

Akute Immissionsschäden - Schadsymptome an Fichten

ALFRED FÜRST

Akute Immissionsschäden in Österreich sind im Vergleich zu den 1980er Jahren selten geworden (Fürst et al. 2003). Wenn sie auftreten sind die Ursachen entweder Unfälle oder nicht beherrschte Technologie bei neu errichteten Anlagen oder bei Verfahrensänderungen in bestehenden Anlagen. 2012 konnten in Österreich zwei Fälle mit sichtbaren akuten Nadelschäden festgestellt werden.

Schwefel

Als Makronährstoff ist Schwefel Bestandteil vieler stoffaufbauender und stoffwechselaktiver Verbindungen. Er ist in schwefelhaltigen Aminosäuren (Methionin, Cystein und Cystin) enthalten und somit auch unentbehrlicher Proteinbestandteil, so ist über 90% der organischen Schwefels als Eiweiß gebunden (Bergmann 1983). Nicht reduzierter Schwefel – vorwiegend Calciumsulfat und im Zellsaft gelöste Sulfate – dienen als Schwefelspeicher. Die Versorgung der Pflanze erfolgt sowohl über die Wurzeln (als Sulfat) als auch in Form von Schwefeldioxid über die Assimilationsorgane. Dieser über die Spaltöffnungen der Blätter aufgenommene Schwefelanteil kann beträchtlich sein und bei einzelnen Pflanzen bis zu 70% betragen (Linser et al. 1964) - allerdings ist Schwefeldioxid für die Pflanze stark giftig und hemmt besonders die

Photosynthese. Die Akkumulation in den Blättern und Nadeln ermöglicht die Feststellung von Schwefeldioxidimmissionseinwirkungen im Wald. Schwefeldioxid entsteht zum Beispiel bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen (Öl und Kohle), bei der Papiererzeugung und der Erzaufbereitung. In Österreich gibt es für den Schwefelgehalt in Fichtenadeln und Buchenblätter Grenzwerte in der Zweiten Verordnung gegen Forstschädliche Luftverunreinigungen, die zur Bewertung der Schwefelgehalte in den Assimilationsorganen verwendet werden (s. Tabelle 1). In der Abbildung 1 sind akute SO₂-Schadsymptome auf Fichte dargestellt. Das Schadereignis ist im März/April 2012 im Nahbereich eines Textilfasererzeugers aufgetreten. Erkennbar sind die Spitzennekrosen die windrichtungs-



Abbildung 1: Schwefeldioxidschaden auf Fichte



Abbildung 2: Lage der belasteten Punkte im Nahbereich eines Aluminiumrecyclingunternehmens (grün ≤ 0,8 mg%F; gelb >0,8 bis ≤ 2 mg%F; rot > 2 mg%F im ersten Nadeljahrgang)

abhängig am Ast verteilt sind. Die abgestorbenen Nadelteile behalten ihre Form, das Gewebe fällt nicht zusammen. Die Schwefelgehalte der abgebildeten Nadeln sind deutlich erhöht und liegen bei 0,3 %S in der Trockensubstanz.

Baumart	Element	Gehalt im		
		aktuellen Austrieb (C)	Vorjährigen Austrieb (C+1)	Vorvorjährigen Austrieb (C+2)
Fichte	Schwefel	0,11 %S	0,14 %S	0,17 %S
	Fluor	0,8 mg%F	1,0 mg%F	1,0 mg%F
Buche	Schwefel	0,08 %S		
	Fluor	0,8 mg%F		

Fluor

Fluor wird zumeist als Fluorwasserstoff (HF), Siliciumtetrafluorid (SiF₄) oder als fluoridhaltigen Staub emittiert. Fluorwasserstoff ist der pflanzengiftigste Luftschadstoff, der aber nur im Nahbereich von Emittenten Bedeutung hat. Die Fluoraufnahme erfolgt meist direkt über die Stomata. HF löst sich im Zellwandwasser und wird mit dem Saftstrom bzw. Transpirationsstrom zu den Blatt-rändern und -spitzen weitertransportiert, als Folge treten Spitzen- und Randnekrosen auf. HF ist ein Breitbandenzymhemmer dh. er hemmt Enzyme, die Calcium und Magnesium als Kofaktor benötigen, durch Abbindung dieser Elemente. Weitere Wirkungen sind pH-Absenkung des Zellsaftes (bei HF), Atmungshemmung bzw.

auch Atmungssteigerung (bei niedrigen Konzentrationen) und Chlorophyllabbau (Garber 1964, Chong 1975). Wichtige Emittenten sind die Glas-, Keramik- und Ziegelindustrie, Aluminiumindustrie, Düngemittelerzeugung sowie die metallverarbeitende Industrie. Fluorverbindungen können auch bei der thermischen Verwertung von Kunststoffen eine Rolle spielen. Ebenso wie für Schwefel gibt es auch für Fluor Grenzwerte für Fichtenadeln und Buchenblätter (s. Tabelle 1). Die Schäden wurden im Nahbereich eines Aluminiumrecyclingunternehmens verursacht (siehe Abbildung 2) - hier wird Aluminiumkrätze aufbereitet. Es handelt sich um ein Abfallprodukt der Aluminiumerzeugung und besteht hauptsächlich aus



Abbildung 3: Fluorschaden auf Fichte

Aluminium, Aluminiumoxid, Aluminiumnitrid, Chloride und Fluoride. Bei unsachgemäßer Behandlung kann sich die Aluminiumkrätze selbstentzünden. Diese Brände sind schwer zu löschen und laufen bei hohen Temperaturen ab und können nicht mit Wasser gelöscht werden. Dabei können sich die in der Aluminiumkrätze enthaltenen Salze zersetzen und flüchtige Fluoride bilden. Akute Schadsymptome sind in der Abbildung 3 dargestellt (Schadereignis Juni/Juli 2012). Auch hier handelt es sich Spitzen- und Nadelnekrosen deren Intensität und Häufigkeit von der Windrichtung abhängig ist. Zum Unterschied zu Schwefel-immissionseinwirkungen fällt aber das abgestorbene Gewebe zusammen und sieht vertrocknet aus.

Linktipp
Österreichisches Bioindikatornetz:
www.bioindikatorenetz.at

Literatur
 Bergmann W. (1983): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen – Entstehung und Diagnose, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
 Chong W. C. (1975): Responses of Plants to Air Pollution – Fluorides, Academic Press New York, San Francisco, London. 57-95.
 Fürst A., Smidt S. and Herman F. (2003): Monitoring the impact of sulphur with the Austrian Bioindicator Grid, Environm. Poll. 125/2003, 13-19.
 Garber K. (1964): Über die Wirkung des Fluors in der Luft auf Pflanzen. In: Toxikologie des Fluors, Schwabe und CO Verlag Basel/Stuttgart, 149-157.
 Linser H., Kühn H. und Schlägl G. (1964): Eine Feldmethode zur Untersuchung von Schwefel- und Stickstoffmangel, Proc. V. Simp. Intern. di Agrochim. su „Lozoflo in agrochimica“ 90-102.
 Zweite Verordnung gegen Forstschädliche Luftverunreinigungen BGBl.: 199/1984.

Kontakt
 Alfred Fürst, Bundesforschungszentrum für Wald, Institut für Waldschutz, Abteilung Immissions- und Pflanzenanalyse, Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien, Telefon: 01-87838-1114

alfred.fuerst@bfw.gv.at
 bfw.ac.at