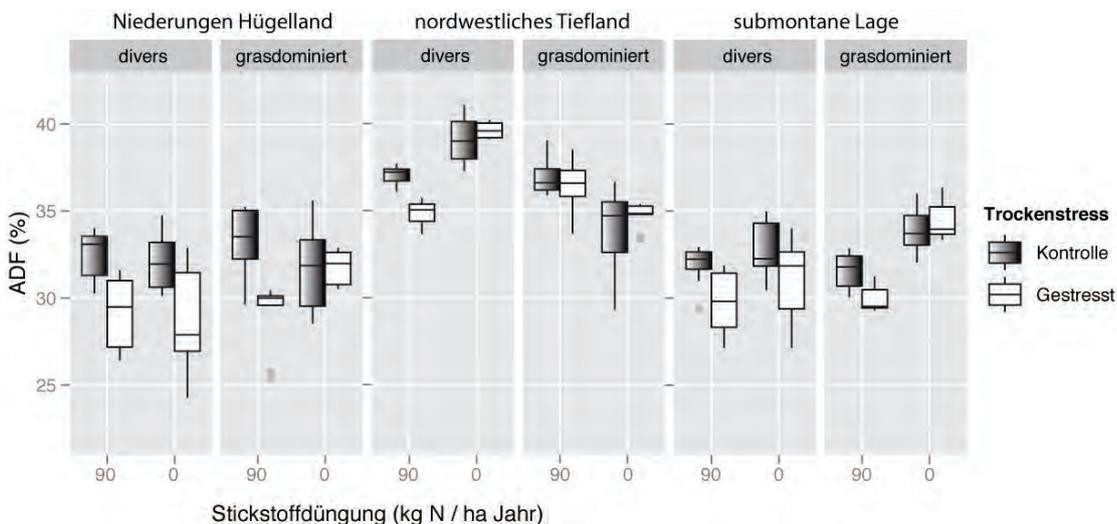


Abb. 2: ADF-Gehalt in % der Trockensubstanz. Für Erläuterungen der Standorte und Behandlungen siehe Abb.1.

Tab. 2: Einfluss der experimentellen Faktoren auf den ADF-Gehalt. Für Erläuterungen der Standorte und Behandlungen siehe Tab.1.

Faktoren	% Varianz erklärt nied.Hügelland	% Varianz erklärt nordwestl. Tiefland	% Varianz erklärt submontane Lage
D	0,52	0,54	0,49
N	0,52	0,30	2,90
S	0,42***	4,21*	5,18***
D:N	0,90	2,63	3,55
D:S	0,32	1,29	0,46
N:S	0,00	5,52***	0,33
D.N:S	6,76	8,52**	2,28

Die generelle Tendenz – erhöhter XP-Gehalt und verringerter ADF-Gehalt unter Trockenstress – widerspricht zunächst den Erwartungen. Unter Trockenstress werden die Photosyntheseleistung und damit der Biomassezuwachs eingeschränkt [3]. Wenn die Stickstoffaufnahme unter Stressbedingungen gleich ist (im Experiment nicht geprüft), die Pflanze diesen aber nicht in Biomasse umsetzen kann, muss der XP-Gehalt unter Stress gesteigert sein. Zudem lag der Schnitzeitpunkt Anfang August. Die Vegetation wird durch Gräser bestimmt (außer in ungedüngten, diversen Varianten durchschnittlich immer > 80% der Trockensubstanz). Diese befanden sich nach dem ersten Schnitt wieder im Wachstum. Wird das Wachstum durch Trockenstress gehemmt, so ist das Vegetationsstadium der gestressten Pflanzen weniger weit fortgeschritten, die besonders ADF-haltigen Organe

wie Stängel waren bei gestressten Pflanzen noch nicht oder weniger ausgeprägt geschoben und daher der ADF-Gehalt niedriger und das Rohprotein noch nicht in Biomasse umgesetzt.

