

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Biologische Messverfahren zur Ermittlung und
Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen
(Biomonitoring)
Erfassen von Stickstoffanreicherungen in der
Blattflechte *Parmelia sulcata* zum Nachweis
von Immissionswirkungen

VDI 3957
Blatt 18
Entwurf

Biological measuring techniques for the determination and evaluation of effects of air pollutants (biomonitoring) – Determination of nitrogen accumulation in the foliose lichen *Parmelia sulcata* detecting effects of ambient air pollutants

Einsprüche bis 2014-10-31

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal <http://www.vdi.de/einspruchportal>
- in Papierform an
Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN
Fachbereich Umweltqualität
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Begriffe	3
3 Grundlage des Verfahrens	3
4 Strategie der Beprobung	4
5 Durchführung des Verfahrens	5
5.1 Trägerbäume	5
5.2 Probenahme	5
5.3 Probenaufbereitung	5
6 Beurteilung der Stickstoffgehalte	5
6.1 Statistische Auswertung	6
6.2 Interpretation der Ergebnisse	6
7 Dokumentation	6
8 Qualitätssicherung	6
Anhang Probenahmeprotokoll	8
Schrifttum	9

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL
Fachbereich Umweltqualität

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a: Maximale Immissions-Werte

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie waren beteiligt:

Dr. *Harald Bartholmeß*, Stuttgart

Dr. *Christian Dolnik*, Molfsee

Dr. *Isabelle Franzen-Reuter*, Düsseldorf

Dr. *Volker John* (Vorsitzender), Bad Dürkheim

Dr. *Michael Lakatos*, Kaiserslautern

Dr. *Norbert J. Stapper*, Monheim

Dr. *Klaus Stetzka*, Tharandt

Dr. *Horst Tremp*, Herrenberg

Prof. Dr. *Roman Türk*, Salzburg

Prof. Dr. *Ute Windisch*, Gießen

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3957.

Einleitung

Flechten sind wechselfeuchte Organismen, die Wasser und die darin gelösten Nähr- und Schadstoffe aufnehmen. Sie reagieren sensitiv auf Luftschadstoffe. Insbesondere epiphytische Flechten werden seit vielen Jahrzehnten als Bioindikatoren im aktiven und passiven Monitoring von Immissionswirkungen, verwendet [1 bis 6]. Saure Immissionen, allen voran Schwefeldioxid, konnten in den westlichen Industrienationen in vergangenen Jahrzehnten erheblich gemindert werden. In der Folge kehrten viele Epiphyten wieder in die Zentren der Großstädte zurück, in denen zuvor häufig gar keine epiphytischen Flechten und Moose überleben konnten. Diese Rückkehr verlief jedoch nicht in Umkehr der Verdrängung, vielmehr breiteten sich insbesondere nährstofftolerante Arten rasch aus und bestimmen auch heute sowohl in Städten als auch im ländlichen Raum vielfach das Bild. Ursache hierfür sind atmosphärische Einträge von mineralischen Stickstoffverbindungen, die zu einer

lokal teils erheblichen Eutrophierung der Umwelt geführt haben. Ein Vergleich der Stickstoffdeposition mit den Critical Loads für Eutrophierung zeigt, dass die Critical Loads immer noch auf fast der gesamten Fläche empfindlicher Ökosysteme in Deutschland überschritten werden [7].

Die negativen Wirkungen der Eutrophierung auf Ökosysteme durch luftgetragene Nährstoffe sind vielfältig und gut dokumentiert, siehe u.a. [8 bis 11]. Infolge der gewandelten Immissionssituation hat sich die epiphytische Flechtenflora in weiten Gebieten Mitteleuropas stark zugunsten eutrophierungstoleranter Arten verändert [12 bis 21]. Die meisten Flechtenspezies reagieren empfindlich auf reaktiven Stickstoff, insbesondere Ammoniak, der bei landwirtschaftlicher Tierhaltung und in geringerer Menge in Abgaskatalysatoren von Kraftfahrzeugen entsteht [22]. Je höher die Ammoniakimmission bzw. die Verkehrsbelastung eines Standorts, desto höher ist der Anteil von Nährstoffzeigerarten, während gegenüber Eutrophierung empfindliche Flechten weniger häufig nachgewiesen werden [20; 21; 23; 24]. Für Flechten betragen die Jahresmittelwerte der Critical Level für Ammoniak $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für NO_x – wie bei den Höheren Pflanzen – $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [25].

Zusätzlich zur Veränderung des Artenspektrums eignet sich auch der Gesamtgehalt an Stickstoff (N) im Flechtenthallus als messbare Größe, um die Wirkung eutrophierender Immissionen zu erfassen [26 bis 34]. Die Blattflechte *Parmelia sulcata* Taylor erwies sich hierfür als besonders geeignet, weil ihr N-Gehalt mit der Höhe des Stickstoffeintrags (z. B. Nitrat, Ammonium, Ammoniak) korreliert [27; 34; 35].

1 Anwendungsbereich

Der Anwendungsbereich des Verfahrens liegt in der Erfassung biologischer Wirkungen eutrophierender Immissionen anhand von Stickstoffanreicherungen in der Blattflechte *Parmelia sulcata*. Die Richtlinie ist somit begrenzt auf Gebiete mit epiphytischen Vorkommen von vitalen Exemplaren dieser Flechte, die zu den häufigsten epiphytischen Blattflechten in Mitteleuropa zählt.

Die Richtlinie kann beispielsweise für folgende Zielsetzungen herangezogen werden:

- räumlich differenzierte Erfassung von biologischen Wirkungen atmosphärischer Stickstoffeinträge im städtischen oder ländlichen Raum (z. B. bei Hinweisen auf Grenzwertüberschreitungen nach der 39. BImSchV oder der TA Luft)