

DIN EN 16413

Diese Norm ist Bestandteil des VDI/DIN-Handbuches Reinhaltung der Luft, Band 1 A.
ICS 13.040.20

**Außenluft –
Biomonitoring mit Flechten –
Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten;
Deutsche Fassung EN 16413:2014**

Ambient air –
Biomonitoring with lichens –
Assessing epiphytic lichen diversity;
German version EN 16413:2014

Air ambient –
Biosurveillance à l'aide de lichens –
Evaluation de la diversité de lichens épiphytes;
Version allemande EN 16413:2014

Gesamtumfang 37 Seiten

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16413:2014) wurde im Europäischen Komitee für Normung (CEN) in der Arbeitsgruppe WG 31 „Biomonitoring-Verfahren mit Moosen und Flechten“ (Sekretariat und Obmannschaft: Frankreich) des Technischen Komitees CEN/TC 264 „Luftbeschaffenheit“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) unter Mitwirkung deutscher Experten, die von der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL benannt worden sind, erarbeitet.

Nationale technische Regelsetzung zum Biomonitoring mit Pflanzen

Die Richtlinienreihe VDI 3957 beschreibt standardisierte biologische Messverfahren. Mit diesen Verfahren und aus den daraus resultierenden Beurteilungswerten können zeitliche und räumliche Verteilungen der Wirkungen von Luftverunreinigungen ermittelt und bewertet werden.

Die Richtlinienreihe VDI 3957 besteht aus folgenden Blättern:

- VDI 3957 Blatt 1, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) — Grundlagen und Zielsetzung*
- VDI 3957 Blatt 2, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) — Verfahren der standardisierten Graskultur*
- VDI 3957 Blatt 3, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) — Verfahren der standardisierten Exposition von Grünkohl*
- VDI 3957 Blatt 5, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) — Das Fichten-Expositionsverfahren*
- VDI 3957 Blatt 6, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) — Ermittlung und Beurteilung der phytotoxischen Wirkung von Ozon und anderen Photooxidantien — Verfahren der standardisierten Tabak-Exposition*
- VDI 3957 Blatt 8, *Flächenbestimmung epiphytischer Flechten zur immissionsökologischen Langzeitbeobachtung*
- VDI 3957 Blatt 10, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) — Emittentenbezogener Einsatz pflanzlicher Bioindikatoren*
- VDI 3957 Blatt 11, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) — Probenahme von Blättern und Nadeln zum Biomonitoring von immissionsbedingten Stoffanreicherungen (passives Biomonitoring)*
- VDI 3957 Blatt 12, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen (Bioindikation) — Kartierung der Diversität epiphytischer Moose als Indikatoren für die Luftqualität*
- VDI 3957 Blatt 13, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen mit Flechten (Bioindikation) — Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für Luftgüte*

- VDI 3957 Blatt 14, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) — Phytotoxische Wirkungen von Immissionen anorganischer Fluorverbindungen – Verfahren der Standardisierten Gladiolen-Exposition*
- VDI 3957 Blatt 15, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigung auf Pflanzen (Biomonitoring) — Untersuchungsstrategie nach Schadensereignissen (passives Biomonitoring)*
- VDI 3957 Blatt 16, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) — Nachweis genotoxischer Effekte mit dem Tradescantia-Kleinkern-Test*
- VDI 3957 Blatt 17, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen (Bioindikation) — Aktives Monitoring der Schwermetallbelastung mit Torfmoosen (Sphagnum-bag-technique)*
- VDI 3957 Blatt 19, *Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen (Bioindikation) — Nachweis von regionalen Stickstoffdepositionen mit den Laubmoosen Scleropodium purum und Pleurozium schreberi*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Außenluft —
Biomonitoring mit Flechten —
Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten

Ambient air —
Biomonitoring with lichens —
Assessing epiphytic lichen diversity

Air ambiant —
Biosurveillance à l'aide de lichens —
Evaluation de la diversité de lichens épiphytes

