

Monitoring von atmosphärischen Stoffeinträgen mit Baumborken

I. Methodische Grundlagen

Horst Schulz

Department Bodenökologie, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH, Theodor-Lieser-Strasse 4, 06120 Halle

Einführung

Kiefernwälder sind in Mittel-, Nord- und Osteuropa weit verbreitet. Die Borken von Waldkiefern (*Pinus sylvestris* L.) sind aufgrund ihrer porösen und chemisch inerten Oberfläche ein exzellentes Adsorbens für anorganische sowie organische Elemente bzw. ihre Verbindungen. Am UFZ wurde die von Stöcker (1993) beschriebene Borkenanalyse weiter entwickelt. Die Methode kann auch zur Bestimmung von multiplen Stoffeinträgen in Kiefernforsten eingesetzt werden. Gegenüber vergleichbaren Verfahren, wie z.B. die Bestimmung von Depositionsraten mit Bulksammlern, besteht die Verwendung von Baumborken als Passivsammler durch relativ geringen Kostenaufwand in der technischen Durchführung von Depositionsmessungen besonders bei langfristigen Untersuchungen zur zeitlichen und räumlichen Veränderung des Depositionsgeschehens sowie zur Identifizierung von Emittenten. Im forstlichen Umweltmonitoring gewinnt daher die Erfassung von atmosphärischen Stoffeinträgen mit Kiefernorken zunehmend an Bedeutung.



Abb.1 Poröse Borkenoberfläche von einer 80-jährigen Kiefer. Die äußere Borkenschicht wird ca. alle zwei Jahre abgestoßen. Zuverlässige Aussagen zur zeitlichen Veränderungen des Stoffeintrages sind dennoch für kürzere Zeiträume möglich.



Abb.2 Entnahme von Borkenproben mit einem speziell dafür konstruierten Probenehmer in 0,5 mm Profiltiefe an der nicht von Flechten besiedelten Stammhälfte. Für repräsentative Aussagen werden maximal 25 Bäume beprobt und die Einzelproben zu einer Mischprobe vereinigt. Der Variationskoeffizient variiert abhängig von Element (Cd, Pb, Cr, usw.) oder Verbindung (SO₄S, NH₄N, g-HCH, Benzo(a)pyren) zwischen 8.5 bis 13.4 % (SCHULZ et al. 2001).

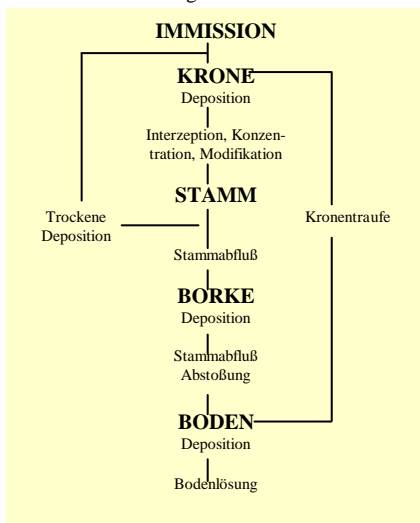


Abb.3 Einordnung der Borke in die immissionsabhängigen Stoffpöole und Stoffflüsse (modifiziert nach STÖCKER 1993)

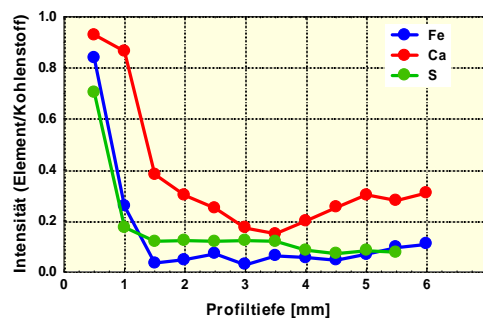


Abb.4 Verteilung ausgewählter Elemente in einem Borkenprofil. Die mit Hilfe der Laser ICP-MS registrierten und auf ¹³C bezogenen Intensitäten zeigen, dass die atmosphärischen Stoffe unmittelbar auf der Borkenoberfläche abgelagert bzw. adsorbiert werden. Die Anwendung der Borkenanalyse als Monitoring Verfahren erfordert daher eine standardisierte Probennahme unter Verwendung des in **Abb.2** abgebildeten Probenehmers.

Nichtlineare Regressionsgleichungen zur Bestimmung von Depositionsraten in (kg ha⁻¹ a⁻¹).

$$\text{SO}_4\text{S} = 8,4597 + 19,9282 * \log_{10} (\text{SO}_4\text{S}) \text{ mg g}^{-1} \text{ Borke}$$

$$\text{NO}_3\text{N} = 48,867 + 40,746 * \log_{10} (\text{NO}_3\text{N}) \text{ mg g}^{-1} \text{ Borke}$$

$$\text{NH}_4\text{N} = 12,331 + 13,536 * \log_{10} (\text{NH}_4\text{N}) \text{ mg g}^{-1} \text{ Borke}$$

Die Kalibrierfunktionen wurden durch Parallelmessungen mit Bulk-Sammlern in Kiefernbeständen entlang eines Depositionsgradienten ermittelt (modifiziert n. SCHULZ et al. (1997).

Literatur

- STÖCKER, G. (1993): Elementgehalte von Kiefern- und Fichtenborke–Indikation der Immissionsbelastung von Nadelwaldökosystemen. *Archiv. Nat.-Lands.* 33, 141-156.
- HUHN, G., SCHULZ, H., STÄRK, H.-J., TÖLLE, R. and SCHÜÜRMAN, G. (1995): Evaluation of regional heavy metal deposition by multivariate analysis of element contents in pine tree barks. *Water, Air, and Soil Pollution.* 84, 367-383.
- SCHULZ, H., HUHN, G., SCHÜÜRMAN, G., NIEHUS, B. and LIEBERGELD, G. (1997): Determination of throughfall rates on the basis of pine tree barks: results of a field study. *J. Air & Waste Management. Association.* 47, 510-516.
- SCHULZ, H., POPP, P., HUHN, G., STÄRK, H.-J. and SCHÜÜRMAN, G. (1999): Biomonitoring of airborne inorganic and organic pollutants by means of pine tree barks. I. Temporal and spatial variations. *J. of the Total Environment.* 232, 49-58.
- SCHULZ, H., SCHULZ, U., HUHN, G. and SCHÜÜRMAN, G. (2000): Biomonitoring of airborne inorganic and organic pollutants by means of pine tree barks. II. Deposition types and impact levels. *J. Applied Botany.* 74, 248-253.
- SCHULZ, H., GEHRE, M., HOFMANN, D. and JUNG, K. (2001): Nitrogen isotope ratios in pine bark as an indicator of N emissions from anthropogenic sources. *Environmental Monitoring and Assessment.* 69, 283-297.
- SCHULZ, H., GEHRE, M. und RUSSOW, R. (2017): Natürliche Isotopenverhältnisse des Stickstoffs zur Bioindikation in Kiefern-Wald-Ökosystemen. *Hercynia.* 50, 99-114.