

DIE INDIKATION VON LUFTVERUNREINIGUNGEN DURCH CO₂ - GASWECHSEL - MESSUNGEN AN FLECHTENTRANSPLANTATEN

Von

CHRIST R. und TÜRK R.
Institut für Botanik, Universität Salzburg

E I N L E I T U N G

Begasungsexperimente mit Schwefeldioxid an Flechten zeigten, daß schon bei Anwendung niedriger SO₂-Konzentrationen Schädigungen am Photosyntheseapparat der Flechten auftreten können (z. B. Ranft und Dässler 1972, Börtitz und Ranft 1972, Showman 1972, Puckett et al. 1973, Türk et al. 1974). Es lag daher nahe, die Veränderung des CO₂-Gaswechsels von transplantierten Flechten zur Indikation von Luftverunreinigungen heranzuziehen (Schumm 1975, Kauppi 1976, Ikonen und Kärenlampi 1976, Sheridan et al. 1976, Winkler 1977, Ferry und Coppins 1979).

In der folgenden Arbeit wurde der CO₂-Gaswechsel von transplantierten, epiphytischen Flechten in kurzen Zeitabständen untersucht, um die Wirksamkeit von SO₂-Immissionen auf den Photosyntheseapparat zu erfassen. Besondere Berücksichtigung fanden klimatische und standörtliche Gegebenheiten in Hinblick auf die Indikation von Luftverunreinigungen mittels transplantierte Flechten. Ergänzende Daten lieferten Untersuchungen des Chlorophyll- und des Phaeophytingehaltes und des pH-Wertes der Thalli.

M A T E R I A L U N D M E T H O D E

Als Untersuchungsmaterial für die Flechtentransplantate dienten *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. und *Parmelia sulcata* Th. Tayl. Wie von Begasungsexperimenten, Transplantationsversuchen und Kartierungen her bekannt ist, weisen diese Flechten eine genügend hohe Empfindlichkeit gegen Schwefeldioxid auf. Sie kommen im Untersuchungsgebiet potentiell vor und stehen in der Umgebung von Salzburg in ausreichender Menge zur Verfügung.

Das Probenmaterial wurde in einem luftreinen Gebiet nahe der Stadt gesammelt. Die Flechten wurden von der Borke abgelöst und nach sorgfältiger Reinigung 8 Tage bei 10° C und 10 klx bei einem Licht-Dunkel-Wechsel von 12 : 12 Stunden aufbewahrt. Jeweils 300 bis 400 mg Probenmaterial wurden in Netzchen aus Plastikgitter eingeschlossen (vgl. Schumm 1975). Diese Methode

ermöglicht die mehrmalige Messung der Photosyntheserate an denselben Proben in regelmäßigen Zeitabständen. Die Messung des CO_2 -Gaswechsels erfolgte mit einem URAS unter standardisierten Bedingungen (10°C , 20 klx). Jeweils drei Proben einer Flechtenart wurden bei den offiziellen SO_2 -Meßstellen der Salzburger Landesregierung exponiert. Weitere Gaswechsellmessungen an den exponierten Proben erfolgten je nach Jahreszeit in Abständen von 2 bis 4 Wochen. Eine Untersuchungsperiode dauerte ein halbes Jahr, wobei zwischen Winter- und Sommersaison unterschieden wurde. Vorzeitig abgestorbene Proben wurden durch neue ersetzt. Der Chlorophyllgehalt wurde nach Arnon (1949) bestimmt.

ER G E B N I S S E U N D B E S P R E C H U N G

Während der Wintermonate konnte eine deutliche Reaktion der transplantierten Flechten auf die unterschiedlich hohe Schwefeldioxidbelastung beobachtet werden. In Abhängigkeit von der Belastung der Luft mit SO_2 trat eine Reduktion der Photosyntheserate der Flechten auf (Abb. 1).