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. Dezember 2013 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
0 Einleitung	4
0.1 Biomonitoring und Luftqualität	4
0.2 Biomonitoring und EU-Gesetzgebung.....	4
0.3 Biomonitoring mit Flechten	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Begriffe	6
3 Grundsätze	7
4 Ausrüstung	8
4.1 Ausrüstung für die Vorbereitung der Geländearbeit	8
4.2 Ausrüstung für die Geländearbeit.....	8
4.3 Laborausrüstung	9
5 Probenahme	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Ziel der Probenahme	10
5.3 Art der Untersuchung.....	10
5.4 Probenahmeplan.....	11
5.4.1 Allgemeines	11
5.4.2 Vor der Probenahme	11
5.4.3 Auswahl der Standardbaumarten für eine Untersuchung.....	11
5.4.4 Trägerbäume	12
5.4.5 Probenahmeverfahren.....	13
5.4.6 Probenahmefläche.....	17
5.4.7 Probenahmedichte.....	17
5.4.8 Aufnahme der Flechten	17
5.4.9 Bestimmung von kritischen Proben im Labor.....	18
6 Frequenzen von Flechtenarten	18
7 Empfehlungen für die Qualitätssicherung und das Qualitätsmanagement	18
Anhang A (informativ) Beispiel für Erhebungsbögen	21
Anhang B (informativ) Berechnung der Flechtendiversität	23
B.1 Allgemeines	23
B.2 Flechtendiversitätswert (FDW).....	23
B.3 Diversitätswert der Eutrophierungszeiger (z. B. FDWN in Anlehnung an VDI 3957 Blatt 13).....	24
Anhang C (informativ) Geeignete Baumarten	25
Anhang D (informativ) Berechnungen der Probenahmedichte	26
Anhang E (informativ) Am Ende der Untersuchung erforderliche Informationen	27
Anhang F (informativ) Hauptphasen der Anwendung dieser Europäischen Norm	28
Literaturhinweise	29

Vorwort

Dieses Dokument (EN 16413:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 264 „Air quality“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2014 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

0 Einleitung

0.1 Biomonitoring und Luftqualität

Die Auswirkungen von Luftverunreinigungen gewinnen weltweit an Bedeutung. Lokale und regionale Beurteilungen sind als ein erster Schritt erforderlich, um grundlegende Informationen zu sammeln, die zur Vermeidung, Verhütung und Verringerung schädlicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt verwendet werden können. Zu diesem Zweck kann das Biomonitoring eingesetzt werden. Da die Auswirkungen auf Indikatororganismen ein zeitintegriertes Ergebnis komplexer Einflüsse sind, die sowohl die Luftbeschaffenheit als auch lokale klimatische Bedingungen kombinieren, wird dieser ganzheitliche biologische Ansatz als besonders nah an den menschlichen und umweltbezogenen Gesundheitsendpunkten und demzufolge als für das Luftqualitätsmanagement relevant angesehen.

Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass sich Biomonitoring-Daten grundsätzlich von jenen Daten unterscheiden, die durch physikalisch-chemische Messungen (Immission und Deposition) und rechnergestützte Modellierung (Emissionsdaten) gewonnen wurden. Mithilfe des Biomonitorings werden die Auswirkungen von Luftschadstoffen auf Organismen nachgewiesen. Es liefert also biologisch relevante, feldbasierte, zeit- und raumintegrierte Anhaltspunkte auf den Umweltzustand als Ganzes. Die Gesetzgebung gibt vor, dass durch Luftverunreinigungen keine schädlichen Umweltauswirkungen entstehen sollten. Die Einhaltung dieser Anforderung kann nur durch die Untersuchung der Auswirkungen auf der biologischen Ebene überprüft werden. Die Anwendung des Biomonitorings auf den Gebieten der Luftqualität und des Umweltmanagements erfordert strenge Normen und ein anerkanntes Regelwerk, so dass es in der gleichen Weise evaluiert werden kann wie physikalisch-chemische Messungen und Modellierungen.

