

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Biologische Messverfahren zur Ermittlung
und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen
(Biomonitoring)
Flächenbestimmung epiphytischer Flechten und Moose zum
Nachweis von Umweltveränderungen

VDI 3957
Blatt 8
Entwurf

Biological measuring techniques for the determination and evaluation of effects of air pollutants (biomonitoring) – Determination of the growth rate of epiphytic lichens and bryophytes for monitoring of environmental changes

Einsprüche bis 2014-03-31

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal <http://www.vdi.de/einspruchsportal>
- 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 Normative Verweise	3
3 Begriffe	3
4 Durchführung des Verfahrens	3
4.1 Auswahl geeigneter Aufnahmeflächen	3
4.2 Anfertigung der Erstaufnahme	3
4.3 Anfertigung einer Folgeaufnahme	4
4.4 Vorbereitung der computergestützten Auswertung	4
5 Interpretation der Ergebnisse	5
Anhang Anwendungsbeispiele	5
A1 Auswirkungen experimenteller Stickstoffgaben auf die Epiphytenflora in Dauerbeobachtungsflächen	5
A2 Flächenbestimmung epiphytischer Flechten zur immissionsökologischen Langzeitbeobachtung im Rahmen eines Dauerbeobachtungsprogramms in Hessen	7
A3 Flechtenkartierungen in der Region Stuttgart 1983 bis 2008	7
Schrifttum	10

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*, Kiel

Dr. *Isabelle Franzen-Reuter*, Düsseldorf

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

Jun.-Prof. 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 und Moose nehmen als wechselfeuchte Organismen Wasser und die darin gelösten Nähr- und Schadstoffe passiv über ihre gesamte Oberfläche auf. Die Konzentration, Dauer und der Art der Schadstoffbelastung sowie die artspezifische Widerstandsfähigkeit der Flechten bestimmen neben mikroklimatischen und anderen abiotischen Faktoren ganz wesentlich, welche Arten an einem Standort überleben oder sich dort dauerhaft etablieren können. Aus diesem Grund eignen sich insbesondere epiphytische Flechten und Moose hervorragend als Monitororganismen zur räumlich differenzierten Wirkungserfassung von Luftschadstoffen [1 bis 3]. Während die aktuellen Kartierungsverfahren für Moose und Flechten (VDI 3957 Blatt 12 und VDI 3957 Blatt 13) die standardisierte Erfassung der Flechten bzw. Moosdiversität erlauben, ist das vorliegende Verfahren für detaillierte Beobachtungen der Entwicklung einzelner Flechten- und Moosindividuen im zeitlichen Verlauf geeignet. Hierbei wird die Fläche einzelner Individuen erfasst. Hierzu wurde eine Methode aufge-

griffen und modifiziert, die von *Hurka* und *Winkler* [4] sowie von *Wirth* und *Brinckmann* [5] erstmals unter immissionsökologischen Gesichtspunkten verwendet wurde. Eine Möglichkeit der digitalen Auswertung wurde von *Kirschbaum* et al. vorgelegt [20]. Sowohl immissionsbedingte Veränderungen im Flechtenwachstum an Baumborken [6 bis 14] als auch die Wirkungen applizierter Wirkstoffe auf individuelle Flechten und Moose [15; 16] können mit diesem Verfahren im zeitlichen Verlauf dargestellt werden.

1 Anwendungsbereich

Das hier beschriebene Verfahren der flächengenauen Erfassung von Flechtenthalli und Moosindividuen kann zur Bearbeitung folgender Fragestellungen angewendet werden:

- Nachweis der potenziellen Schädigung empfindlicher Pflanzen (z.B. Baumschulen, Kulturpflanzen) und Ökosysteme (z.B. Heide, Moor, Wald) durch Stickstoffdeposition im Rahmen von Genehmigungsverfahren nach TA Luft
- Dokumentation der Wirkung von Umweltereignissen, z.B. vor und nach der Inbetriebnahme von potenziellen Emittenten
- Dokumentation des Risikos eutrophierender Luftverschmutzung für die Vegetation auch außerhalb städtischer Gebiete (vgl. Richtlinie 2008/50/EG)
- Lokale und kleinräumige Dokumentation der Lufthygiene und des Stadtklimas als komplementierende Maßnahme zu Dauermessstationen der Immissionsmessnetze mit Anlehnung an die neuen EU-Immissionsgrenzwerte und der 39. BImSchV); insbesondere geeignet für vorausschauende Umweltvorsorge und zukünftige Umweltentwicklungen zur Integration beispielsweise in Stadtklimagutachten, Bauleitplanung, Flächennutzungsplan und „Aktionspläne Luftreinhaltung“ (Eutrophierung, Versauerung).
- Dokumentation der Wirkung einer Störung anhand der Veränderung bestehender Flechten- und Moosgesellschaften
Eine Störung kann ein natürliches Umweltereignis sein (z.B. Brand, Windwurf, Infektion durch lichenicole Pilze, Insektenfraß) oder anthropogene Veränderungen, wie Immissionen, Applikationsexperimente oder Waldkalkungen.
- Dokumentation der primären Sukzession auf bis dahin unbesiedeltem Substrat
- Beobachtung der Veränderung oder der Sukzession bereits existierender Flechten- und Moosgesellschaften

- Beobachtung von Fluktuationen von Flechten- und Moosbeständen
- Beobachtung der Entwicklung ausgewählter Arten
- Monitoring klimatischer Veränderungen
- Beobachtung des Einflusses der Substratalterung oder ähnlicher Veränderungen auf die Sukzession der Flechten und Moose

Die Anzahl und zeitlichen Abstände der einzelnen Aufnahmen orientieren sich an der Geschwindigkeit, mit der sich der Bestand verändert. Die Veränderungen der Flechtenvegetation infolge von Immissionsbelastung kann innerhalb von wenigen Wochen oder Monaten bis zu mehreren Jahren verlaufen [6; 8; 16 bis 18].

Grundsätzlich eignet sich das Verfahren auch zur Erfassung der Veränderungen von Biofilmen aus epiphytischen Algen, Cyanobakterien und Pilzen.