

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Biologische Messverfahren zur Ermittlung und
Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen
auf Pflanzen (Biomonitoring)
Verfahren der standardisierten Exposition von Grünkohl

VDI 3957
Blatt 3 / Part 3

Biological measuring techniques for
the determination and evaluation of effects of
air pollutants on plants (biomonitoring)
Method of the standardised exposure of curly kale

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger 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 authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
1 Anwendungsbereich.....	2	1 Scope.....	2
2 Normative Verweise.....	3	2 Normative references.....	3
3 Begriffe.....	3	3 Terms and definitions.....	3
4 Grundlagen.....	4	4 Basics.....	4
4.1 Prinzip des Grünkohl-expositionsverfahrens	4	4.1 Principle of the curly kale exposure procedure.....	4
4.2 Eignung des Grünkohls als Akkumulationsindikator.....	4	4.2 Suitability of curly kale as an accumulation indicator.....	4
5 Durchführung.....	6	5 Procedure.....	6
5.1 Materialien.....	6	5.1 Materials.....	6
5.2 Anzucht.....	9	5.2 Cultivation.....	9
5.3 Exposition.....	14	5.3 Exposure.....	14
5.4 Probenahme und Probenbehandlung.....	16	5.4 Sampling and sample handling.....	16
6 Kenngrößen des Verfahrens.....	20	6 Performance characteristics.....	20
7 Maßnahmen zur Qualitätssicherung.....	22	7 Quality assurance measures.....	22
7.1 Kontrolle des Pflanzenmaterials	22	7.1 Control of the plant material.....	22
7.2 Anforderungen an die Analytik.....	22	7.2 Requirements for analytics.....	22
7.3 Katalog zu untersuchender Komponenten und Elemente.....	23	7.3 Catalogue of components and elements to be examined.....	23
7.4 Zu ermittelnde Kenngrößen für die Qualitätssicherung.....	26	7.4 Characteristics to be determined for quality assurance.....	26
7.5 Umgang mit Messdaten	26	7.5 Handling measurement data.....	26
7.6 Darstellung der Ergebnisse	27	7.6 Presentation of the results.....	27
7.7 Bewertung.....	27	7.7 Evaluation.....	27
Anhang Beispiel für ein Probenahmeprotokoll.....	31	Annex Example of a sampling protocol	32
Schrifttum	33	Bibliography	33

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

Fachbereich Umweltqualität

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

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

Luftverunreinigungen können zu Pflanzenschäden und Anreicherungen von Schadstoffen in Pflanzen führen. Diese Anreicherungen lassen auf immissionsbedingte Einträge in Ökosysteme und daraus resultierende Risiken für Pflanzen, Tiere und Menschen schließen (VDI 3957 Blatt 1). Systematische Untersuchungen solcher Stoffanreicherungen erlauben es, darüber hinaus Rückschlüsse auf das Ausmaß der Immissionswirkungen und auf mögliche Risiken zu ziehen, insbesondere wenn es sich um Stoffe handelt, für die vom Gesetzgeber zulässige Höchstmengen in Futter- oder Nahrungspflanzen festgelegt wurden. Bei entsprechender Anordnung von Messpunkten kann aus unterschiedlich hohen Stoffanreicherungen in Pflanzen auch die Art, Lage und der Einwirkungsbereich von Emissionsquellen abgeleitet werden (VDI 3957 Blatt 10).

Immissionsbedingte Stoffanreicherungen in Pflanzen hängen von einer Vielzahl endogener und exogener Faktoren ab (z. B. Pflanzenart und -sorte, Entwicklungsstadium, Nährstoff- und Wasserversorgung). Zudem können auch die Witterungsbedingungen das Akkumulationsvermögen der Pflanzen beeinflussen [1; 2].

Für die Bestimmung und Bewertung von immissionsbedingten Stoffanreicherungen an verschiedenen Standorten sind diese Einflussfaktoren durch Vorgabe von Randbedingungen (Standardisierung) möglichst einheitlich zu halten (VDI 3957 Blatt 1).

1 Anwendungsbereich

Das Ziel der standardisierten Grünkohlexposition ist es, Anreicherungen von persistenten, organischen

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

Air pollution can lead to plant damage and accumulation of pollutants in plants. These accumulations indicate immission-related inputs into ecosystems and resulting risks for plants, animals, and humans (VDI 3957 Part 1). Systematic investigations of such substance accumulations also make it possible to draw conclusions about the extent of the immission effects and possible risks, especially if the substances in question are substances for which maximum permissible quantities in fodder or food plants have been set by the legislator. If exposure locations are arranged accordingly, the type, location and impact area of emission sources can also be derived from different levels of substance accumulation in plants (VDI 3957 Part 10).

Immission-related substance accumulation in plants depends on a variety of endogenous and exogenous factors (e.g. plant species and variety, development stage, nutrient and water supply). In addition, weather conditions can also influence the accumulation capacity of plants [1; 2].

For the determination and evaluation of immission-related substance accumulations at different locations, these influencing factors shall be kept as uniform as possible by specifying basic conditions (standardisation) (VDI 3957 Part 1).

1 Scope

The aim of the standardised curly kale exposure is to identify accumulations of persistent organic sub-

Stoffen und anorganischen Elementen in Pflanzen als Immissionswirkung zu erkennen, ihr Ausmaß zu ermitteln und die Ergebnisse als Grundlage zur Bewertung der Gefährdung der Vegetation sowie der Tiere und Menschen zu nutzen (Bioindikation). Erfahrungen und Vergleichswerte liegen bisher zu einer Anzahl anorganischer Elemente, vorwiegend Metalle [3 bis 8], sowie zu polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) [9 bis 11], polychlorierten Biphenylen (PCB) [12; 13], polychlorierten Dibenzop-dioxinen (PCDD) und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) [14 bis 21], in geringerem Umfang auch zu polybromierten Diphenylethern (PBDE) [22] und Pflanzenschutzmitteln [21; 23] vor.

Diese Richtlinie standardisiert die einzelnen Verfahrensschritte, die neben der Immissionsbelastung die Ergebnisse einer Untersuchung von Luftverunreinigungen in Grünkohl (*Brassica oleracea* var. *sabellica*) beeinflussen können.

stances and inorganic elements in plants as an immission effect, to determine their extent and to use the results as a basis for assessing the risk to vegetation as well as to animals and humans (bioindication). Experiences and comparative values are available so far for a number of inorganic elements, mainly metals [3 to 8], as well as polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) [9 to 11], polychlorinated biphenyls (PCB) [12; 13], polychlorinated dibenzop-dioxins (PCDD) and polychlorinated dibenzofurans (PCDF) [14 to 21], and to a lesser extent on polybrominated diphenyl ethers (PBDE) [22] and plant protection products [21; 23].

This standard standardises the individual procedural steps which, in addition to the immission load, can influence the results of an investigation of air pollution in curly kale (*Brassica oleracea* var. *sabellica*).