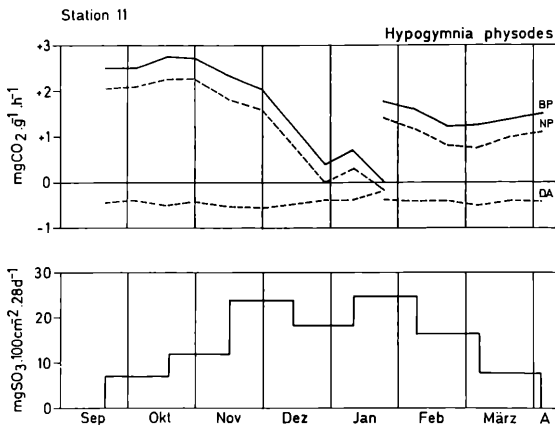


Abb. 1: CO_2 -Gaswechsel der transplantierten Flechten und SO_2 -Belastung an Station 11 im Winter 1978/79. BP: Brutto-photosynthese; NP: Nettphotosynthese; DA: Dunkelatmung.

Nach mehrtägigen Inversionswetterlagen mit starker Schadstoffanreicherung erfolgte ein steiler Abfall der Photosynthesekapazität der Flechtenproben. Bei hoher Belastung starben die Flechten innerhalb weniger Wochen ab. Am Stadtrand herrschte eine geringere Immissionsbelastung; die Flechten überlebten dort länger.

Im feuchten Zustand reagierten die Flechten infolge der größeren Schadstoffaufnahme (vgl. Nash 1973, Türk et al. 1974) empfindlicher auf hohe Schwefeldioxidbelastung.

Da in der Stadt Salzburg die SO_2 -Belastung hauptsächlich durch Hausbrandimmissionen hervorgerufen wird - größere SO_2 -emittierende Betriebe fehlen -, war während der Sommermonate die SO_2 -Belastung gering. Die transplantierten Flechten wiesen in diesem Zeitraum keine Schädigungen auf. Die Photosyntheserate der Flechten entsprach im September der Ausgangsleistung im April. Es traten nur geringe reversible Veränderungen der Photosyntheseraten in Abhängigkeit von Witterungsbedingungen auf. Länger dauernde Trockenheit führte vorübergehend zu einer Erniedrigung der Photosyntheserate der Flechten, feuchte Witterung hatte einen Anstieg der Photosynthesekapazität zur Folge.

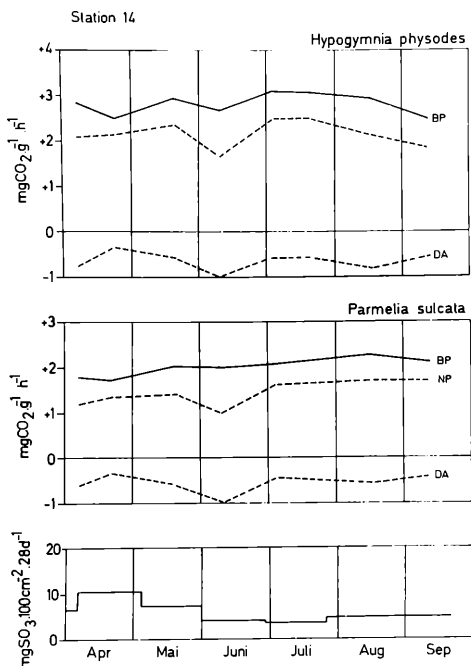


Abb. 2: CO_2 -Gaswechsel der transplantierten Flechten und SO_2 -Belastung an Station 14 im Sommer 1978 (April bis September). BP: Bruttphotosynthese; NP: Nettphotosynthese; DA: Dunkelatmung.

Flechten, die am Ende der Heizperiode im Februar exponiert worden waren, konnten sich nach Verminderung der SO_2 -Belastung von der vorangegangenen Schädigung wieder erholen (vgl. auch Börtitz und Ranft 1972, Hill 1971, Türk et al. 1974, Ferry und Coppins 1979). Dies äußerte sich in einem allmählichen Anstieg der Photosynthesekapazität der Flechten während der Sommermonate. Dieser Erholungseffekt war unter günstigen Feuchtebedingungen am deutlichsten ausgeprägt.

