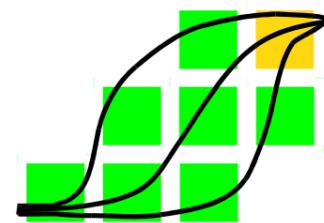


Ozon-Biomonitoring in einem anlagenbezogenen Messnetz

Reinhard Kostka-Rick Biologisch Überwachen und Bewerten D-70771 Echterdingen kori@n.zgs.de



Einführung, Motivation

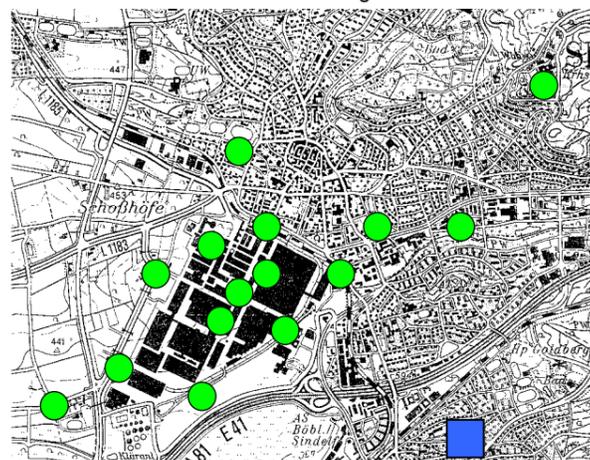
In der Umgebung eines großen Automobilwerkes werden seit 1992 die Wirkungen von Lacklösemittel-Immissionen mit empfindlichen pflanzlichen Bioindikatoren (=Reaktionsindikatoren) in einem anlagenbezogenen Monitoring überwacht [1].

Während der Verfahrensentwicklung (Auswahl eines geeigneten Indikatorfächers) sowie in der Routine-Überwachung werden verschiedene sichtbare Schädigungssymptome erfasst – darunter auch Schädigungen durch Photooxidantien.

Hierdurch ist es möglich, das Ausmaß der Oxidantenschädigungen zwischen verschiedenen Kulturpflanzenarten, darunter bekannte, empfindliche Ozon-Bioindikatoren (Tabak 'Bel W3' und Buschbohne 'Pinto' [2,3]) zu vergleichen. Die Aussagekraft und Repräsentanz dieser, als z.T. standardisierten Oxidantien-Bioindikatoren für andere Pflanzenarten kann somit abgeschätzt werden.

Messnetz, Methodik

Das kleinräumige Bioindikator-Messnetz umfasst das Werksgelände des Automobilwerkes und das angrenzende Stadtgebiet von Sindelfingen (Karte). Die Anzahl der Bioindikatorstationen variiert im Verlauf der Untersuchungen zwischen 7 und 13.



Karte: Biomonitoring-Messnetz im Raum Sindelfingen. Lage der Bioindikatorstationen (grüne Punkte) und der Immissionsmessstation der LfU Baden-Württemberg (blaues Rechteck)

Verschiedene Spezies und Sorten von Nutzpflanzen werden in standardisierten, schattierten Expositionseinrichtungen [3] von Mai bis September/Oktober für jeweils 2 bzw 4 Wochen exponiert. (Tab. 1). Verschiedene Schädigungssymptome (Blattnekrosen, Rand-/Spitzennekrosen, Chlorosen, fortgeschrittene Seneszenz; später auch: charakteristische Oxidantenschäden) werden in % der Blattfläche geschätzt.

Tab. 1: Im Freiland exponierte und untersuchte Kulturarten und -sorten 1992-2000

Spezies	Varietät	92	93	94	95	96	97	98	99	00
Tabak	'Bel W3'									
<i>Nicotiana tabacum</i>										
Buschbohne	'Pinto'									
<i>Phaseolus vulgaris</i>										
Buschbohne	'Sanilac'									
Buschbohne	'Saxa'									
Tomate	'Estrella'									
<i>Lycopersicon esculentum</i>										
Tomate	'Master F1'									
Tomate	'Roma'									
Kapuzinerkresse	'Niedere'									
<i>Tropaeolum majur</i>										
Kapuzinerkresse	'Rankende'									
Kapuzinerkresse	'Whirlybird Scarlett'									
Sonnenblume	'Frankasol'									
<i>Helianthus annuus</i>										
Sonnenblume	'Goldener Neger'									
Sonnenblume	'Riesen-Sonnenbl.'									

