

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREMonitoring der Wirkungen von gentechnisch
veränderten Organismen (GVO)

Wirkungen auf Bodenorganismen

Monitoring the effects of genetically
modified organisms

Effects on soil organisms

VDI 4331

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English*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	4	1 Scope	4
2 Begriffe	5	2 Terms and definitions	5
3 Anforderungen an das Monitoring und Stand des Wissens	9	3 Monitoring requirements and current state of knowledge	9
3.1 Gesetzliche und normative Grundlagen.	9	3.1 Legislative and normative basis	9
3.2 Erfassung der Funktionen von Böden und von Bodenorganismen	11	3.2 Monitoring the functions of soil and soil organisms	11
3.3 Relevante Forschungsergebnisse zu Wirkungen von GVO	15	3.3 Relevant research findings regarding the effects of GMO cultivation on soil organisms	15
4 Ableitung geeigneter Organismengruppen	19	4 Derivation of suitable organism groups.	19
4.1 Kriterien für die Auswahl mehrerer Organismengruppen.	19	4.1 Criteria for selecting several organism groups	19
4.2 Steckbriefe Organismengruppen	21	4.2 Profiles of organism groups	21
4.3 Auswahlmatrix	48	4.3 Selection matrix	48
5 Untersuchungsplan, Probenahmedesign und Auswertung	55	5 Monitoring plan, sampling design and evaluation	55
6 Qualitätssicherung	60	6 Quality assurance	60
Schrifttum.	63	Bibliography	63

VDI-Gesellschaft Technologies of Life Sciences (TLS)

Fachbereich Biodiversität, GVO-Monitoring und Risikomanagement

VDI-Handbuch GVO-Monitoring

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 VDI-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 Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/4331.

Einleitung

Mit der europäischen Richtlinie 2001/18/EG über die absichtliche Freisetzung gentechnisch veränderter Organismen (GVO) in die Umwelt wird ein Monitoring der Auswirkungen von gentechnisch veränderten Organismen und ihrer Verwendung auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt vorgeschrieben, um eventuelle negative Wirkungen frühzeitig zu erkennen. In der Ratsentscheidung 2002/811/EG sind weiterführende Leitlinien zur Umsetzung des Monitorings festgelegt worden. Weitere Hinweise auf die allgemeinen Anforderungen an ein Monitoring und seine Durchführung werden in der Richtlinie VDI 4330 Blatt 1 gegeben. Grundsätzlich kann die Verwendung bewährter und standardisierter Prüfverfahren maßgeblich zur Gewinnung belastbarer Daten beitragen.

Unter GMO wird in der vorliegenden Richtlinie immer die Gesamtheit des jeweils modifizierten Organismus (meist eine gentechnisch veränderte Pflanze) und gegebenenfalls dessen transgene Produkte verstanden [1].

Diese Richtlinie liefert methodische Grundlagen zum schutzgutbezogenen Monitoring der Wirkungen von GMO auf Bodenorganismen. Damit in Zusammenhang stehen Wirkungen auf die natürliche Funktion des Bodens als Lebensraum für Bodenorganismen (§ 2 (2) 1.a BBodSchG). Je nach Szenario können auf untergeordneter Ebene folgende Schutzgüter in einem Monitoringprogramm betrachtet werden:

- die Struktur der Bodenlebensgemeinschaft und damit die Biodiversität (biodiversity) auf unterschiedlichen Skalenebenen eines Naturraums

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 specified in the VDI Notices (www.vdi.de/richtlinien).

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

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the internet at www.vdi.de/4331.

Introduction

European Directive 2001/18/EC on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms (GMOs) prescribes monitoring as a means of identifying potential adverse effects of GMOs and their use on human health and the environment at an early stage. Council Decision 2002/811/EC lays down supplementary guidance notes for implementing monitoring strategies. Standard VDI 4330 Part 1 provides further guidance on the general requirements of a monitoring plan and how to implement it. The use of well-established, standardised test methods is of vital importance to ensure that reliable data is obtained.

For the purposes of the present standard, GMO refers to the respective modified organism in its entirety (usually a genetically modified plant) and any transgenic products derived from it [1].

