

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

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

VDI 3957

Blatt 4

Entwurf

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 matter content in food plants for human consumption

Einsprüche bis 2022-07-31

- *vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal <http://www.vdi.de/3957-4>*
- *in Papierform an
VDI/DIN Kommission Reinhaltung der Luft
Fachbereich Umweltqualität
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung.....	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweise	2
3 Begriffe	3
4 Grundlagen	3
4.1 Prinzip des Grünkohl-expositionsverfahrens	3
4.2 Eignung des Grünkohls als Akkumulationsindikator.....	3
5 Durchführung	4
5.1 Materialien	4
5.2 Anzucht.....	6
5.3 Exposition	7
5.4 Probenahme und Probenbehandlung.....	8
6 Kenngrößen des Verfahrens	10
7 Maßnahmen zur Qualitätssicherung	11
7.1 Kontrolle des Pflanzenmaterials	11
7.2 Anforderungen an die Analytik.....	11
7.3 Katalog zu untersuchender Komponenten und Elemente	11
7.4 Zu ermittelnde Kenngrößen für die Qualitätssicherung.....	13
7.5 Umgang mit Messdaten	13
7.6 Darstellung der Ergebnisse	13
7.7 Bewertung der Ergebnisse	13
Anhang Beispiel für ein Probenahmeprotokoll	18
Schrifttum	19

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.

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Dr. *Katja Hombrecher*, Essen

Dipl.-Geoökol. *Margit Krapp*, Augsburg

Dr. *Karsten Mohr*, Oldenburg

Dr. *Burkhard Peil*, Eichzell

Dipl.-Ing. *Armin Raditschnig*, Linz

Prof. Dr. *Michael Rudner*, Weidenbach

Kathrin Tarricone, Trier

Dr. *Monica Wäber*, Sauerlach

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 Nutzpflanzen 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 Wasserversor-

gung). 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 Anreicherungen 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 und 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 Nutzpflanzen 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 Dibenzodioxine und -furane (PCDD/F) 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 Nutzpflanzen, beispielsweise in Haus- oder Kleingärten.