

Streuqualität und -zersetzung von *Festuca pratensis* Huds. nach Wachstum bei erhöhter CO₂-Konzentration

Werner Kratz, Manfred Forstreuter, Dieter Overdieck

Synopsis

In acrylic glass cabinets, which were climatized according to outside conditions, mixed plant stands of *Trifolium pratense* L. and *Festuca pratensis* Huds. were exposed to CO₂-concentrations of 353 (ambient) and 607 (enriched) $\mu\text{mol mol}^{-1}$ (ppm) over a period of 3 months. The dry-matter accumulation (aboveground plus roots), the leaf area index and the respiration rates of the herbaceous plant stands were enhanced by the elevated CO₂-concentration. The elevated CO₂-concentration resulted also in a dilution of nitrogen concentration (2,5 : 1,8%) in the grass litter (produced by mowing), with C:N ratios of 17 and 24 for the ambient and enriched CO₂-concentration, respectively.

Grass litter of *Festuca pratensis* Huds. was filled in mesh containers (1 mm) and placed in an indigenous litter-layer on a forest topsoil in the Grunewald in Berlin and, thereafter, retrieved 3, 5, 6, 9 and 11 months later for analysis. After nearly one year, mass loss rates were significantly (t-test) different among the CO₂ treatments. Decomposition rates of grass litter cultivated under elevated CO₂-concentrations declined because of the reduced concentration of nitrogen relative to concentrations of recalcitrant carbon compounds. Potentially this could affect nutrient cycling within grassland ecosystems.

Atmosphärische CO₂-Anreicherung, Festuca pratensis Huds., Streuzersetzung, Stickstoffgehalt, Kohlenstoffgehalt, C:N-Verhältnis.

Elevated CO₂, Festuca pratensis Huds., decomposition, N-content, C-content, C:N-ratio.

1. Einleitung

Die Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre hat sich in den letzten 100 Jahren um ca. 25% erhöht und z. Z. besteht allgemeiner Konsens, daß sich bis zur Mitte des nächsten Jahrhunderts die CO₂-Konzentration verdoppelt haben wird (HOUGHTON et al. 1992). Die Auswirkung von zunehmender CO₂-Konzentration auf die Biomasseproduktion von C3-Pflanzen, meist Bäumen, ist mehrfach beschrieben worden (EAMUS & JARVIS 1989). Generell wird eine Erhöhung der Gewebedichte (Masseneinheit pro Flä-

che) von Blättern (LEMON 1983), eine Veränderung der Blattstrukturen (RADOGLU & JARVIS 1990) und eine Zunahme des C:N-Verhältnisses der Gewebe gefunden (EAMUS & JARVIS 1989). Das veränderte C:N-Verhältnis kann die Abbauraten reduzieren und die Nährstoffverfügbarkeit aus der Pflanzenstreu modifizieren (LAMBERS 1993).

2. Material und Methoden

Produktion der Streu

Als »Modell-Ökosystem« wurden vier krautige Pflanzengemeinschaften mit einer Mischung von *Trifolium pratense* L. und *Festuca pratensis* Huds. ausgewählt und samt 60 cm Oberboden in Mini-Gewächshäusern bei CO₂-Konzentrationen von 353 \pm 18 und 607 \pm 20 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ CO₂ untersucht. Dabei wurden alle Massenflüsse (Zu- und Abflüsse) der Modellökosysteme im Hinblick auf den Kohlenstoff- und Wasserhaushalt bilanziert (FORSTREUTER 1993).

Die Versuchspflanzen wurden aufgrund ihrer Bedeutung für die Kulturwiesen und -weiden ausgewählt. Beide Arten sind ausdauernde Hemikryptophyten und kommen als Klassencharakterarten der Molinio-Arrhenatheretea auf frischen und wechselfeuchten Grünlandstandorten vor (OBERDORFER 1983). Für den Streuabbaueversuch wurde nur die Art *Festuca pratensis* Huds. eingesetzt.

Das Substrat (schluffiger Sand) in den Mini-Gewächshäusern hatte einen pH-Wert (0,01 mol CaCl₂) von 6,3, einen C-Gehalt von 2,1%, einen Humusgehalt von 3,6% und eine Austauschkapazität von 8,6 mval/100g Boden (FORSTREUTER 1993).

