

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Biologische Messverfahren zur Ermittlung und
Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen
(Bioindikation)

VDI 3957

Blatt 17

Aktives Monitoring der Schwermetallbelastung mit
Torfmoosen (*Sphagnum*-bag-technique)

Entwurf

Biological measurement techniques for determination and evaluation of the effects of ambient air pollution (bioindication) – Active monitoring of the heavy metal load with peat moss (*Sphagnum*-bag-technique)

Einsprüche bis 2008-07-31

- vorzugsweise in Tabellenform als Datei per E-Mail an krdl@vdi.de
Die Vorlage dieser Tabelle kann abgerufen werden unter <http://www.vdi-richtlinien.de/einsprueche>
- in Papierform an
Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Grundlage des Verfahrens	3
2 Methode	3
2.1 Auswahl, Beschaffung und Vorbereitung der Moosproben	3
2.2 Exposition	4
2.3 Chemische Analyse	4
3 Bewertung der Ergebnisse	5
3.1 Normalwert	5
3.2 Schwellenwert für immissionsbedingte Anreicherungen	5
3.3 Prüfwert	5
3.4 Verbale Beurteilung	5
Schrifttum	6

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltqualität
Arbeitsgruppe Wirkungsfeststellung an Niederen Pflanzen

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1a: Maximale Immissions-Werte
VDI-Handbuch Biotechnologie, Band 2: Umwelt-Biotechnologie

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-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie waren beteiligt:

Dr. *Harald Bartholmeß*

Dipl.-Geogr. *Walter Erhardt*

Prof. Dr. *Jan-Peter Frahm*

Dr. *Isabelle Franzen-Reuter*

Dr. *Volker John* (Obmann)

Prof. Dr. *Ulrich Kirschbaum*

Dr. *Norbert J. Stapper*

Dr. *Klaus Stetzka*

Dipl.-Biol. *Wolf R. Thiel*

Prof. Dr. *Roman Türk*

Prof. Dr. *Ute Windisch*

Prof. Dr. *Volkmar Wirth*

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

Einleitung

Zunehmende anthropogene Verschmutzung nahezu aller Ökosysteme und die damit einhergehenden negativen Auswirkungen auf Pflanzen, Tiere und Menschen führten zum Aufbau umfangreicher Monitoringprogramme zur kontinuierlichen Überwachung der Umweltsituation. Eine wichtige Aufgabe der Umweltüberwachung ist die Indikation von Schwermetalleinträgen. Während von den 96 bekannten Schwermetallen einige zu den essentiellen, das heißt in bestimmten Konzentrationsbereichen lebensnotwendigen Pflanzennährstoffen (z. B. Kupfer, Mangan und Zink) zählen, wirken andere, z. B. Blei, Cadmium, Chrom und Quecksilber, bereits in sehr geringen Konzentrationen toxisch [1]. Da herkömmliche Methoden, die überwiegend auf physikalisch-chemischen Messungen beruhen, aufgrund eines hohen Materialeinsatzes und erheblichen Personalaufwands sehr kostenintensiv sind, kommen alternative Methoden unter Einbeziehung lebender Organismen zur Beobachtung der Um-

weltsituation, sogenannte Bioindikatoren, immer häufiger zum Einsatz.

Aufgrund ihrer anatomischen und physiologischen Voraussetzungen eignen sich Moose als Bioindikatoren für Schwermetallbelastungen besser als die meisten Blütenpflanzen [2; 3; 4]:

- Die meisten Moose sind immergrün und mehrjährig und können somit ganzjährig als Bioindikatoren fungieren.
- Das Fehlen einer echten Kutikula und einer differenzierten Epidermis ermöglicht die direkte Aufnahme der Schwermetalle durch die Moosoberfläche.
- Moose besitzen keine zur Stoffaufnahme aus dem Boden ausgebildeten Organe; sie absorbieren Mineralien, Nährstoffe und Wasser direkt aus der Luft.
- Die Moosoberfläche besitzt negativ geladene Gruppen, die als effektive Kationenaustauscher agieren.
- Moose können Schwermetalle in einer Konzentration speichern, die für andere Pflanzen toxisch ist, ohne dass dies einen Einfluss auf den Zellstoffwechsel hat. Sie wirken dabei als Akkumulationsindikatoren für nasse und trockene Deposition sowie für gasförmige Stoffe.
- Zahlreiche Moosarten sind sehr widerstandsfähig und können regenarme Perioden, Frost und weitere, für andere Pflanzen oft lebensbedrohliche Situationen überleben.
- Die weiten Areale von Moosarten erlauben, sich bei großräumigen Untersuchungen auf dieselbe Art zu beziehen.
- Viele Moosarten sind schwermetallresistent und wachsen auch in belasteten Gebieten.

Die angeführten Vorteile des Biomonitorings unter Einsatz von Moosen wurden von zahlreichen Autoren bestätigt. Zusammenstellungen von Moosen als Biomonitoring für Schwermetalldepositionen wurden u. a. publiziert von [4; 5; 6; 7; 8].

In der Umweltüberwachung werden grundsätzlich zwei Verfahren des Monitorings unterschieden:

- **Passives Monitoring:**
Beobachtung von Indikatororganismen in der Umwelt, das heißt an wildwachsenden bzw. -lebenden Organismen im Freiland
- **Aktives Monitoring:**
Standardisierte Testorganismen werden in die Umwelt eingebracht.