Biomonitoring wird seit vielen Jahrzehnten zur Ermittlung von Umweltveränderungen angewendet. Zahlreiche Standardwerke zum Biomonitoring geben einen Überblick über den Stand der Wissenschaft, z. B. [1], [2], [3]. Erste Anwendungen des passiven Biomonitorings sind für die Mitte des 19. Jahrhunderts dokumentiert: durch das Monitoring der Entwicklung von epiphytischen Flechten wurde entdeckt, dass die Flechten während der Luftverschmutzungsperiode im Winter geschädigt wurden, während sie sich im Sommer erholten und ein starkes Wachstum zeigten [4]. Durch diese Beobachtungen wurden Flechten als wichtige Bioindikatoren erkannt. Spätere Untersuchungen beschäftigten sich auch mit Akkumulationsindikatoren. Ein aktives Biomonitoring-Verfahren mit Buschbohnen wurde erstmals 1899 angewendet [5].

0.2 Biomonitoring und EU-Gesetzgebung

Biomonitoring-Verfahren in der terrestrischen Umwelt unterstützen unterschiedlichste Anforderungen und Ziele der EU-Umweltpolitik, vor allem auf den Gebieten der Luftqualität (Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa), der integrierten Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (Richtlinie 2008/1/EG [7] und Richtlinie 2010/75/EU [8]) und Naturschutz (Habitat-Richtlinie). Die Themen Nahrungskette [9] und Futtermittel [10], [11], [12] werden ebenfalls berührt.

Bezüglich der Luftqualität in Europa fordert der Gesetzgeber eine adäquate Überwachung, einschließlich der Deposition von Luftschadstoffen sowie die Vermeidung, Verhütung und Verminderung schädlicher Umweltwirkungen. Biomonitoring-Verfahren gehören in den Anwendungsbereich der kurz- und langfristigen Beurteilung der Luftqualität.

In der Richtlinie 2004/107/EG vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft ist erwähnt, dass „die Verwendung von Bioindikatoren erwogen werden kann, wo regionale Muster der Auswirkungen auf Ökosysteme beurteilt werden sollen“ [13].

In Bezug auf die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung durch Industrieanlagen („IVU-Richtlinie“) schließt das Genehmigungsverfahren zwei erwähnenswerte umweltbezogene Aspekte ein. Die Konzepte „Auswirkungen“ und „Empfindlichkeit der örtlichen Umgebung“ eröffnen ein weites Feld für Biomonitoring-Verfahren in Bezug auf den generellen Einfluss auf die Luftqualität und die Deposition anlagenspezifischer Schadstoffe. Die grundlegenden Eigenschaften von Biomonitoringverfahren können vorteilhaft für zahlreiche Fragestellungen angewendet werden, wie Referenz-Bestandsaufnahmen vor der Inbetriebnahme einer neuen Anlage, Kartierung der potenziell durch die Luftverschmutzung betroffenen Gebiete und (langfristige) Überwachung der Auswirkungen industrieller Tätigkeit. Die Umweltüberwachung

von Anlagen erfordert die Untersuchung des gesamten Spektrums von Umweltauswirkungen. Für die zuständige Behörde leisten die Daten aus dem Biomonitoring einen Beitrag zum Entscheidungsprozess, z. B. hinsichtlich der Frage der Verträglichkeit der Wirkungen auf lokaler Ebene.

Die Habitat-Richtlinie (92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen [14]) fordert von den zuständigen Behörden, die Genehmigung von Plänen und Projekten zu prüfen bzw. zu überarbeiten, die ein ausgewiesenes Gebiet von gemeinschaftlicher Bedeutung betreffen, wenn das Gebiet beeinträchtigt werden könnte. Die Richtlinie sieht außerdem für die Kontrolle potenziell schädigender Tätigkeiten vor, dass die Genehmigung nur dann erteilt werden kann, wenn durch eine geeignete Beurteilung die Verträglichkeit mit den für dieses Gebiet festgelegten Erhaltungszielen nachgewiesen wurde. Der Antragsteller trägt die Verantwortung dafür nachzuweisen, dass keine Beeinträchtigung eines solchen besonderen Schutzgebietes vorliegt. Hierfür ist das Biomonitoring als eine nicht eingreifende Form der Umweltverträglichkeitsprüfung gut geeignet.