Die Versuchspflanze *Festuca pratensis* (Sorte: Cosmos 2) wurde für den Versuch direkt nach dem Vorkeimen auf Keimfließ aus verschiedenen Anzucht-schalen in die Mini-Gewächshäuser pikiert und entsprechend einer Aussaatstärke von 20,7 kg ha⁻¹ in den Modellökosystemen etabliert.

Der Versuch wurde im Juli 1987 begonnen und am 19.10.87 wurden die Grasproben durch Mahd in den Mini-Gewächshäusern gewonnen. Danach wurde das Pflanzenmaterial bei 85°C getrocknet und eingelagert.

Streuabbaueversuch

Im Jahr 1991 wurde das Material einem Streuabbaueversuch in Streuabbauecontainern (KRATZ 1991a) mit 1 mm Gazeweite zugeführt. Exponiert wurden die

Streuabbaubehälter in der Streuschicht im Grunewald/Berlin. Nach 3, 5, 6, 9 und 11 Monaten wurden jeweils 5 Streuabbaubehälter entnommen und die Gewichtsreduktionen bestimmt.

Chemische Analysen

Die Elementbestimmungen (N, C) wurden an Mischproben der Varianten durchgeführt. Zuvor wurde das Pflanzenmaterial in einer Kugelmühle (Mahlbecher: Wolframkarbid) pulverisiert. Die N- und C-Bestimmung erfolgte mit einem Carlo-Ermer-Gesamtanalysator.

Statistik

Die Mittelwerte aus den 5 Streucontainern sind mit der jeweiligen Standardabweichung angegeben. Lag eine Normalverteilung vor, wurden die Mittelwerte einem t-Test unterzogen.

3. Ergebnisse

Streuabbau

Die Grassubstanz, die in einer mit CO₂ angereicherten Atmosphäre gewachsen war, wurde während des einjährigen Freilandexperimentes signifikant langsamer auf dem Waldboden abgebaut als die Streu aus der Kontrolle (Abb. 1). Nach einem Jahr waren im Mittel noch 26% mehr Streu in der Variante, die unter 607±20 µmol mol⁻¹ CO₂ gewachsen war.

Stickstoffgehalt

Der relative Stickstoffgehalt in der Grasstreue aus der mit CO₂ angereicherten Atmosphäre war nach der Gewinnung (Mahd) aus den Mini-Gewächshäusern und während des Experimentes immer signifikant geringer als in der Streu aus dem Kontrollansatz (Tab. 1).

Kohlenstoffgehalt

Der relative Kohlenstoffgehalt zeigte in beiden Varianten keine Unterschiede (Tab. 1).

C:N-Verhältnis

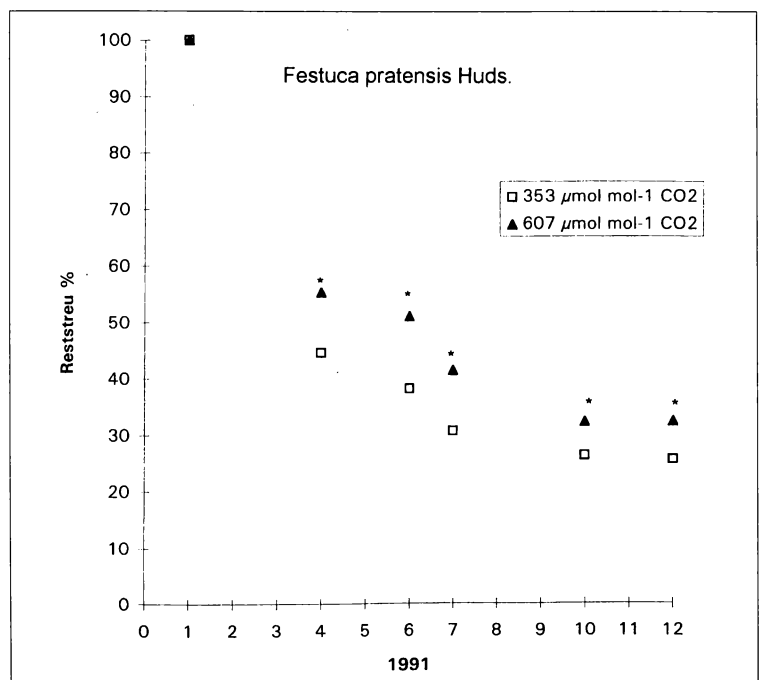
Aufgrund der erniedrigten Stickstoffgehalte in der unter erhöhtem atmosphärischen CO₂-Gehalt gewachsenen Grasstreue waren die C:N-Verhältnisse dieser Variante durchweg signifikant erhöht (Tab. 1).

