

Untersuchungen zur Eignung verschiedener Gladiolensorten als Bioindikatoren für Fluorwasserstoff

Charis Franz-Gerstein, Anette Fomin, Andreas Klumpp, Gabriele Klumpp, Marisa Domingos, Uwe Arndt

Synopsis

The use of plants as bioindicators for the increasing air pollutant effects in tropical and subtropical countries is the subject of several field exposition and also fumigation experiments done in Sao Paulo, Brazil and Hohenheim, Germany. Different *gladiolus* species have been tested as bioindicators for fluoride immissions under tropical/subtropical climate. The same species were fumigated with HF in stirred tank experiments in Germany in order to find out some dose-response relationship and to standardize the conditions of exposition. The results of the field experiments together with those of the fumigation enabled the evaluation of appropriate *gladiolus* species more or less sensitive against fluoride immissions.

Bioindikatoren, Fluorid, Gladiole, Exposition, Begasung, Brasilien

bioindicators, fluoride, gladiolus, exposition, fumigation, Brazil

1. Einleitung

Der Einsatz von **Bioindikatoren** zum Nachweis von **Schadstoffwirkungen** auf Organismen ist ein seit Jahrzehnten bekanntes und zum Teil routinemäßig eingesetztes Instrument der Umweltüberwachung (PRINZ 1974; STEUBING 1982; ARNDT 1983; POSTHUMUS 1983). Voraussetzung hierfür ist jedoch eine möglichst hohe Spezifität der Reaktion eines Organismus auf einen Schadstoff, die gute Quantifizierbarkeit und auch Reproduzierbarkeit dieser Reaktion, sowie möglichst genaue Kenntnisse über den zu verwendenden Indikatororganismus und dessen Handhabbarkeit. Die **Entwicklung und Standardisierung eines Bioindikationsverfahrens** erfordert daher nicht nur die Ermittlung und Beobachtung von im Freiland auftretenden Schadsymptomen, welche bestimmten Schadursachen zugeordnet werden können, sondern auch die Erprobung potentieller Indikatororganismen unter definierten und kontrollierten Bedingungen. Die hier vorgestellten Schritte sind als Teil eines solchen Standardisierungsverfahrens zu verstehen. Sie wurden in Kooperation zwischen dem Instituto de Botanica in Sao Paulo/Brasilien und dem Fachgebiet für Pflanzenökologie

und Ökotoxikologie des Institutes für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim durchgeführt.

2. Problemstellung

Die Gladiolensorte »*Snow Princess*« wurde schon zu Beginn der sechziger Jahre als geeigneter Reaktionsindikator für Fluorwasserstoff erprobt und aufgrund ihrer sehr empfindlichen Reaktion und der Ausbildung der charakteristischen Spitznekrosen (»tip burn«) vielfach eingesetzt (COMPTON & REMERT 1960; HITCHCOCK & al. 1962; SPIERINGS 1967; KOSTKA-RICK 1987). Da jedoch zunehmende Krankheits- und Resistenzprobleme die Beschaffung und auch die routinemäßige Verwendung dieser Gladiolensorte seit einigen Jahren sehr erschwert haben, besteht die Notwendigkeit, **weitere Gladiolensorten als Reaktionsindikatoren** für Fluorbelastungen zu ermitteln.

Fluor als Luftschadstoff stellt für die Länder der **Tropen und Subtropen** eine zunehmende Bedrohung dar, da aus den Industrieländern ein umfangreicher Transfer industrieller Produktionszweige hierher stattfindet, die sich jedoch hinsichtlich Umweltschutzmaßnahmen nicht auf dem neuesten Stand der Technik befinden (GLOBAL 2000 1980; ARNDT & al. 1994). Für wirtschaftlich schlecht gestellte Länder hat auch die ertragsmindernde Wirkung von Luftverunreinigungen besonders gravierende Konsequenzen (HECK & al. 1987). Die Bioindikation als Instrument der Umweltüberwachung stellt für die sogenannten Schwellen- und Entwicklungsländer eine relativ kostengünstige und praktikable Möglichkeit dar, **Informationen über die Belastungssituation und ihre Wirkungen** in einer Region zu sammeln (ARNDT & al. 1991).