Die Europäische Kommission hat 2003 als wichtiges Element ihrer integrierten Umweltpolitik eine Europäische Umwelt- und Gesundheitsstrategie [15] mit dem generellen Ziel einer Verringerung der durch Umweltfaktoren verursachten Erkrankungen in Europa verabschiedet. In Kapitel 5 dieser Europäischen Strategie ist festgelegt, dass „ein solches gemeinschaftsweites Konzept die Erfassung und Verknüpfung von Daten über Schadstoffe in allen bestehenden Umweltmedien (einschließlich des Schadstoffkreislaufs) und im gesamten Ökosystem (Bioindikatoren) sowie von Gesundheitsdaten (epidemiologische und toxikologische Daten, Morbidität)“ erfordert. Der auf die Verabschiedung dieser Strategie folgende Europäische Umwelt- und Gesundheits-Aktionsplan 2004-2010 [16] ist auf das humane Biomonitoring ausgerichtet, betont aber die Notwendigkeit der „Entwicklung einer integrierten Überwachung der Umwelt einschließlich der Lebensmittel zur Feststellung der einschlägigen Exposition des Menschen“.

0.3 Biomonitoring mit Flechten

Viele Flechten reagieren aufgrund ihrer morphologischen, ökologischen und physiologischen Eigenschaften sehr empfindlich gegenüber Umweltveränderungen [17], [18] wie Eutrophierung [19], [20], Klima [21], [22] und Waldbewirtschaftung [23], [24].

Die Flechtendiversität ist ein ausgezeichneter Indikator für Luftverunreinigungen durch phytotoxische gasförmige Stoffe [18], [25]. Flechten reagieren relativ schnell auf eine Verschlechterung der Luftqualität und können städtische und industrielle Gebiete infolge sich ändernder Bedingungen innerhalb weniger Jahre wieder besiedeln, wie in vielen Teilen Europas dokumentiert wurde, z. B. [26], [27].

Bei dem hier beschriebenen Verfahren wird der Ist-Zustand der Flechtendiversität vor oder nach Einwirkung durch Luftverunreinigungen und/oder andere Umweltbelastungen bestimmt. Untersuchungen zwischen Flechtendiversität und epidemiologischen Untersuchungen legen nahe, dass Bioindikatoren ein nützliches Instrument zum Erkennen der möglichen Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf die menschliche Gesundheit sein können [28].

Diese Europäische Norm beschreibt ein standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Flechtendiversität auf Baumrinden und beruht im Wesentlichen auf der deutschen VDI-Richtlinie zur Flechtenkartierung [29], [30], der französischen nationalen Norm [31], italienischen Richtlinien [32], [33] und der Veröffentlichung durch Asta et al. [34]. Zur Interpretation räumlicher Unterschiede und zeitlicher Veränderungen der Flechtendiversität können Zeigerwerte herangezogen werden [35], [36], [37], [38], sowie multivariate statistische Verfahren, wie die numerische Matrixanalyse von Arthäufigkeiten [29], [40] oder entsprechende nicht-parametrische Verfahren [41], [42] und weitere statistische Methoden.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt ein zuverlässiges, reproduzierbares und objektives Verfahren zur Beurteilung der Diversität epiphytischer Flechten. In Anlehnung an die internationale Fachliteratur zu diesem Thema (für einen allgemeinen Überblick siehe z. B. [18]) bietet sie einen Rahmen zur Abschätzung des Einflusses anthropogener Einwirkungen, insbesondere zur Beurteilung der Wirkungen von Luftverunreinigungen.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

2.1

Biomonitoring

Einsatz biologischer Systeme (Organismen und Organismengemeinschaften) zur räumlichen und/oder zeitlichen Überwachung von Umweltveränderungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Biologische Systeme können im Weiteren als Bioindikatoren angesehen werden.