4. Diskussion

Die durch FORSTREUTER (1993) beschriebene Steigerung der Trockensubstanzakkumulation von krautigen Pflanzenbeständen (Klee-Gras-Beständen) durch Anhebung der atmosphärischen CO₂-Konzentration auf in der Zukunft zu erwartende Werte führte in der Pflanzenmatrix auch zu Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung.

Abb. 1
Reststreubiomasie (%) von *Festuca pratensis* Huds. nach verschiedenen Expositionszeiten im Streuabbaubehälter im Forst Grunewald (Berlin), Jagen 91.
(*signifikant bei $\alpha < 5\%$).

Fig. 1
Remaining litter (%) of *Festuca pratensis* Huds. after different exposition times in a litter decomposition experiment in Grunewald forest (Berlin), Jagen 91.
(*signifikant at $\alpha < 5\%$).



Tab. 1

Kohlenstoff (%), Stickstoff (%) und C/N-Verhältnis von *Festuca pratensis* Huds. nach verschiedenen Expositionszeiten im Streuabbaueversuch im Forst Grunewald (Berlin), Jagen 91. (* signifikant bei $\alpha < 5\%$)

Entnahmeterrin	353 ppm CO ₂			607 ppm CO ₂		
	N	C	C/N	N	C	C/N
1/1991	2,5	42,5	17	1,8*	42,2	24*
4/1991	2,8	44,8	16	1,5*	45,2	31*
6/1991	2,7	45,8	17	1,6*	43,2	28*
7/1991	3,1	46,4	15	2,3*	46,5	20*
10/1991	3,3	45,6	14	2,7*	45,1	17*
12/1991	3,3	45,6	14	2,6*	46,0	17*

Tab. 1

Carbon (%), nitrogen (%) and C/N-relationship of *Festuca pratensis* Huds. after different exposition times in a litter decomposition experiment in Grunewald forest (Berlin), Jagen 91. (*significant at $\alpha < 5\%$).

Dies steht in Einklang mit Ergebnissen von OVERDIECK (1990, 1993), der im gleichen Mini-Glashaus-system ebenfalls ein erhöhtes C:N-Verhältnis für *Lolium perenne* L. und *Trifolium repens* L. unter einer Atmosphäre mit erhöhtem CO₂-Gehalt beschrieben hat. Die CO₂-Erhöhung führte zu einer stärkeren Kohlenstoffakkumulation in den Pflanzen, die nicht von einer entsprechend höheren N-Aufnahme begleitet ist.

OVERDIECK & REINING (1986) beschreiben auch geringere C/P-, C/Ca- und C/K-Verhältnisse in Pflanzenmatrizes, die unter jeweils erhöhtem atmosphärischen CO₂-Gehalt gewachsen sind.

OWENSBY (1993) fand in einer CO₂-Studie in einem ariden und semiariden Graslandökosystem in Kansas/USA, daß die Pflanzen bessere Kohlenstoff-, Stickstoff- und Wassernutzungseffizienzen aufwiesen. Das Resultat hiervon war eine erhöhte ober- und unterirdische Biomasseproduktion der Prärieökosysteme. Das C:N-Verhältnis der ober- und unterirdischen Streu war erhöht. OWENSBY (1993) führt aus, daß durch die verschlechterte Streuqualität die Streuabbauraten reduziert werden und, daß auch die Verdauung dieser Gräser durch Konsumenten (hier Wiederkäuer) beeinträchtigt sein wird. Eine reduzierte Aufnahme (im Sinne von Resorption) durch Wiederkäuer würde auch wiederum mehr Pflanzenbiomasse der Detritusnahrungskette zuführen und dadurch zu einem vermehrten Kotanfall führen.