4 Schlussfolgerungen

Trockenstress führte oft zu einer Erhöhung und nie zu einer Abnahme des XP-Gehaltes. Da gutes Grundfutter sich durch einen guten Basiswert an XP auszeichnet und ein mehr an XP in den von uns gemessenen Gehalten den Tieren nicht schadet, sondern die Notwendigkeit der Zufütterung mit Milchleistungsfutter reduziert, bedeutet dies keine pauschale Verschlechterung der Futterqualität bei Trockenereignissen.

Die Futterqualität von Grünlandprodukten wurde in dieser Studie stark vom Standort beeinflusst. Ein standortspezifisches Management (z.B. Düngung von Beständen auf nährstoffarmen Böden) kann die Futterqualität auch bei Trockenstressbedingungen verbessern.

Trockenstress führte oft zu einem verringerten ADF-Gehalt. Dieser Effekt trat besonders auf diversen, gut mit Nährstoffen versorgten Grasnarben zutage. Da die Verdaulichkeit bei geringeren ADF-Gehalten erhöht ist und die hier vorliegenden Konzentrationen noch den Ansprüchen der Tiere an Raufutter genügen, deuten auch die Daten zum ADF-Gehalt auf keine pauschale Verschlechterung der Futterqualität bei Trockenereignissen hin.

Nach unserer aktuellen Datenlage ist nicht von einer wesentlichen Verschlechterung der Futterqualität durch fünfwöchige Trockenperioden auszugehen. Weitere längerfristige Studien sind notwendig, um den Einfluss des Standortes und der Stärke des Trockenstressses eingehender zu analysieren. Da die in dieser Studie geprüften Faktoren Trockenstress, Nährstoffe und Diversität auf Produktivität und Physiologie der Bestände wirken können, müssten auch ihre möglichen Wechselwirkungen und deren Entwicklung über die Zeit zukünftig berücksichtigt werden.

5 Literatur

- [1] BRUINENBERG, M. H., VALK, H, KOREVAAR, H. and STRUIK, P. C. (2002): Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass Forage Science* 57(3), 292-301.
- [2] CIAIS, P., REICHSTEIN, M., VIOVY, N., GRANIER, A., OGE, J., ALLARD, V., AUBINET, M., BUCHMANN, N., BERNHOFER, C., CARRARA, A., CHEVALLIER, F., DE NOBLET, N., FRIEND, D., FRIEDLINGSTEIN, P., GRÜNWARD, T., HEINESCH, B., KERONEN, P., KNOHL, A., KRINNER, G., LOUSTAU, D., MANCA, G., MATTEUCCI, G., MIGLIETTA, F., OURCIVAL, J. M., PAPALE, D., PILEGAARD, K., RAMBAL, S., SEUFERT, G., SOUSSANA, J. F., SANZ, M. J., SCHULZE, E. D., VESALA, T. and VALENTINI, R. (2005): Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature* 437, 529-533.
- [3] FAROOQ, M, WAHID, A., KOBAYASHI, N., FUJITA, D., and BASRA, SMA. (2009): Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development* 29, 185-212.
- [4] FLOMBAUM, P., and SALA, O. (2008): Higher effect of plant species diversity on productivity in natural than artificial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America. PNAS* 105 (16), 6087-6090.
- [5] MEEHL, G. A. and TEBALDI, C. (2004): More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science* 305, 994-997.

-
- [6] NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDESENTWICKLUNG (2011): Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 2011. Niedersachsen.
- [7] SHAEFFER, C. C., PETERSON, P.R., HALL, M.H. and STORDAHL, J.B. (1992): Drought effects on Yield and Quality of Perennial Grasses in the North Central United States. *Journal of Production and Agriculture* 5 (4), 556-561.
- [8] R DEVELOPMENT CORE TEAM (2010): R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- [9] WHITE, T. A., BARKER, D. J. and MOORE, K. J. (2004): Vegetation diversity, growth, quality and decomposition in managed grasslands. *Agric Ecosyst Environ.* 101(1), 73–84.