3. Versuchsdurchführung

Die Untersuchungen zur Eignung verschiedener Gladiolensorten als Bioindikatoren für Fluor erfolgen unter mehreren Gesichtspunkten. Wie oben erwähnt, besteht aufgrund der Krankheitsprobleme grundsätzlich Bedarf an potentiell **geeigneten Indikatororganismen** für diesen Schadstoff. Hierbei ist es jedoch

erstrebenswert, neben der generellen Eignung auch die **Unterschiede in der Empfindlichkeit** der erprobten Spezies zu dokumentieren. So können jeweils mehrere Organismen unterschiedlicher Empfindlichkeit als **Indikatorfächer** für einen Schadstoff eingesetzt werden. Darüber hinaus muß geprüft werden, ob und unter welchen Bedingungen sich die zum Beispiel in **Mitteleuropa und Nordamerika entwickelten Bioindikationsverfahren** in Länder der **Tropen und Subtropen transferieren** lassen.

Während in den genannten Industrieländern bereits zahlreiche Erfahrungen mit Gladiolen als Bioindikatoren für Fluor vorhanden sind, müssen z.B. in Brasilien erste Expositionsversuche hierzu stattfinden. So wurde in den vergangenen Jahren ein Bioindikator-Meßnetz in der Industrieregion Cubatao eingerichtet und neben einem Indikatorfächer für Photooxidantien u.a. auch die Gladiolensorte »*Snow Princess*« an verschiedenen Stationen exponiert (KLUMPP & al. 1994). Anhand der hier gewonnenen Erfahrungen ist davon auszugehen, daß Gladiolen auch unter den dort vorliegenden Expositionsbedingungen (Klima, etc.) gut einsetzbar sind.

Entsprechend der in Tab. 1 angegebenen Vorgehensweise wurden zu Beginn diesen Jahres **Screening-Versuche** zur Eignung verschiedener in Brasilien erhältlicher, sowie auch einiger in Europa verwendeter Gladiolensorten als Bioindikatoren für Fluoridbelastungen durchgeführt. Während die **Freilandversuche in Brasilien** stattfanden, wurde das Screening in der **Begasungsvorrichtung** in einem von den Neckarwerken zur Verfügung gestellten Tropengewächshaus in **Esslingen/Altbach** durchgeführt.

Tab. 1
Konzeption der Screeningversuche für Freiland (KLUMPP & al. 1994) und Begasung

Freiland

Exposition im Freiland

Wirkungskriterien:

- geschädigte Blattfläche [%]
- Blattlängenzuwachs
- Trockenmassezuwachs

zusätzliche Bewertung:

- »Bonitierbarkeit« d.Schäden
- Krankheitsprobleme
- Variabilität innerhalb einer Sorte

4. Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchungen zur Eignung verschiedener Gladiolensorten als Reaktionsindikatoren für Fluor als Luftschadstoff führten zu weitgehend übereinstimmenden, bzw. sich ergänzenden Ergebnissen zwischen Freiland- und Kammerexposition:

- Die **Schadensentwicklung** beginnt, wie vielfach in der Literatur beschrieben, nach einer mehrtägigen Latenzzeit: Aus kollabierten, aber zunächst noch dunkelgrün erscheinenden Blattpartien entstehen nach ein bis zwei Tagen chlorotische, bzw. nekrotische Flächen.
- Die **Schädigung** beginnt im »Idealfall« an den Blattspitzen (»tip burn«) und wandert bei Fortdauer der Belastung, aber auch einige Tage nach Ende der Fluoreinwirkung in Richtung Blattgrund. Abgestorbene Blatteile sind – in Abhängigkeit von der Sorte – weiß bis braun.
- Am **empfindlichsten sind mittelalte Blätter**, da die ältesten eine zu starke Cutikula, die neu hinzukommenden ein zu schnelles Wachstum aufweisen, welches mit dem Einfluß des Schadstoffes konkurriert (FRANZ 1987).
- In beiden Versuchsvarianten konnten eindeutige Unterschiede zwischen **sehr empfindlichen, weniger empfindlichen, relativ unempfindlichen**, aber auch **schlecht auswertbaren** Reaktionen der einzelnen Sorten gemacht werden:

Die als **sehr empfindlich** eingestuftten Sorten wiesen nach zweiwöchiger Exposition eine **20–25%ige Schädigung** der Blattfläche auf. Bei den im **Begasungsversuch** als **unempfindlich** bezeichneten Sorten

Tab. 1
Outline of screening methods used in field and laboratory fumigation trials.

