Streuqualität und -zersetzung von Festuca pratensis Huds. nach Wachstum bei erhöhter ${\rm CO_2}$ -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 CO_2 -concentrations of 353 (ambient) and 607 (enriched) µmol 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 CO_2 -concentration. The elevated CO_2 -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 CO_2 -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 $\rm CO_2$ treatments. Decomposition rates of grass litter cultivated under elevated $\rm CO_2$ -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 CO_2 , 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 (RADOGLOU & 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 ±18 und 607±20 μmol mol⁻¹ CO₂ untersucht. Dabei wurden alle Massenflüsse (Zu- und Abflüsse) der Modellökosysteme im Hinblick auf den Kohlenstoffund 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 Streuabbauversuch wurde nur die Art Festuca pratensis Huds. eingesetzt.

Das Substrat (schluffiger Sand) in den Mini-Ge-wächshäusern 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 Keimflies aus verschiedenen Anzuchtschalen in die Mini-Gewächshäuser pikiert und entsprechend einer Aussaatstärke von 20,7 kg ha⁻¹ in den Modellökosytemen 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.

Streuabbauversuch

Im Jahr 1991 wurde das Material einem Streuabbauversuch in Streuabbaucontainern (KRATZ 1991a) mit 1 mm Gazeweite zugeführt. Exponiert wurden die Streuabbaucontainer in der Streuschicht im Grunewald/Berlin. Nach 3, 5, 6, 9 und 11 Monaten wurden jeweils 5 Streuabbaucontainer 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 CO_2 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 \pm 20 µmol mol $^{-1}$ CO_2 gewachsen war.

Stickstoffgehalt

Der relative Stickstoffgehalt in der Grasstreu aus der mit CO_2 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 CO_2 -Gehalt gewachsenen Grasstreu 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 $\rm CO_2$ -Konzentration auf in der Zukunft zu erwartende Werte führte in der Pflanzenmatrix auch zu Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung.

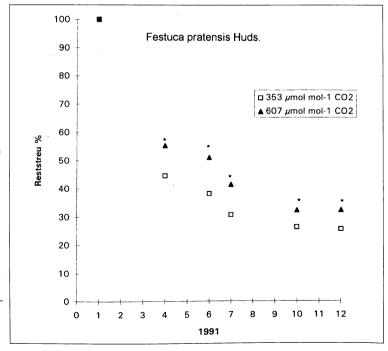


Abb. 1 Reststreubiomasse (%) von Festuca pratensis Huds. nach verschiedenen Expositionszeiten im Streuabbauversuch im Forst Grunewald (Berlin), Jagen 91. (*signifikant bei α < 5 %).

Fig. 1
Remaining litter (%) of Festuca pratensis Huds. after different exposition times in a litter decomposition experiment in Grunewald forest (Berlin), Jagen 91.

(*significant at α < 5 %).

Tab. 1 Kohlenstoff (%), Stickstoff (%) und C/N-Verhältnis von Festuca pratensis Huds. nach verschiedenen Expositionszeiten im Streuabbauversuch im Forst Grunewald (Berlin), Jagen 91. (* signifikant bei $\alpha<5$ %)

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 $\alpha < 5$ %).

Entnahmetermin	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*

Dies steht in Einklang mit Ergebnissen von OVER-DIECK (1990,1993), der im gleichen Mini-Glashaussystem ebenfalls ein erhöhtes C:N-Verhältnis für Lolium perenne L. und Trifolium repens L. unter einer Atmosphäre mit erhöhtem $\rm CO_2$ -Gehalt beschrieben hat. Die $\rm CO_2$ -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 Streugualität 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 ($Liriodendron\ tulipifer$ a L.), die unter erhöhter atmosphärischer CO_2 -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. VAR-NEY, 1992: Climate change 1992. The supplementary report to the PICC scientific assessment. Cambridge University Press, Cambridge, 200 pp.

KRATZ, W., 1991a: Der Streuabbaucontainer – ein Instrument der modernen Bodenbiologie. Mitt. Dt. Bodenkdl. Gesellsch., 66, I: 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 CO_2 , 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.

RADOGLOU, K.M. & P.G. JARVIS, 1990: Effects of ${\rm CO_2}$ 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 CO_2 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 CO_2 and the mineral content of herbaceous and woody plants. Vegetatio 104/105: 403-411.
- OVERDIECK, D. & E. REINING, 1986: Effect of athmospheric 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 CO_2 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: <u>24_1995</u>

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

Dieter

Artikel/Article: Streuqualität und -Zersetzung von Festuca pratensis Huds. nach Wachstum bei erhöhter C02-Konzentration 309-312