

Der Einfluss von erhöhtem Ozon- und Stickstoffeintrag in eine artenreiche subalpine Weide

von Seraina Bassin¹, Matthias Volk¹, Matthias Suter², Laura de Baan¹, Matthias Riesen³, Nina Buchmann⁴ und Jürg Fuhrer¹

Adresse:

¹ Agroscope ART Reckenholz
Gruppe Lufthygiene und Klima
Reckenholzstrasse 191
CH-8046 Zürich
seraina.bassin@art.admin.ch

² ETH Zürich
Institut für Integrative Biologie
Universitätstrasse 16
CH-8092 Zürich

³ Hochschule Wädenswil
Abteilung Umwelt und
natürliche Ressourcen
Grüental
Postfach 335
CH-8820 Wädenswil

⁴ ETH Zürich
Institut für Pflanzenwissenschaften
Universitätstrasse 2
CH-8092 Zürich

Effects of combined ozone and nitrogen deposition on a species-rich subalpine pasture.

Summary

180 monoliths of a *Geo-Montani-Nardetum* pasture were exposed to combined elevated nitrogen (N) and ozone (O₃) concentrations using a free fumigation system. In an additional experiment, the influence of a potential co-limitation by phosphorus on the effect of nitrogen was studied.

After three years, elevated O₃-exposure had no effect on productivity and species composition of the vegetation, but led to accelerated leaf senescence. In contrast, increased N-deposition resulted in higher biomass production and increased canopy greenness. However, the N-induced increase in productivity was

limited by the availability of soil phosphorus. Of the plant functional groups (grasses, sedges, forbs, and legumes), sedges benefited over-proportionally from the additional N-deposition.

Schlagworte: Grasland, Stickstoff, Ozon, Alp Flix, Graubünden

1. Einleitung

Alpine Ökosysteme reagieren empfindlich auf menschliche Einflüsse wie Nährstoffeintrag, Klimaerwärmung und Nutzungsintensität. Zum Beispiel werden vermehrt stickstoffhaltige Luftschadstoffe über grosse Distanzen verfrachtet und gelangen so in Ökosysteme, welche unter natürlichen Bedingungen an stickstoffarme Standorte gebunden sind.

Stickstoff (N)-Emissionen entstehen hauptsächlich in der Landwirtschaft in Form von Ammoniak (NH_3) oder durch den Strassenverkehr in Form von Stickoxiden (NO_x).

Auch die Ozonbelastung in der Luft ist in den letzten Jahren stetig angestiegen. In verschiedenen früheren Experimenten wurde ein schädlicher Einfluss von Ozon (O_3) auf Pflanzen (Photosynthesereduktion, verfrühte Blattalterung, vermindertes Wachstum und Reproduktion) nachgewiesen. Welchen Einfluss erhöhte O_3 -Konzentrationen in einem subalpinen Ökosystem haben und wie sich die Wirkung in Kombination mit erhöhten N-Einträgen aus der Luft auswirkt, ist bisher nicht bekannt und soll in dieser mehrjährigen Studie auf der Alp Flix untersucht werden. Die Resultate könnten unter anderem für die Festlegung von internationalen Richtlinien zur Luftreinhaltung dienen.

2. Material und Methoden

Im Rahmen dieses Experiments wurden 180 Rasenziegel von 30 x 40 cm aus einer Ferkelkraut-Borstgras-Weide ausgestochen und einer Kombination von drei O_3 -Belastungsstufen (Umgebungskonzentration [UK], 1.2 x UK, 1.6 x UK) und fünf N-Stufen ausgesetzt (Hintergrundbelastung, +5, +10, +25, +50 $\text{kg N ha}^{-1} \text{y}^{-1}$). Die Simulation von erhöhter O_3 -Belastung erfolgte mit einer Ozonbegasungsanlage. N wurde als Ammoniumnitrat im Giesswasser in 14-tägigen Abständen während der Vegetationsperiode ausgebracht. In einem zusätzlichen Experiment wurden die Auswirkungen einer Kombination von N- und Phosphor (P)-Zugabe untersucht. Der Einfluss von O_3 - und N- und P-Eintrag wurde anhand verschiedener Parameter gemessen (Biomasse, Artenvielfalt, CO_2 -Assimilation, NDVI [Normalized Difference Vegetation Index, Mass für die «Grünheit» der Vegetation], Blütenproduktion, Phänologie).



Abb. 1: Freiluftbegasungsanlage auf der Alp Flix.



Abb. 2: Einer von 180 Rasenziegeln, welche unterschiedlichen Ozon- und Stickstoffkonzentrationen ausgesetzt wurde.

3. Resultate

Das Experiment zeigte, dass bereits ein geringfügig erhöhter N-Eintrag ($>10 \text{ kg ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$) die Biomasseproduktion der Vegetation steigerte und zu einer veränderten Artenzusammensetzung führte. Von den funktionellen Gruppen (Gräser, Seggen, Kräuter, Leguminosen) profitierten die Seggen überproportional vom zusätzlichen N. Im Nebenversuch mit zusätzlicher P-Düngung zeigte sich jedoch, dass durch die Kombination von N und P die Biomasseproduktion doppelt so hoch ist, wie durch die N-Zugabe alleine. Dies deutet darauf hin, dass die Borstgras-Weiden auf der Alp Flix stark durch P limitiert sind. Auf die Blütenproduktion oder die Blühphänologie hatte der erhöhte N-Eintrag keinen Einfluss.

Der Effekt von O_3 auf die Pflanzengemeinschaft war kleiner als in vergleichbaren Experimenten im Grasland der Tiefebene. Es konnten in den ersten drei Jahren des Experiments keine Veränderungen in der Artenvielfalt sowie der Biomasseproduktion festgestellt werden. Ebenfalls waren kaum Einflüsse auf die Blütenproduktion oder die Phänologie der Pflanzen festzustellen. Einzig die Segge *Carex sempervirens* reagierte mit verminderter Blütenproduktion

auf erhöhte O_3 -Konzentrationen. Die erhöhte O_3 -Belastung führte jedoch in allen Versuchsjahren bei den Pflanzen zu einer verfrühten Blattalterung. Eine interaktive Wirkung von O_3 und N wurde in den meisten untersuchten Parametern nicht beobachtet. Das Experiment lässt vermuten, dass die subalpinen Weiden entweder sehr tolerant auf erhöhte O_3 -Konzentrationen reagieren, oder die Folgen erst über einen längeren Zeitraum sichtbar werden.



Abb. 3: *Carex sempervirens*.

4. Literatur

- BASSIN, S., VOLK, M., SUTER, M., BUCHMANN, N., FUHRER, J. (2007): Nitrogen deposition but not ozone affects productivity and community composition of subalpine grassland after three years of treatment. *New Phytologist* 175: 523–534.
- DE BAAN, L. (2007): Anthropogenic ozone and nitrogen deposition: Effects on flower production and flowering phenology of 12 alpine species. Diplomarbeit ETH Zürich, 29 pp.
- RIESEN, M. (2007): Die Rolle der Phosphor-Kolimitierung in der Reaktion alpiner Weiden auf atmosphärischen Stickstoffeintrag. Diplomarbeit Hochschule Wädenswil, 24 pp.