Begasung

Exposition von je acht Parallelen pro Sorte (10 Sorten) in je einer *Begasungs-* und einer *Kontrollkammer* (1,5–2 µg F/m³)
Gladiolen bei Begasungsbeginn im 4-5-Blattstadium

Wirkungskriterien:

- geschädigte Blattfläche [%]
- Blattlängenzuwachs

zusätzliche Bewertung:

(siehe Freiland)

wurden **weniger als 4%** geschädigter Blattfläche bonitiert, im **Freilandexperiment bis zu 7%**.

Die Schadstoffbelastung führte zu einem deutlichen Rückgang der Blatttrockenmasse. Das Trockengewicht der belasteten Pflanzen war bei *Gold Field*, *Red Beauty*, *Peter Pears*, *Jacksonville Gold* und *White Goodes* um 50–60% gegenüber den Referenzpflanzen erniedrigt; bei *Fidelio*, *Traderhorn*, *White Friendship*, *Yester* und *Eurovision* betrug die Reduktion 20–35%. Diese Beobachtungen lassen sich unter anderem mit dem in der Literatur beschriebenen Phänomen erklären, daß besonders fluorempfindliche Pflanzen so frühzeitig gestört sind, daß die Aufnahme des Schadstoffes sich z.B. durch Stomatenschluß eher einer Sättigung nähert, also geringere Mengen des Schadstoffes im Zellinnern vorhanden und wirksam sind (HITCHCOCK & al. 1962).

Die in den Screening – Versuchen erzielten Ergebnisse erlauben die Aufstellung einer relativen Resistenzreihe sowie den Ausschluß von Gladiolensorten, die als Reaktionsindikatoren ungeeignet sind. Voraussetzung für einen routinemäßigen Einsatz der für einen Indikatorfächer unterschiedlicher Empfindlichkeit ausgewählten Sorten ist die Standardisierung des Verfahrens von der Anzucht bis zur Exposition, wobei auf das Verfahren mit der Gladiolensorte »Snow Princess« zurückgegriffen werden kann (KOSTKA-RICK & ARNDT 1989) sowie die genaue Kenntnis der Grenzen der Anwendungsmöglichkeit (z.B. klimatische Faktoren, Verfügbarkeit des Pflanzenmaterials, etc). Die weitere Arbeit an der Entwicklung und Erprobung von Bioindikatoren für die Tropen und Subtropen bleibt ein wichtiges Arbeitsgebiet der Ökotoxikologie (ARNDT & FOMIN 1993).

5. LITERATUR

- ARNDT, U.; FLORES, F.; WEINSTEIN, L., 1995: Fluorwirkungen an Pflanzen. Schadensdiagnose an der Vegetation Brasiliens. Editoria da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 155 S.
- ARNDT, U.; FOMIN, A., 1993: Wissenschaftliche Perspektiven der ökotoxikologischen Bioindikation. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox.5, S. 19–26.
- ARNDT, U.; FRANZ-GERSTEIN, Ch.; HINGER, D.; SCHACHNER, J.; SCHERRIEBLE, TH.; FLORES, F.; STREHL, TH., 1991: Untersuchungen zur Eignung subtropischer Pflanzen als Bioindikatoren in Entwicklungsländern. VDI-Berichte 901, 559–575.
- ARNDT, U.; NOBEL, W.; SCHWEIZER, B., 1987: Bioindikatoren – Möglichkeiten, Grenzen und neue Erkenntnisse. – Ulmer, Stuttgart, 388 S.
- COMPTON, O.C.; REMMERT, L.F., 1960: Effect of airborne fluoride on injury and fluorine content of gladiolus leaves. – Proc.Amer.Soc.Hort.Sci. **75**, 663–673.
- FRANZ, CH., 1987: Untersuchungen zur Eignung der Gladiolensorte »Snow Princess« als fluorempfindlicher Bioindikator in Abhängigkeit von Anzuchtbedingungen und Entwicklungsstadien. – Unveröffentlichte Diplomarbeit aus dem Institut f. Landschafts- und Pflanzenökologie, Hohenheim, 78 S.
- HECK, W.W.; TAYLOR, O.C.; TINGEY, D.T., (eds.) 1987: Assessment of crop loss from air pollutants, Elsev. appli. Sci., London, 552 S.
- HITCHCOCK, A.E.; ZIMMERMANN, P.W.; COE, R.R., 1962: Results of ten years work (1951–1960) on the effects of fluorides on gladiolus. – Contrib. Boyce Thompson Inst. **21**, 303–343.