Kenngroßen der Ozonbelastung (50-, 75-, 90-, 95-, 99-Perzentile, tägliches Maximum, höchster 8-h-Mittelwert/Tag, AOT40 (kumulierte Dosis >40 ppm während der Tageslichtzeit) werden aus Ozondaten der ca. 2 km entfernten Immissionsmessstation des Luftmessnetzes der LfU Baden-Württemberg (s. Karte) berechnet.

Zusammenfassung

Zur Differenzierung von Blattschädigungen durch organische Lacklösemittel-Immissionen in einem anlagenbezogenen Messnetz werden unter anderem charakteristische Schäden durch Photooxidantien an exponierten Bioindikatorpflanzen erfasst.

Oxidantenschädigungen an Tabak 'Bel-W3' sind relativ eng mit der O₃-Immissionsbelastung korreliert, ohne markanten Einfluss von Klimaparametern. Bei zahlreichen anderen Pflanzenarten (Buschbohne, Tomate, Kapuzinerkresse, Sonnenblume) zeigen die oxidantien-

bedingte Schädigungen (kleinflächige Nekrosen, Chlorosen, vorzeitige Seneszenz) einen meist deutlichen Schwellencharakter gegenüber der Immissionsbelastung durch Ozon.

Bei einigen Pflanzenspezies (z.B. Tomate) können die auftretenden Blattschädigungen zuverlässiger anhand der Schädigung von Tabak 'Bel-W3' als durch eine Auswahl von Kenngrößen der Ozon-Belastung beschrieben werden. Damit wird die Repräsentanz der Wirkungsaussage der Tabak-Exposition [VDI 3957 Bl. 6] für andere (Kultur-)Pflanzen belegt.

Ergebnisse

Tabak: Das Ausmaß charakteristischer Oxidantenschädigungen am Tabak 'Bel W3' ist mit verschiedenen Kennzahlen der Ozon-Belastung hochsignifikant korreliert (Abb. 1). Die Integration von Klimaparametern (Temperatur, Luftfeuchte, Sättigungsdefizit der Luft VPD) in ein multiples Regressionsmodell verbessert diesen Zusammenhang nur geringfügig:

nur Ozon (95-Perzentil): $R^2 = 0,717$ ($p < 0,001$)

Ozon (95-Perzentil) + VPD: $R^2 = 0,741$ ($p < 0,001$)

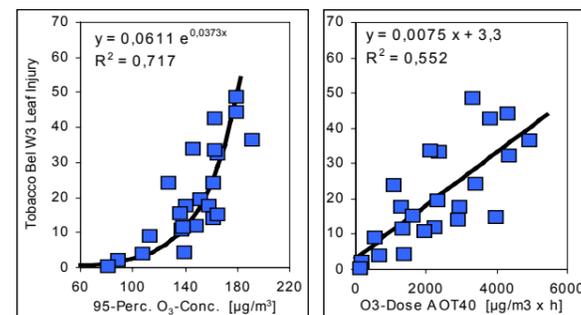


Abb. 1 Ausmaß der Oxidantenschädigung (% Blattschädigung) bei Tabak 'Bel W3' vs. Ozon-Belastung (95-Perzentil; AOT40). Jeder Datenpunkt repräsentiert den Mittelwert aller Freiland-Expositionsstationen eines Expositionsintervalles mit jeweils 12 - 22 Pflanzen.

Buschbohne: Bronzefarbene Nekrosen als typische Oxidantenschäden an den Bohnensorten 'Pinto' und 'Sanilac' [4] sind hochsignifikant ($p < 0,001$) mit der Ozon-Belastung (hier: 95-Perzentil) korreliert. 'Sanilac'-Bohnen reagieren oberhalb einer O₃-Schwellenkonzentration von ca. 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und zeigen geringere Blattschädigungen als 'Pinto' (Abb. 2).

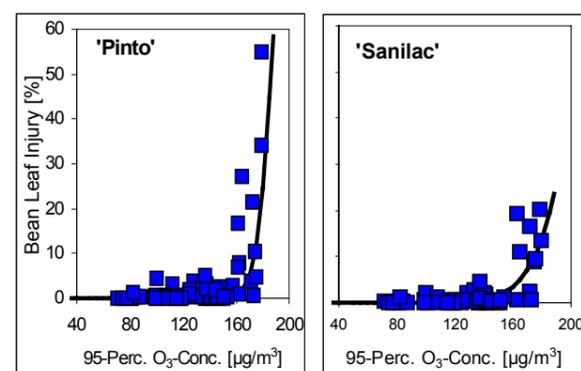


Abb. 2 Ausmaß der Oxidantenschädigung bei Buschbohne 'Pinto' (links, 1992-2000) und 'Sanilac' (rechts, 1994-2000) vs. O₃-Belastung (95-Perzentil). Jeder Datenpunkt repräsentiert den Mittelwert aller Freiland-Expositionsstationen eines Expositionsintervalles mit jeweils 16 - 48 Pflanzen x 4 Blättern