This standard describes basic methodological principles for monitoring the effects of GMOs on soil organisms as the objects of protection. This also includes their impact on the natural functioning of soil as a habitat for soil organisms (§ 2 (2) 1.a of the Federal Soil Protection Act (BBodSchG). Depending on the scenario, the following objects of protection may be included in a monitoring programme at a secondary level:

- the structure of the soil community and thus the biodiversity at different scale levels within a biogeographic region

- die Leistungen der Bodenlebensgemeinschaft (Ecosystem Services), z.B. für den Nährstoffkreislauf

Durch den Schutz der Leistungen der Bodenlebensgemeinschaft wird indirekt auch die natürliche Funktion des Bodens als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für die Stoffumwandlungseigenschaften des Bodens bei stofflichen Einwirkungen geschützt. Insgesamt trägt der Schutz der Bodenorganismengemeinschaften damit langfristig zur Sicherung bzw. zur Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen bei (§ 1 BBodSchG).

Bodenorganismen bieten die Möglichkeit, unmittelbare Auswirkungen der GVO zu erfassen. Darüber hinaus zeigen sie auch indirekt durch die GVO-Nutzung hervorgerufene Veränderungen in der Landschaft an, insbesondere durch veränderte Landnutzung (z.B. Bodenbearbeitung, Anbausysteme).

Die im Rahmen eines GVO-Monitoringprogramms beobachtete Diversität oder Leistung von Bodenorganismen an einem Standort (das heißt der Istzustand) sagt, für sich allein genommen, nichts über den ökologischen Zustand der jeweiligen Bodenorganismengemeinschaft aus, einschließlich der Frage, ob GVO diese Gemeinschaft beeinflusst haben oder nicht. Dazu muss vorab ein Bewertungsmaßstab (das heißt ein Referenzsystem, aus dem Sollwerte abgeleitet werden können) für den jeweiligen Messparameter festgelegt werden, um eine bestimmte Beobachtung als positiv oder negativ beurteilen zu können. Es ist also notwendig solche Referenzen, z.B. im Sinne eines „guten ökologischen Zustands“, zu definieren, da nur so eine Abweichung erkannt und bewertet werden kann [2 bis 4].

Die vorliegende Richtlinie soll auch einen Beitrag dazu leisten, die Datenbasis für ein solches Referenzsystem zu verbessern. Ein solches System kann zudem, unabhängig von möglichen Auswirkungen von GVO, generell zur Beurteilung und Bewertung der Auswirkungen anthropogener Aktivitäten auf die Lebensraumfunktion von Böden eingesetzt werden; vor allem, wenn die erhobenen Daten zentral in einer Datenbank gesammelt und damit einer allgemeinen Auswertung zur Verfügung gestellt werden [5]. Damit wird zugleich ein Beitrag zur Implementierung der in dem Entwurf der europäischen Bodenrahmenrichtlinie [6; 7] (EU 2006a, b) genannten Monitoringmaßnahmen zur Erfassung der Bodenqualität geleistet. Beispielfhaft seien in diesem Zusammenhang die Empfehlungen des EU-Vorhabens ENVASSO [8] zu einem EU-weiten Bodenmonitoring mit Regenwürmern bzw. Enchytraeen, Collembolen und Mikroorganismen genannt.

- the ecological functions provided by the soil community (ecosystem services), e.g. for the nutrient cycle

By protecting ecosystem services provided by the soil community, we indirectly protect the natural functioning of the soil as a medium for decomposition, balancing and restoration as a result of its substance-converting properties. Overall, the protection of soil communities makes a lasting contribution to protecting or restoring natural soil functions pursuant to § 1 of the BBodSchG.

Soil organisms provide opportunities to determine not only the direct effects of GMOs; they can also be used to monitor changes to the landscape caused indirectly by GMO cultivation, in particular as a result of changes in land use (e.g. soil cultivation methods and crop rotations).

The diversity of soil organisms, or the ecosystem services they provide, observed during the course of GMO monitoring at a particular site (i.e. the actual status) alone provides no information about the ecological status of the soil community, including whether or not GMOs have had an influence on this community. In addition, a benchmark for assessment (i.e. a reference system from which target values can be derived) must be determined in advance for each measurement parameter in order to establish whether a specific observation is negative or positive. Such references must be defined, for example in terms of “good ecological status”, as this is the only way to identify and evaluate a deviation [2 to 4].