Tab. 2

Relative Fluorempfindlichkeit verschiedener Gladiolensorten, Resistenzreihe

	Freiland	Begasung
sehr empfindlich	<i>White Friendship</i> <i>Eurovision</i>	<i>White Friendship</i>
weniger empf.	<i>Yester</i> , <i>Gold Field</i> , <i>Jacksonville Gold</i>	<i>Yester</i> , <i>White Prosperity</i>
kaum empf.	<i>Fidelio</i>	<i>Fidelio</i> <i>Eurovision</i>
nicht empf.	<i>Red Beauty</i>	<i>White Goodes</i>
schlecht auswertbar	<i>Traderhorn</i> , <i>Peter Pears</i> , <i>White Goodes</i>	<i>Traderhorn</i> , <i>Peter Pears</i>

Tab. 2

Relative sensitivity to fluoride of different species of Gladiola

- KOSTKA-RICK, R., 1987: Einsatz von wirkungsbezogenen Meßverfahren in der Umgebung eines Fluoremittenten. – VDI-Ber. **609**, 487–499.
- KOSTKA-RICK, R.; ARNDT, U., 1989: Schädigungszuwachsrate bei Gladiole – eine Wirkungsmeßgröße für fluorhaltige Luftverunreinigungen. *Angewandte Botanik* **63**, 17–31.
- KLUMPP, A.; KLUMPP, G.; DOMINGOS, M., 1994: Plants as bioindicators at the Serra do Mar near the industrial complex of Cubatao, Brazil. – *Environ. Pollut.* **85**, 109–116.
- POSTHUMUS, A.C., 1983: Higher plants as indicators and accumulators of gaseous air pollution. – *Environ. Monitor. and Assessm.* **3**, 263–273.
- PRINZ, B., 1974: Approaches and Results of an Effect Monitoring – Programme in the State Northrhine-Westfalia. *Proc. of TECOMAP*, Helsinki, 1973. *Spec. Envir. Rep. No. 3*, WMO No. 368, Geneva.
- SHUPE, J.L.; PETERSON, H.B.; LEONE, N.C., 1983: Fluorides-effects on vegetation, animals and humans. – Paragon Press, Salt Lake City, 368 S.
- SPIERINGS, F.H.F.G., 1967: Chronic discoloration of leaf tips of gladiolus and its relation to the hydrogen fluoride content of the air and the fluoride content of the leaves. – *Neth. J. Pl. Path.* **73**, 25–28.
- STEUBING, L.; JÄGER, H.J., (eds.), 1982: Monitoring of air pollutants by plants. Methods and problems. Dr.W.Junk Publishers, The Hague, 162 S.

Adressen

Charis Franz-Gerstein*, Anette Fomin*, Andreas Klumpp**, Gabriele Klumpp**, Marisa Domingos**, Uwe Arndt*

* Inst. 320 (PÖ) Universität Hohenheim,
70593 Stuttgart,

** Instituto de Botanica,
Caixa postal 4005, 01061-970 Sao Paulo, Brasil

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): diverse

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Eignung verschiedener Gladiolensorten als Bioindikatoren für Fluorwasserstoff 293-296](#)