Eine Schädigung der Flechtenproben durch Stadtklimaeinfluß konnte nicht nachgewiesen werden. Allerdings können sich klimatische Faktoren auf die Photosynthesekapazität auswirken. Ungünstige Feuchtebedingungen, die die schnelle Austrocknung der Flechten fördern, können einen zusätzlichen Stressfaktor darstellen und daher einen Einfluß auf das Überleben von Flechten in mäßig stark immissionsbelasteten Gebieten haben (vgl. Brodo 1966, 1972; Ehrendorfer et al. 1971, Türk und Christ 1978).

Die Exposition der Flechten an stark immissionsbelasteten Stationen hatte während der Wintermonate eine Chlorophyllzerstörung zur Folge. Mit zunehmender Schädigung durch SO_2 -Belastung nahm der Gehalt an Chlorophyll a ab, während der Gehalt an Phaeophytin a anstieg. Der Quotient Chl a / Chl b und der R_t -Wert korrelierten eng mit der SO_2 -Belastung am Expositionsort. Die zunehmende SO_2 -Belastung führte zu einer Erniedrigung des pH-Wertes der exponierten Flechtenthalli (vgl. auch LeBlanc und Rao 1973).

Die statistische Auswertung der Gaswechseluntersuchungen ergab eine signifikant hohe negative Korrelation zwischen der SO_2 -Belastung am Expositionsort während der Wintermonate und sowohl der Netto- als auch der Bruttphotosyntheserate der Flechtenproben. Zwischen der SO_2 -Belastung und der Photosyntheserate während der Sommermonate waren keine statistischen Zusammenhänge auffindbar. Die Veränderung der Dunkelatmung korrelierte nicht mit der SO_2 -Belastung.

Tabelle 1: Korrelationskoeffizienten: SO_2 -Belastung - Veränderung der Nettphotosynthese- (NP), Bruttphotosyntheseraten (BP) und Dunkelatmungsraten (DA) in % der Ausgangsleistung von *Hypogymnia physodes*

Zeitraum	(n)	NP	BP	DA	sign.
Winter 77/78; 78/79	185	-0,597	-0,576	-0,108	0,000
Sommer 78	92	-0,150	0,211	0,122	0,203

Die Änderungen des CO_2 -Gaswechsels der transplantierten Flechten lassen sich sehr gut mit der Belastung der Luft durch SO_2 korrelieren. Durch Photosynthesemessungen werden schon frühzeitig Stoffwechselstörungen erfaßt, lange bevor sichtbare Schäden zu beobachten sind. Daher ist diese Transplantationsmethode besonders gut zur Frühindikation von SO_2 -Belastung geeignet.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Es wurde der CO_2 -Gaswechsel von transplantierten Flechten in Abständen von 2 bis 4 Wochen gemessen. Dazu wurden die Flechten in Netzchen aus Plastikgitter im Stadtgebiet von Salzburg exponiert. Dies ermöglichte die mehrmalige Messung des Gaswechsels an derselben Flechtenprobe. Es wurden signifikant hohe

Korrelationen zwischen der SO₂-Belastung am Expositionsort und der Photosyntheserate der Flechten gefunden. Bei erhöhter Belastung der Luft durch SO₂ während der Wintermonate erfolgte eine deutliche Reduktion der Photosyntheseraten der Flechten; hohe SO₂-Belastung führte zum Absterben der Flechtenproben nach fünf bis sieben Wochen. Während der Sommermonate war die SO₂-Belastung gering; die Photosyntheserate der Flechten blieb unverändert. Chlorophyll- und pH-Wertuntersuchungen am transplantierten Material ergaben negative Korrelationen zwischen SO₂-Belastung und dem Quotienten Chl a/Chl b, dem R_L-Wert und dem pH-Wert. Die Veränderung der Photosyntheserate der transplantierten Flechten erwies sich als geeigneter Indikator zur kurzfristigen Beurteilung der Immissionsituation.