2.2

Bioindikator

Organismus oder ein Teil davon oder eine Organismengemeinschaft (Biozönose), der/die Umwelteinflüsse dokumentiert

Anmerkung 1 zum Begriff: Es werden Akkumulationsindikatoren und Reaktionsindikatoren unterschieden.

2.3

Akkumulationsindikator

Organismus, der Umweltbedingungen und ihre Veränderungen anzeigen kann, indem er in der Umwelt (Luft, Wasser oder Boden) vorhandene Stoffe an der Oberfläche und/oder im Inneren anreichert

2.4

Reaktionsindikator

Wirkungsindikator

Organismus, der Umweltbedingungen und deren Veränderung anzeigen kann, entweder durch spezifische (molekulare, biochemische, zelluläre, physiologische, anatomische oder morphologische) Symptome oder durch sein Vorhandensein bzw. seine Abwesenheit im Ökosystem

2.5

Flechte

symbiotische Lebensgemeinschaft bestehend aus Pilz (dem Mykobionten, im Allgemeinen ein Schlauchpilz) und Grünalgen und/oder Cyanobakterien (den Photobionten), die zu einem festen Vegetationskörper („Thallus“) mit einer bestimmten Morphologie führt

2.6

Flechtengemeinschaft

Biozönose

Gemeinschaft von Flechten, deren Zusammensetzung und äußere Erscheinung durch die Eigenschaften der Umwelt und durch deren Wechselbeziehungen zu anderen Epiphyten, Tieren usw. bestimmt wird

2.7

Flechtendiversität

Artenreichtum, der auf der Rinde von Standardbäumen in einer Höhe im Bereich zwischen 1 m und 1,5 m über dem Stammfuß in den vier Hauptrichtungen (N, S, O, W) festgestellt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Anhang B.

2.8

Epiphyt

Pflanze oder pflanzenartiger Organismus, die/der auf einer anderen Pflanze wächst und auf mechanischen Halt angewiesen ist, die/der aber keine Nährstoffe von der Pflanze bezieht, auf der sie/er wächst

2.9

Untersuchungsgebiet

geographisches Gebiet, in dem die Untersuchung durchgeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Untersuchungsgebiet sollte hinsichtlich Größe, Flächennutzungsklassen und Höhe detailliert beschrieben sein.

2.10

Untersuchungsbereich

geographische Fläche, in der die Zielpopulation untersucht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Untersuchungsbereich kann mit dem Untersuchungsgebiet übereinstimmen oder stärker eingegrenzt sein.

2.11

Probenahmepunkt

durch geographische Koordinaten (Breite/Länge) gekennzeichneten geographischen Ort, der als Referenzpunkt für die Probenahme fläche dient und aufgrund eines gegebenen Probenahmeplans ausgewählt wird

2.12

Probenahme fläche

SU (en: sampling unit)

entweder ein einzelner Baum oder eine Baumgruppe (baumbezogene Probenahme) oder ein Areal (geographisches Gebiet einer bestimmten Größe, zentriert um einen Probenahmepunkt), wo Daten erfasst werden

2.13

probabilistische Probenahme

Probenahme, die entsprechend den statistischen Grundsätzen der Probenahme durchgeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der wesentliche Grundsatz der probabilistischen Probenahme besteht darin, dass für jedes Teilchen oder Element in der Grundgesamtheit dieselbe Möglichkeit besteht, Teil der Probe zu werden.

2.14

geschichtete Zufallsauswahl

Verfahren, bei dem eine heterogene Grundgesamtheit in Teilgesamtheiten (Schichten) untergliedert wird, die homogener sind und sich gegenseitig ausschließen

Anmerkung 1 zum Begriff: Innerhalb jeder Schicht werden die Proben folglich unabhängig und zufällig ausgewählt.

2.15

Zielpopulation

Flechtengemeinschaften, die sich auf der Rinde von Standardbäumen in einer Höhe im Bereich zwischen 1 m und 1,5 m ausgehend vom Stammfuß auf den vier Hauptseiten befinden.