Literatur

- [1] KOSTKA-RICK, R.; MAIER-REITER, W.; SCHACHNER, J.; HAHN, H-U (1996): Biomonitoring von Lacklösemittel-Immissionen – Eine Herausforderung für die Bioindikation. ARNDT, U., FOMIN, A.; LORENZ, S. (Eds): Bioindikation – 1. Hohenheimer Workshop zur Bioindikation 1995; S. 257-264. G. Heimbach, Ostfildern.
- [2] VDI 3957, Blatt 6 (2000): Verfahren der standardisierten Tabak-Exposition. Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation). Entwurf 11/2000. KfDL in VDI und DIN. Beuth, Berlin.
- [3] ARNDT, U et al. (1985): Standardisierte Exposition von pflanzlichen Reaktionsindikatoren. Staub – Reinhaltung der Luft 45(10):481-483.
- [4] DAVIS, DD; KRESS, LW (1974): The relative susceptibility of ten bean varieties to ozone. Plant Disease Reporter 58:14-16.

Die seit 1992 laufenden Untersuchungen zum Biomonitoring von Lacklösemittel-Immissionen werden im Auftrag der Daimler-Chrysler AG, Sindelfingen, durchgeführt

Andere Pflanzenarten

Bei der Kapuzinerkresse 'Whirlybird Scarlett' treten bei O₃-Konzentrationen (95-Perzentil)

>100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vermehrt Chlorosen (>10 % der Blattfläche; $p < 0,01$), >160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ verstärkt kleinflächige Nekrosen (>1 %, $p < 0,001$)

als oxidantienbedingte Blattschädigungen (Abb. 3) auf. Die Reaktionsschwelle liegt damit ähnlich, z.T. auch niedriger als bei den, als empfindliche Ozon-Indikatorpflanzen eingesetzten Bohnensorten.



Abb. 3 Blattschädigung bei Kapuzinerkresse 'Whirlybird Scarlett' nach Oxidantienbelastung im Messnetz (links) und in kontrollierter O₃-Begasung mit 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (8-h-Mittel; rechts)

Bei Sonnenblumen zeigen alle 3 Sorten (vgl. Tab. 1) eine signifikante, lineare Erhöhung von Blattschädigungen (kleinflächige Blattnekrosen + Chlorosen) mit steigenden Ozon-Konzentrationen (95-Perzentil-Wert >150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) bzw. bei maximalen 1/2-h-Werten von >200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Wesentlich schwächer ist die Abhängigkeit der Blattschädigung von der Ozon-Konzentration bzw. -Dosis bei den 3 untersuchten Tomatensorten (Abb. 4a).

Deutlicher und statistisch signifikant ($p < 0,01$) ist dagegen der Zusammenhang zwischen Blattschädigung (Chlorosen + Seneszenz) bei allen 3 Tomatensorten und bei Tabak 'Bel-W3'. Blattschädigungen bei Tomaten mit 4-20 % der Blattfläche treten gemeinsam mit typischen Oxidantenschädigungen beim Tabak von >20 % auf (Abb. 4b).

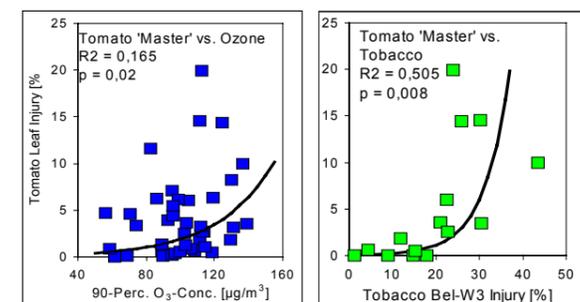


Abb. 4 Blattschädigung bei Tomate 'Master' in Relation [a] zur O₃-Konzentration (90-Perzentilwerte, links) und [b] zum Ausmaß der Oxidantenschädigung bei Tabak 'Bel W3' (rechts). Jeder Datenpunkt repräsentiert den Mittelwert aller Freiland-Expositionsstationen eines Expositionsintervalles mit jeweils 7-20 Pflanzen x 5 Blattpaaren.

Fazit

Das Ausmaß der Oxidantenschädigung beim Tabak 'Bel-W3' kann eine zuverlässigere Risikoabschätzung für Pflanzenschäden an bestimmten Kulturpflanzenarten (z.B. Tomate) liefern, als dies mit verschiedenen Kenngrößen der einwirkenden Ozon-Konzentration möglich ist.