Schlüsselwörter: Flechtentransplantate, CO₂-Gaswechsel, SO₂-Belastung

Wir danken dem Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung für die großzügige Unterstützung (Projekt Nr. 3067).

L I T E R A T U R

- Arnon, D. I. 1949: Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxylase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1-15.
- Börtitz, S. und Ranft, H., 1972: Zur SO₂- und HF-Empfindlichkeit von Flechten und Moosen. Biol. Zbl. 91:613-623.
- Ehrendorfer, F., Maurer, W., Karl, R. und Karl, E., 1971: Rindenflechten und Luftverunreinigung im Stadtgebiet von Graz. Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 100:151-189.
- Ferry, B.W. und Coppins, B.J., 1979: Lichen transplant experiments and air pollution studies. Lichenologist 11:63-73.
- Hill, D.J., 1971: Experimental study of the effects of sulfite on lichens with reference to atmospheric pollution. New Phytol. 70:831-836.
- Ikonen, S. und Kärenlampi, L., 1976: Physiological and structural changes in reindeer lichens transplanted around a sulphite pulp mill. In: Proceedings of the Kuopio Meeting of Plant Damages caused by Air Pollution (L. Kärenlampi ed.), Kuopio, pp 37-46.
- Kauppi, M., 1976: Fruticose lichen transplant technique for air pollution experiments. Flora 165:407-414.
- LeBlanc, F. und Rao, D.N., 1973: Effects of sulfur dioxide on lichen and moss transplants. Ecology 54:612-617.
- Nash, T.H., 1973: Sensitivity of lichens to sulfur dioxide. Bryologist 76:333-339.
- Puckett, K.J., Nieboer, E., Flora, W.P. und Richardson, D.H.S., 1973: Sulphur dioxide: Its effect on photosynthetic ¹⁴C fixation in lichens and suggested mechanisms of phytotoxicity. New Phytol. 72:141-154.
- Ranft, H. und Dässler, H.G., 1972: Zur Rauchempfindlichkeit von Flechten und Moosen und ihrer Verwendung als Testpflanzen.

- Arch. Naturschutz u. Landschaftsforschung 12:189-202.
- Schumm, F., 1975: Beiträge zur Photosyntheseleistung der Flechten und ihre Eignung als Maß zur Indikation der Immissionsbelastung der Luft. Dissertation Hohenheim, 121 S.
- Sheridan, R.P., Sanderson, C. und Kerr, R., 1976: Effects of pulpmill emissions on lichens in the Missoula valley, Montana. Bryologist 79:248-252.
- Showman, R.E., 1972: Residual effects of sulfur dioxide on the net photosynthetic and respiratory rates of lichen thalli and cultured lichen symbionts. Bryologist 75:335-341.
- Türk, R. und Christ, R., 1978: Untersuchungen über den Flechtenbewuchs an Eichen im Stadtgebiet Salzburgs und über den Wasserhaushalt einiger charakteristischer Flechten. Phyton (Austria) 18:107-126.
- Türk, R., Wirth, V. und Lange, O.L., 1974: CO₂-Gaswechsel-Untersuchungen zur SO₂-Resistenz von Flechten. Oecologia (Berl.) 15, 33-64.
- Winkler, S., 1977: Flechten und Moose als Bioindikatoren. In: Beiträge zur Biologie der niederen Pflanzen (Frey, W., Hurka, F. und Oberwinkler, F. Hrsg.). Stuttgart-New York, pp. 155-176.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Wien](#)

Jahr/Year: 1981

Band/Volume: [137_1_1981](#)

Autor(en)/Author(s): Christ Renate, Türk Roman

Artikel/Article: [Die Indikation von Luftverunreinigungen durch CO₂-Gaswechsel - Messungen an Flechtentransplantaten 145-150](#)