Anmerkung 1 zum Begriff: Standardbäume sollten hinsichtlich Art, Stammumfang und Neigung (siehe unten) festgelegt werden und sie sollten sich im Untersuchungsgebiet befinden.

3 Grundsätze

Das Verfahren ist zur Erfassung von Flechtendiversitätsdaten weit anwendbar. Die Interpretation der Ergebnisse muss jedoch den regionalen Besonderheiten der Flechtenflora und den vorherrschenden Umweltbelastungen angepasst werden. Andere Verfahren können zur Lösung spezieller Fragestellungen oder in speziellen Bereichen angewendet werden.

Hinsichtlich der Qualitätssicherung erfordern Untersuchungen, die nach dieser Europäischen Norm durchgeführt werden, vom Personal oder von Einrichtungen, dass sie über die notwendige Fachkompetenz auf den Gebieten der Flechtenkunde und der probabilistischen Probenahmeplanung verfügen.

4 Ausrüstung

4.1 Ausrüstung für die Vorbereitung der Geländearbeit

4.1.1 Karten.

Die Wahl des Kartenmaßstabs hängt von der Größe des Untersuchungsgebiets und dem vorgesehenen Verwendungszweck ab. Es sind Karten mit verschiedenen Maßstäben erforderlich, sowohl Karten mit kleinem Maßstab für die Untersuchungsgebiete (z. B. Karte im Maßstab von 1:250 000) als auch Karten mit großem Maßstab (Karten mit einem Maßstab von mindestens 1:25 000, aber auch Karten mit Maßstäben von 1:10 000 und 1:5 000), die für die Festlegung der Probenahmeflächen im Gelände hilfreich sein können.

4.1.2 Geographisches Informationssystem (GIS) mit Landnutzungsklassen, die auf der Corine-Land-Cover-Nomenklatur basieren.

Eine weitere wichtige Informationsquelle kann die Analyse von Luftbildern, von städtischen und ländlichen Raumordnungsplänen oder von ökologischen Karten sein. Die Topographie kann als zusätzliche Schicht in jenen Regionen verwendet werden, die eine erhebliche Variabilität im topographischen Relief aufweisen.

4.1.3 Identifizierung der Probenahmeflächen auf Karten mit Maßstab 1:25 000 (oder ggf. detaillierter).

Die Grenzen der Probenahmeflächen und mögliche Alternativen werden auf der Karte eingezeichnet, um die Geländearbeit zu erleichtern.

4.1.4 Algorithmus für die Zufallsauswahl (wissenschaftlicher Rechner oder Statistik-Software).

4.2 Ausrüstung für die Geländearbeit

4.2.1 Chemische Reagenzien für Tüpfelreaktionen an Flechtenthalli.

Zum Erzeugen charakteristischer Farbveränderungen. Die am häufigsten gebrauchten Reagenzien sind Calciumhypochlorit (C), Kaliumhydroxid (K) und para-Phenylendiamin (P).

4.2.2 Kompass-Neigungsmesser.

Unentbehrlich zum Bestimmen der korrekten Platzierung der Aufnahmegitter am Stamm der ausgewählten Bäume und zum Messen der Neigung des Baumstamms.

4.2.3 Bestimmungsschlüssel.

Schlüssel können zur Unterscheidung von Arten im Gelände nützlich sein (siehe Literaturhinweise).

4.2.4 Umschläge.

Proben, die im Labor bestimmt werden, sollten in separate beschriftete Umschläge gepackt werden. Um Schimmelbildung auf den Flechtenproben zu verhindern, wird empfohlen, Papierumschläge zu verwenden.

4.2.5 Empfangsgerät für das weltweite Ortungssystem (GPS).

4.2.6 Messer.

Notwendig, um Flechtenproben von der Baumrinde zu entnehmen.

4.2.7 Lupe.

Eine Lupe mit einer Vergrößerung von mindestens 10x ist unerlässlich; für Krustenflechten ist eine 20x-Lupe empfehlenswert.

4.2.8 Karten.

Siehe 4.1.1.