

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Biologische Verfahren zur Erfassung der Wirkung  
von Luftverunreinigungen (Bioindikation)  
Passives Biomonitoring mit Vogeleiern  
als Akkumulations- und Reaktionsindikatoren  
Biological procedures to determine effects  
of air pollutants (bioindication)  
Biomonitoring with bird eggs  
as accumulative and reactive indicators

VDI 4230

Blatt 3 / Part 3

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.  
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

*The draft of this guideline has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).  
The German version of this guideline 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
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>3</b>	<b>1 Application area . . . . .</b>	<b>3</b>
1.1 Umweltmonitoring mit Akkumulationsindikatoren . . . . .	3	1.1 Environmental monitoring using indicators of accumulation . . . . .	3
1.2 Umweltmonitoring mit Reaktionsindikatoren . . . . .	4	1.2 Environmental monitoring using indicators of effect . . . . .	4
1.3 Artenschutz . . . . .	5	1.3 Species protection . . . . .	5
<b>2 Eignung und Auswahl verschiedener Arten . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>2 Suitability and selection of different species. . . . .</b>	<b>5</b>
<b>3 Grundlage des Verfahrens . . . . .</b>	<b>8</b>	<b>3 Principle of the method . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>4 Durchführung des Verfahrens . . . . .</b>	<b>10</b>	<b>4 Application of the method . . . . .</b>	<b>10</b>
4.1 Probennahmeplanung . . . . .	11	4.1 Sampling protocol . . . . .	11
4.2 Ausrüstung . . . . .	11	4.2 Equipment . . . . .	11
4.3 Probennahme . . . . .	12	4.3 Sampling . . . . .	12
4.4 Trennung Ei-Inhalt und Eischale . . . . .	13	4.4 Separation of the egg contents and egg shell . . . . .	13
4.5 Messverfahren für Eischalen . . . . .	14	4.5 Measurement methods for egg shells. . . . .	14
4.6 Hinweise zur Probenvorbereitung. . . . .	14	4.6 Notes on sample preparation . . . . .	14
<b>5 Dokumentation . . . . .</b>	<b>14</b>	<b>5 Documentation . . . . .</b>	<b>14</b>
<b>6 Qualitätssicherung . . . . .</b>	<b>15</b>	<b>6 Quality assurance . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>Anhang A</b> Vogelarten und ihre Eignung für ein Monitoring . . . . .	16	<b>Annex A</b> Bird species and their suitability for monitoring purposes . . . . .	17
<b>Anhang B</b> Verfahrensbeschreibungen einzelner Arten. . . . .	24	<b>Annex B</b> Description of methods for individual species. . . . .	24
B1 Silbermöwe . . . . .	24	B1 Herring gull. . . . .	24
B2 Flusseeeschwalbe, Austernfischer. . . . .	29	B2 Common tern, oystercatcher . . . . .	29
B3 Wanderfalke. . . . .	34	B3 Peregrine falcon. . . . .	34
B4 Stadttaube . . . . .	36	B4 Common pigeon . . . . .	36
<b>Anhang C</b> Bestimmung des Bebrütungsstatus. . . . .	43	<b>Annex C</b> Determination of the incubation status . . . . .	43
<b>Anhang D</b> Beispiel für einen Erfassungsbogen . . . . .	44	<b>Annex D</b> Example of a datasheet . . . . .	45
Schrifttum. . . . .	46	Bibliography . . . . .	46

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltqualität

### **Vorbemerkung**

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere das 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-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)), 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/4230](http://www.vdi.de/4230).

### **Einleitung**

Die im passiven Biomonitoring mit Vogeleiern gewonnenen Umweltproben sind wichtige Belege für den Zustand unserer Umwelt. Sie erlauben Rückschlüsse über den Teil der chemischen Substanzen, die aufgrund ihrer Aufnahme, Akkumulation und Wirkung eine Gefahr für lebende Systeme einschließlich des Menschen bedeuten können. Zuverlässige Aussagen liefern solche Umweltproben aber nur dann, wenn die Qualität der von ihnen stammenden Informationen gewährleistet und kontrolliert werden kann. Hierfür sind Standards, wie sie in der vorliegenden Richtlinie dargestellt sind, bei der Probenahme als Basis für eine räumliche und zeitliche Vergleichbarkeit der gesammelten Proben unverzichtbar.

