

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

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

VDI 3957

Blatt 4 / Part 4

Verfahren der standardisierten Exposition von Grünkohl
Bewertung von Schadstoffgehalten in Nahrungspflanzen
für den menschlichen Verzehr

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

Method of the standardised exposure of curly kale
Assessment of pollutant content in food plants
for human consumption

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundes-
anzeiger 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	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Normative Verweise	3	2 Normative references	3
3 Begriffe	3	3 Terms and definitions	3
4 Grundlagen	3	4 Basics	3
4.1 Prinzip des Grünkohlexpositionsverfahrens	3	4.1 Principle of the curly kale exposure procedure	3
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	11	5.3 Exposure	11
5.4 Probenahme und Probenbehandlung.....	13	5.4 Sampling and sample handling.....	13
6 Kenngrößen des Verfahrens	18	6 Performance characteristics	18
7 Maßnahmen zur Qualitätssicherung	20	7 Quality assurance measures	20
7.1 Kontrolle des Pflanzenmaterials	20	7.1 Control of the plant material.....	20
7.2 Anforderungen an die Analytik.....	20	7.2 Requirements for analytics	20
7.3 Katalog zu untersuchender Komponenten und Elemente	20	7.3 Catalogue of components and elements to be examined.....	20
7.4 Zu ermittelnde Kenngrößen für die Qualitätssicherung.....	23	7.4 Characteristics to be determined for quality assurance.....	23
7.5 Umgang mit Messdaten	23	7.5 Handling measurement data.....	23
7.6 Darstellung der Ergebnisse	24	7.6 Presentation of the results	24
7.7 Bewertung der Ergebnisse	24	7.7 Evaluation of the results	24
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 VDI-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).

Diese Richtlinie orientiert sich im Wesentlichen an der Richtlinie VDI 3957 Blatt 3. Das Verfahren der standardisierten Grünkohlexposition nach Richtlinie VDI 3957 Blatt 3 wird eingesetzt, um Anreiche-

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 eco-systems 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).

This standard is essentially based on standard VDI 3957 Part 3. The procedure of the standardised exposure of curly kale according to standard VDI 3957 Part 3 is used to identify accumulations

rungen von anorganischen und persistenten organischen Stoffen in Pflanzen als Immissionswirkung zu erkennen, ihr Ausmaß zu ermitteln und die Ergebnisse als Grundlage zur Bewertung der Gefährdung von Tieren und Menschen zu nutzen. Im Unterschied zur Richtlinie VDI 3957 Blatt 3 ermöglicht die Art der Exposition sowie der Probenahme und Aufbereitung der Pflanzenproben nach VDI 3957 Blatt 4 unmittelbar eine Bewertung der ermittelten Schadstoffgehalte in Bezug auf den menschlichen Verzehr.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie dient der Normierung des Verfahrens der standardisierten Exposition von Grünkohl zur Bewertung von Schadstoffgehalten in Nahrungspflanzen für den menschlichen Verzehr. Sie beschreibt das Verfahren der Anzucht und Exposition des Grünkohls sowie die Probenahme und Aufarbeitung der Pflanzenproben. Grünkohl eignet sich besonders als Bioindikator für persistente organische Schadstoffe, z.B. polychlorierte Biphenyle (PCB), polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/PCDF) sowie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) [3 bis 8]. Auch immissionsbedingte Einträge an (Schwer-)Metallen können mithilfe der standardisierten Grünkohlexposition erfasst werden [9 bis 14]. Diese Richtlinie zeigt zudem auf, wie in Grünkohl ermittelte Schadstoffgehalte beurteilt und in Bezug auf den menschlichen Verzehr bewertet werden können. Dabei steht Grünkohl stellvertretend für alle Blattgemüse, z.B. Spinat, Mangold, Pflücksalat, Rucola und Feldsalat. Diese Richtlinie ist nur anwendbar für den nicht kommerziellen Anbau von Nahrungspflanzen, beispielsweise in Haus- oder Kleingärten.

of inorganic and persistent organic substances in plants as an immission effect, to determine their extent, and to use the results as a basis for assessing the risk to animals and humans. In contrast to standard VDI 3957 Part 3, the type of exposure as well as the sampling and preparation of the plant samples according to VDI 3957 Part 4 directly enables an assessment of the determined pollutant contents with regard to human consumption.

1 Scope

This standard serves to standardise the procedure of the standardised exposure of curly kale for the assessment of pollutant content in food plants for human consumption. It describes the procedure of cultivation and exposure of curly kale as well as the sampling and processing of the plant samples. Curly kale is particularly suitable as a bioindicator for persistent organic pollutants, e.g., polychlorinated biphenyls (PCBs), polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDDs/PCDFs), and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) [3 to 8]. Immission-related pollution of (heavy) metals can also be recorded with the help of the standardised exposure of curly kale [9 to 14]. This standard also shows how pollutant content determined in curly kale can be assessed and evaluated with regard to human consumption. Curly kale is representative for all leafy vegetables, e.g., spinach, chard, lettuce, rocket, and lamb's lettuce. This standard is only applicable to non-commercial cultivation of food plants, for example in home gardens or allotments.