

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

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

VDI 3957
Blatt 13 / Part 13

Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten
als Indikator für Luftgüte

Biological measuring techniques for the
determination and evaluation of effects of
air pollutants (biomonitoring)

Mapping the diversity of epiphytic lichens
as an indicator of air quality

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesan-
zeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.*

*The draft of this standard has been subject to public scrutiny
after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).*

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

*The German version of this standard shall be taken as authori-
tative. No guarantee can be given with respect to the English
translation.*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	3
Einleitung.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4
2 Normative Verweise.....	5
3 Begriffe	5
4 Grundlagen des Verfahrens	5
5 Durchführung des Verfahrens	7
5.1 Zielsetzung.....	7
5.2 Festlegung der Probenahme- flächen	7
5.3 Verteilung der Probenahme- flächen.....	9
5.4 Trägerbäume	11
6 Probenahmeverfahren	13
6.1 Kriterien zur Auswahl der Baumarten	13
6.2 Aufnahme der Flechten am Baumstamm	13
7 Auswertung der Daten zur Bestimmung des Luftgüteindex	16
7.1 Liste der Flechtenarten, die als Eutrophierungszeiger zu behandeln sind.....	16
7.2 Berechnung der Flechtendiversitätswerte (FDW)	16
8 Bewertung der Ergebnisse	19
8.1 Bewertungsmethode.....	19
8.2 Weitere Differenzierung der lokalen Variabilität	22
8.3 Vergleich mit anderen Untersuchungen	23
8.4 Kartografische Darstellung	23
8.5 Wiederholung einer ausgeführten Untersuchung nach VDI 3799 Blatt 1	23

Contents	Page
Preliminary note.....	3
Introduction.....	3
1 Scope.....	4
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Principles of the procedure	5
5 Implementation of the procedure	7
5.1 Objective.....	7
5.2 Determination of the sampling areas	7
5.3 Distribution of sampling areas.....	9
5.4 Sample trees.....	11
6 Sampling procedure	13
6.1 Criteria for the selection of tree species	13
6.2 Recording the lichens on the tree trunk ...	13
7 Evaluation of the data for the determination of the air quality index	16
7.1 List of lichen species to be treated as indicators of eutrophication	16
7.2 Calculation of Lichen Diversity Values (FDW).....	16
8 Evaluation of the results	19
8.1 Valuation method.....	19
8.2 Further differentiation of local variability.....	22
8.3 Comparison with other studies	23
8.4 Cartographic representation.....	23
8.5 Repetition of an executed study according to VDI 3799 Part 1	23

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss
Fachbereich Umweltqualität

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

Inhalt	Seite
9 Qualitätssicherung	24
9.1 Qualifikation der kartierenden Personen.....	24
9.2 Planung der Untersuchung	24
9.3 Dokumentation des Projekts und der Geländearbeit	24
Anhang A Beispiel für einen Erhebungsbogen für eine Rasterfläche	25
Anhang B Auswertung einer Kartierung nach VDI 3799 Blatt 1	27
Schrifttum	29

Contents	Page
9 Quality assurance	24
9.1 Qualification of the mapping persons	24
9.2 Planning the survey.....	24
9.3 Documentation of the project and the field work.....	24
Annex A Example of a survey sheet for a grid area	26
Annex B Evaluation of a mapping according to VDI 3799 Part 1	27
Bibliography	29

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

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.

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].

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3957.

Introduction

Lichens are sensitive to environmental stresses, especially air pollution, eutrophication, and climate change [1 to 15]. The most important reasons for this are:

- A sensitive relationship exists between lichen symbionts (one or more fungi, algae and/or cyanobacteria, and mutualistic bacteria [16; 17]).
- In contrast to higher plants, lichens do not have a cuticle (protective layer), which is why pollutants can penetrate largely unhindered to the fungal and photobiont cells.
- Passive uptake of substances takes place directly from the atmosphere.
- Lichens are metabolically active at low temperatures and can therefore also be damaged during the winter months.
- Many lichen species cannot regenerate quickly after damage.

Conversely, the local species diversity of lichens is an excellent indicator of a site's exposure to airborne pollutants [1; 3; 4; 11; 18; 19] or of changes in site microclimatic conditions.

Damage to lichens by air pollutants is usually rapid. But when environmental conditions improve, they can recolonise urban and industrial areas within a few years, as has been observed in many areas of Europe [20 to 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, Städtebau, 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.

This standard describes a standardised procedure for determining lichen diversity on tree bark. In cartographic representations of the study area, zones with different lichen diversity can be delineated from each other, allowing conclusions to be drawn about gradients with regard to exposure to air pollutants or microclimatic disfavour at a given time. Likewise, changes in lichen diversity and abundance compared to a previous survey can be used to document changes in environmental conditions in the study area.

For a uniform description of the environmental pollution in the area of application of the standard, the air quality divided into five levels is determined on the basis of the lichen diversity.

1 Scope

Standardised mapping of epiphytic lichens allows spatial and temporal comparisons of lichen occurrence. It provides information on the living conditions for these organisms in the study area.

Standardised recording of lichen species enables

- the detection, assessment and documentation of effects of air pollutants and site climatic impairments on the living environment in a specific local or regional area, also in the sense of an “early warning system”,
- supporting the public relations work of municipal and regional authorities by highlighting a general need for environmentally conscious behaviour and for measures to improve the efficiency of fresh air supply in residential areas, and
- timely planning of adapted site concepts in forestry, urban development, nature conservation and landscape planning as well as sustainable maintenance and management of agricultural areas and green space.

The procedure is compatible with European specifications (see DIN EN 16413) and adapted to the conditions of Central Europe.

The standard is aimed at approving and supervisory authorities and, in particular, at implementing users such as environmental engineering firms.