

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Biologische Messverfahren zur Ermittlung und  
Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen  
(Biomonitoring)  
Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als  
Indikator für Luftgüte

VDI 3957  
Blatt 13  
Entwurf

Biological measurement procedures for determining and evaluating the effects of ambient air pollutions (biomonitoring) – Mapping the diversity of epiphytic lichens as an indicator of air quality

*Einsprüche bis 2022-03-31*

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal <http://www.vdi.de/3957-13>
- in Papierform an  
VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft  
Fachbereich Umweltqualität  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	2
<b>2 Normative Verweise</b> .....	3
<b>3 Begriffe</b> .....	3
<b>4 Grundlagen des Verfahrens</b> .....	3
<b>5 Durchführung des Verfahrens</b> .....	4
5.1 Zielsetzung .....	4
5.2 Festlegung der Probenahmeflächen .....	4
5.3 Verteilung der Probenahmeflächen .....	5
5.4 Trägerbäume .....	6
<b>6 Probenahmeverfahren</b> .....	7
6.1 Kriterien zur Auswahl der Baumarten .....	7
6.2 Aufnahme der Flechten am Baumstamm .....	7
<b>7 Auswertung der Daten zur Bestimmung des Luftgüteindex</b> .....	8
7.1 Liste der Flechtenarten, die als Eutrophierungszeiger zu behandeln sind .....	9
7.2 Berechnung der Flechtendiversitätswerte (FDW) .....	9
<b>8 Bewertung der Ergebnisse</b> .....	11
8.1 Bewertungsmethode .....	11
8.2 Weitere Differenzierung der lokalen Variabilität .....	12
8.3 Vergleich mit anderen Untersuchungen .....	13
8.4 Kartografische Darstellung .....	13
8.5 Wiederholung einer ausgeführten Untersuchung nach VDI 3799 Blatt 1 .....	13
<b>9 Qualitätssicherung</b> .....	13
9.1 Qualifikation der kartierenden Personen .....	13
9.2 Planung der Untersuchung .....	13
9.3 Dokumentation des Projekts und der Geländearbeit .....	13
<b>Anhang A</b> Beispiel für einen Erhebungsbogen .....	14
<b>Anhang B</b> Auswertung einer Kartierung nach VDI 3799 Blatt 1 .....	15
Schrifttum .....	16

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss  
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 Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Dr. *Harald Bartholmeß*, Stuttgart

Dr. *Andreas Beck*, München

Dr. *Christian Dolnik*, Molfsee

Dr. *Volker John*, Bad Dürkheim

Dr. *Michael Lakatos*, Kaiserslautern

Dr. *Norbert Stapper*, Monheim

Dr. *Klaus Stetzka*, Dresden

Dr. *Horst Tremp*, Herrenberg

Prof. Dr. *Roman Türk*, Salzburg

Prof. Dr. *Ute Windisch*, Gießen

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/3957](http://www.vdi.de/3957).

## Einleitung

Flechten reagieren empfindlich auf Belastungen aus der Umwelt, insbesondere Luftverschmutzung, Eutrophierung und Klimaänderungen [1 bis 15]. Die wichtigsten Gründe hierfür sind:

- Es existiert eine empfindliche Beziehung zwischen den Flechtensymbionten (ein oder mehrere Pilze, Algen und/oder Cyanobakterien sowie mutualistische Bakterien [16; 17]).
- Im Gegensatz zu Höheren Pflanzen besitzen Flechten keine Cuticula (Schutzschicht), weswegen Schadstoffe weitgehend ungehindert bis zu den Pilz- und Photobiontenzellen vordringen können.
- Die passive Aufnahme von Substanzen erfolgt direkt aus der Atmosphäre.
- Flechten sind bei niedrigen Temperaturen stoffwechselaktiv und können daher auch während der Wintermonate geschädigt werden.

- Viele Flechtenarten können nach Schädigungen nicht schnell regenerieren.

Umgekehrt ist die lokale Artendiversität der Flechten ein ausgezeichneter Indikator für die Belastung eines Standorts durch luftgetragene Schadstoffe [1; 3; 4; 11; 18; 19] oder auch von Veränderungen der mikroklimatischen Standortbedingungen.

Die Schädigung der Flechten durch Luftschadstoffe verläuft meist rasch. Doch wenn sich die Umweltbedingungen verbessern, können sie städtische und industrielle Gebiete innerhalb weniger Jahre wieder besiedeln, wie in vielen Gegenden Europas beobachtet wurde [20 bis 27].

Diese Richtlinie beschreibt ein standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Flechtendiversität auf Baumrinden. In kartografischen Darstellungen des Untersuchungsgebiets können Zonen mit unterschiedlicher Flechtendiversität voneinander abgegrenzt werden, die Rückschlüsse auf Gradienten hinsichtlich der Belastung mit Luftschadstoffen oder mikroklimatischer Ungunst zu einem bestimmten Zeitpunkt erlauben. Ebenso können Veränderungen der Flechtendiversität und -abundanz gegenüber einer vorangegangenen Erhebung dazu genutzt werden, um Veränderungen der Umweltbedingungen im Untersuchungsgebiet zu dokumentieren.

Zur einheitlichen Beschreibung der Umweltbelastung im Anwendungsgebiet der Richtlinie wird auf Grundlage der Flechtendiversität die in fünf Stufen eingeteilte Luftgüte ermittelt.

## 1 Anwendungsbereich

Die standardisierte Kartierung epiphytischer Flechten ermöglicht räumliche und zeitliche Vergleiche des Flechtenvorkommens. Sie gibt Auskunft über die Lebensbedingungen für diese Organismen im Untersuchungsgebiet.

Eine standardisierte Erfassung von Flechtenarten ermöglicht

- den Nachweis, die Bewertung und die Dokumentation von Wirkungen durch Luftschadstoffe und standortklimatische Beeinträchtigungen auf die belebte Umwelt in einem konkreten lokalen oder regionalen Bereich auch im Sinne eines „Frühwarnsystems“;
- die Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit kommunaler und regionaler Behörden durch das Aufzeigen eines allgemeinen Bedarfs an umweltbewusstem Verhalten und an Maßnahmen zur effizienteren Frischluftzufuhr im Siedlungsbereich und
- eine rechtzeitige Planung von angepassten Standortkonzepten in Forstwirtschaft, Städte-

bau, Naturschutz und Landschaftsplanung sowie einer nachhaltigen Pflege- und Bewirtschaftungsweise von Nutz- und Grünflächen.

Das Verfahren ist kompatibel mit europäischen Vorgaben (siehe DIN EN 16413) und auf die Verhältnisse von Mitteleuropa abgestimmt.

Die Richtlinie richtet sich an Genehmigungs- und Überwachungsbehörden und insbesondere an ausführende Anwender wie Umweltingenieurbüros.