O'NEIL & NORBY (1991) beschreiben für die Blattstreu des Tulpenbaums (*Liriodendron tulipifera* L.), die unter erhöhter atmosphärischer CO₂-Konzentration gewachsen war, geringere Streuabbauraten, einen geringeren N-Gehalt, geringere Ligningehalte und erhöhte Zellulosekonzentrationen. Sie diskutieren die Auswirkung für die Nährstoffkreisläufe von Waldökosystemen.

5. Literatur

- EAMUS, D. & P.G. JARVIS, 1989: The direct effects of increase in the global atmospheric CO₂ concentration on natural and commercial temperate trees and forests. – Adv. Ecol. Res. 19: 1–55.
- FORSTREUTER, M., 1993: Langzeitwirkungen der atmosphärischen CO₂-Anreicherung auf den Kohlenstoff- und Wasserhaushalt von Rotklee-Wiesenschwingelgemeinschaften. Landschaftsentwicklung u. Umweltforschung Nr. 91, TU Berlin, 192 S.
- HOUGHTON, J.T., B.A. CALLANDER & S.K. VARNNEY, 1992: Climate change 1992. The supplementary report to the IPCC scientific assessment. Cambridge University Press, Cambridge, 200 pp.
- KRATZ, W., 1991a: Der Streuabbaubehälter – ein Instrument der modernen Bodenbiologie. Mitt. Dt. Bodenkdl. Gesellsch., 66, 1: 567–569.
- KRATZ, W., 1991b: Cycling of nutrients and pollutants during litter decomposition in pine forests in the Grunewald, Berlin. In: NAKAGOSHI, N., F.B. GOLLEY (eds.): Coniferous forest ecology from an international perspective. SPB Acad. Publ., The Hague: 151–160.
- LAMBERS, H., 1993: Rising CO₂, secondary plant metabolism, plant-herbivore interactions and litter decomposition. – Vegetatio 104/105: 263–271.
- LEMON, E.R., 1983: CO₂ and plants: the response of plants to rising levels of atmospheric carbon dioxide. – Westview Press, Boulder, Co., 52 pp.
- RADOGLU, K.M. & P.G. JARVIS, 1990: Effects of CO₂ enrichment on four poplar clones. I. Growth and leaf anatomy. – J. Exper. Bot. 44: 721–725.
- OBERDORFER, E., 1983: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. überarb. u. erg. Aufl., Ulmer, Stuttgart, 1051 S.

- O'NEILL, E.G. & R.J. NORBY, 1991: Decomposition of Yellow-poplar leaves produced under CO₂ enrichment. Soil ecology society meeting, Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA.
- OVERDIECK, D., 1990: Direct effects of elevated CO₂ concentration levels on grass and clover in »model-ecosystems«. – In: BEUKEMA & al. (eds.): Expected effects of climate change on marine coastal ecosystems, Kluwer Academic Publishers, Netherlands: 41–47.
- OVERDIECK, D., 1993: Elevated CO₂ and the mineral content of herbaceous and woody plants. *Vegetatio* 104/105: 403–411.
- OVERDIECK, D. & E. REINING, 1986: Effect of atmospheric CO₂ enrichment on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and white clover (*Trifolium repens* L.) competing in managed model-ecosystems. II. – Nutrient uptake. – *Oecologia Plantarum* 7(21): 367–378.
- OWENSBY, C.E., 1993: Potential impacts of elevated CO₂ and aboveground and belowground litter quality of a Tallgrass prairie. – *Water Air and Soil Poll.* 70: 413–424.

Adresse

PD Dr. habil. W. Kratz
Institut für Tierphysiologie
Freie Universität Berlin
Grunewaldstr. 34
D-12 165 Berlin

Prof. Dr. D. Overdieck
Dr. M. Forstreuter
Technische Universität Berlin
Institut für Ökologie
Fachgebiet Ökologie der Gehölze
Königin-Luise-Str. 22
D-14195 Berlin

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [24_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Kratz Werner, Forstreuter Manfred, Overdieck Dieter

Artikel/Article: [Streuqualität und -Zersetzung von Festuca pratensis Huds. nach Wachstum bei erhöhter CO₂-Konzentration 309-312](#)