This standard also aims to help improve the database for such a reference system. Irrespective of the potential effects of GMOs, this type of system can also be used to assess and evaluate the impact of anthropogenic activities on soil habitat functions; especially if the data obtained are stored in a central database and made available for general evaluation purposes [5]. This will also contribute to implementing the measures proposed in the draft European Soil Framework Directive [6; 7] (EU 2006a, b) for monitoring soil quality. Recommendations put forward by the EU ENVASSO project (Environmental Assessment of Soil for Monitoring) [8] for a Europe-wide soil monitoring programme based on earthworms, enchytraeids, collembola and microorganisms are worth mentioning in this connection.

1 Anwendungsbereich

Die vorliegende VDI-Richtlinie soll beim Monitoring der Wirkungen von gentechnisch veränderten Organismen auf Bodenorganismen basierend auf der EU-Richtlinie 2001/18/EG und der Ratsentscheidung 2002/811/EG eingesetzt werden. Sie gibt Kriterien für die Planung und Durchführung eines Monitorings der Bodenorganismen vor und bildet den Rahmen für methodische Anleitungen, die in der Richtlinie VDI 4331 Blatt 2 beschrieben werden.

Diese Richtlinie stellt geeignete Erfassungsmethoden vor und liefert Entscheidungskriterien für eine sinnvolle Methodenauswahl. Wesentlicher Bestandteil der Methodenauswahl ist eine Festlegung auf die zu untersuchenden Organismengruppen. Zu diesem Zweck werden Informationen über Bodentiere nach epigäischen und endogäischen Arten unterteilt. Es werden ihre ökologischen Eigenschaften und trophischen Positionen in der Lebensgemeinschaft beschrieben sowie Hinweise zur Bearbeitbarkeit gegeben. Anhand eines Entscheidungsbaums wird ein adäquates Vorgehen bei der Planung eines Monitorings ermöglicht. Zudem werden spezifische Informationen zur Qualität und Aussagekraft der Erhebungen sowie zur erwarteten Exposition der Organismengruppen gegenüber GVO geliefert. Die in dieser Richtlinie beschriebenen Methoden eignen sich insbesondere für einen Einsatz im Rahmen der Planung und Durchführung eines anbaubegleitenden Monitorings der Umweltwirkungen von gentechnisch veränderten Organismen. Diese Richtlinie kann ebenfalls in anderen Bereichen Anwendung finden:

- im Rahmen des Zulassungsverfahrens von GVO, z.B. für prospektiv hypothesengestützte Erhebungen (Freilandexperimente) im Rahmen der Umweltrisikobewertung
- für ein Bodenmonitoring nach dem Entwurf der europäischen Bodenrahmenrichtlinie ([6; 7], EU 2006a, b)
- für weitere naturschutzfachliche Fragestellungen, die eine Erfassung und Bewertung der Veränderung der Bodenbiodiversität oder Bodenfunktion erfordern

Über die Auswahl geeigneter Erfassungsmethoden und Organismengruppen hinaus, werden Hinweise zur (statistischen) Auswertung der Ergebnisse und zur Datenerfassung sowie Vorschläge zur fachlichen Bewertung der Ergebnisse gemacht.

1 Scope

This VDI Standard is designed to be used for monitoring the effects of genetically modified organisms on soil organisms based on the provisions of European Directive 2001/18/EC and Council Decision 2002/811/EC. It describes criteria for designing and implementing a monitoring strategy for soil organisms and provides the framework for the methodological standards described in VDI 4331 Part 2.

The present standard presents suitable sampling methods and provides decision-making criteria to assist in selecting an appropriate method. One essential aspect of selecting a method is to establish which groups of organisms to investigate. With this in mind, soil organisms are separated into epigeic and endogaeic species. Their ecological characteristics and trophic positions within the biotic community are described along with practical handling guidance. A decision tree is provided to help identify a suitable approach to designing a monitoring plan. This standard also provides specific information about monitoring quality and validity as well as the expected exposure of the organism groups to GMOs. The methods described in this standard are particularly suitable for designing and implementing a post-market monitoring plan (i.e. monitoring during cultivation) to identify the environmental effects of genetically modified organisms. However, this standard can also be used for other monitoring purposes:

- as part of the GMO approval process, e.g. for prospective hypothesis-based investigations (field experiments) for environmental risk assessments
- for soil monitoring pursuant to the draft European Soil Framework Directive ([6; 7], EU 2006a, b)
- for other nature conservation issues which call for the monitoring and analysis of changes in soil biodiversity or soil functions

In addition to helping the user select suitable monitoring methods and organism groups, this standard provides guidance on (statistical) analysis of the results and data acquisition, as well as suggestions for technically evaluating the results.