In diesem Zusammenhang kommt den Vögeln wegen einer Vielzahl von Gründen eine besondere Bedeutung zu. Sie besetzen in terrestrischen, limnischen und marinen Ökosystemen sehr unterschiedliche ökologische Nischen und sind in der Lage, chemische Substanzen aus diesen Lebensräumen (vor allem über die Nahrung) aufzunehmen. Sie akkumulieren Immissionen aus der Luft indirekt, und zwar je nach ihrer trophischen Stellung entweder verstärkt über pflanzliche oder über tierische Nahrung. Dadurch sind sie nicht nur wichtige Indikatoren für die Verteilung und Weitergabe von Stoffen innerhalb der bestehenden Nahrungsnetze oder Ökosysteme, sondern auch für ferntransportierte Substanzen. Hierzu gehören auch persistente Stoffe (PBT- oder vPvB-Stoffe), die u. a. auch endokrine, mutagene oder kanzerogene Wirkungen verursachen können (CMR-Stoffe, [1]). Weitere Gründe sind z. B., dass die Biologie und

### **Preliminary note**

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline 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 guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)).

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

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at [www.vdi.de/4230](http://www.vdi.de/4230).

### **Introduction**

Environmental samples collected through biomonitoring with bird eggs are important for the state of the environment. These samples permit conclusions to be made on the proportion of chemical substances that may be hazardous to living systems, including humans, due to their uptake, accumulation and effects. However, such environmental samples only yield reliable statements when the quality of the information derived from them can be guaranteed and controlled. To this end, standards, such as are outlined in the current guideline, must be adhered to during sampling and are essential as a basis for spatial and temporal comparisons between samples that have been collected.

In this context, birds are particularly important for a variety of reasons. They occupy very different ecological niches in terrestrial, limnic and marine ecosystems and have the ability to take up chemical substances from these habitats (mainly through their food). They indirectly accumulate immissions from the air, either mainly through plant-based or animal foods, depending on their trophic level. This not only makes them important indicators for the distribution and transport of compounds within existing food chains or ecosystems, but also for long-distance transported substances. This also includes persistent compounds (PBT or vPvB compounds), that may, among others, cause endocrine, mutagenic or carcinogenic effects (CMR compounds, [1]). Other reasons include, for example, the fact that the biology and ecology of many bird species is very well understood, species determination is often simple, and they

Ökologie vieler Vogelarten sehr gut untersucht sind, die Artbestimmung oft einfach ist und sie stärker im Fokus des öffentlichen Interesses stehen als die meisten anderen Tiergruppen. Darüber hinaus integrieren insbesondere die Top-Prädatoren unter ihnen Umweltkontaminationen über große Räume und über lange Zeiträume.

Die Verwendung von Vogeleiern als Umweltprobe stellt in aller Regel einen nicht invasiven Eingriff in die jeweiligen Populationen dar. Darüber hinaus bieten sie weitere Vorteile, die in Abschnitt 2 ausführlich beschrieben sind. An dieser Stelle soll aber betont werden, dass Eier in bestimmten Entwicklungsstadien sehr sensitiv auf toxische Chemikalien reagieren und daher sowohl als Akkumulations- wie auch als Wirkungsindikatoren verwendet werden können. Die Effekte der Stoffe auf Eischalenqualität, Embryonen und Schlüpferrfolg lassen sich auch in Laborstudien untersuchen.

## 1 Anwendungsbereich

Vogeleier haben sich als geeignete Matrix zur Bioindikation von Umweltchemikalien in terrestrischen, limnischen oder marinen Lebensräumen bewährt [2] und spielen derzeit in folgenden Anwendungsbereichen eine bedeutende Rolle. Der Anwendungsbereich ist neben anderen Parametern (siehe Abschnitt 2) ein wichtiges Kriterium für die Wahl der geeigneten Vogelarten.

are a greater focus of public interest than most other groups of animals. Furthermore, particularly the top predators within this group incorporate environmental contamination over large areas and long time spans.

The use of bird eggs as environmental samples generally represents a non-invasive intervention in the populations in question. In addition, they have further advantages that are described in detail in Section 2. At this point, however, it is necessary to emphasize that eggs react highly sensitively to toxic chemicals at certain stages of their development and can therefore be used both as indicators of accumulation and effect. The effects of the compounds on egg shell quality, the embryos and hatching rate can also be investigated in studies in the laboratory.

## 1 Application area

Bird eggs have proved to be a suitable matrix for the bioindication of environmental chemicals in terrestrial, limnic and marine habitats [2] and currently play a central role in the following application areas. In addition to other parameters (see Section 2), the application area is an important criterion for the selection of suitable bird species.