



Akkreditierte Konformitätsbewertungsstelle
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH
Geschäftsfeld Lebensmittelsicherheit,
Identifikationsnummer: 0371



Inspektionsbericht

Nr. 5/2021

Dieser Inspektionsbericht gilt nur für den/die Untersuchungsauftrag/-aufträge der gegenständlichen Auftragsnummer. Dieser Inspektionsbericht darf grundsätzlich nur im Gesamten vervielfältigt und nur mit Zustimmung der AGES weitergegeben oder veröffentlicht werden, weiters darf nichts hinzugefügt werden. Es gelten die AGB der AGES.

gem. EN ISO/IEC 17020:

AGES GmbH, Institut für Lebensmittelsicherheit
Wieningerstr. 8, 4020 Linz
Kontakt (Biomonitoring):
Dipl.Ing. Armin Raditschnig
Tel.: +43 (0)50 555-41511
Fax: +43 (0)50 555-41119
Mail: armin.raditschnig@ages.at

Auftraggeber

OÖ Umweltschutz
Herr Dr. Martin Donat
Kärntnerstrasse 10-12
4021 Linz

Gegenstand der Inspektion

Immissionsmessungen mittels Mähgut (passives
Biomonitoring)

Datum der Inspektion

2.9.2021

Leiter der Inspektion

Linz, 19.10.2021

Dipl.-Ing. Armin Raditschnig



Inhalt

Inhalt	2
Inspektionsbericht	3
1 Auftrag	3
2 Gegenstand und Ziel der Inspektion	3
3 Inspektionsmethoden	4
3.1 Inspektionsmethode – Passives Biomonitoring mittels Wiesengrasaufwuchs	4
3.2 Inspizierte Stellen und Standortfestlegung vor Ort	4
4 Chemische Analyse - Untersuchungsparameter	5
4.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) – Parameter	5
5 Beurteilung des Biomonitorings	6
5.1 Allgemeine Informationen zu Bioindikatoren	6
5.2 Beurteilung der Ergebnisse	6
6 Ergebnisse	8
6.1 Hinweise zur Ergebnisdarstellung	8
6.2 Passives Biomonitoring – Mähgut (Wiesengras)	9
7 Zusammenfassung	12
8 Literaturverzeichnis	13
Verordnungen und Richtlinien	14
9 Anhang	15
9.1 Prüfberichte	15

Inspektionsbericht

Immissionsmessungen mittels Mähgut von Strassenböschungen (passives Biomonitoring) in der Umgebung des Autobahntunnels Niedernhart

Beobachtungsjahr 2021

Verfasst von Armin Raditschnig

*Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) GmbH –
Institut für Lebensmittelsicherheit Linz, Abteilung Kontaminantenanalytik (KONA)*

1 Auftrag

Die AGES GmbH (Inspektionsstelle für Immissionskontrollen mit Höheren Pflanzen) wurde von der Oberösterreichischen Umweltschutzbehörde mit der Durchführung von Immissionskontrollen mittels Mähgutes (passives Biomonitoring) in der Umgebung des Autobahntunnels Niedernhart als Beweissicherungsmaßnahme beauftragt (Auftrag: UAnw-2020-743199/37 vom 15.9.2021).

2 Gegenstand und Ziel der Inspektion

Die folgende Untersuchung stellt eine weitere aktuelle Datenerhebung über die Qualität von Mähgut von stark frequentierten Straßen in Oberösterreich dar. Die Ergebnisse werden hinsichtlich Anforderungen gem. Kompostverordnung und ihrer Eignung als Futtermittel beurteilt.

Untersuchungsumfang 2021

Inspektionsmethoden	Praktische Durchführung	Untersuchungsparameter
Passives Biomonitoring Mähgut/Wiesengras VDI 3957, Blatt 15 (3 Probenahmestellen)	AGES GmbH	Al, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Sb, Cd, Pb, Hg, Bi, PAKs

3 Inspektionsmethoden

Es sollten Wirkungen von ausgewählten Luftschadstoffen auf das Schutzgut Pflanze und deren etwaige weitere Verwendung bewertet werden. Dazu wurden Verfahren gewählt, welche die VDI Richtlinie 3957, Blatt 10 u.a. empfehlen.

3.1 Inspektionsmethode – Passives Biomonitoring mittels Wiesengrasaufwuchs

Die Probenahme wurde durch die OÖ Umwelthanwaltschaft am 2.9.2021 durchgeführt.

3.2 Inspizierte Stellen und Standortfestlegung vor Ort

Messstellen des passiven Biomonitorings

Inspizierte Messstellen	Beschreibung der Messstellen	Orthodaten (GPS)
Tunnel Niedernhart 1 m	1 m entfernt von der Innenseite der Brüstung des westlichen Portals des Tunnel Niedernhart (Fahrspur Richtung A1)	Rechtswert: 71578,93 Hochwert: 349432,28
Tunnel Niedernhart 10 m	10 m entfernt von der Innenseite der Brüstung des westlichen Portals des Tunnel Niedernhart (Fahrspur Richtung A1)	Rechtswert: 71587,94 Hochwert: 349432,97
Tunnel Niedernhart 100 m	100 m entfernt von der Innenseite der Brüstung des westlichen Portals des Tunnel Niedernhart (Fahrspur Richtung A1)	Rechtswert: 71677,74 Hochwert: 349434,07

4 Chemische Analyse - Untersuchungsparameter

Die Probenvorbereitung erfolgt je nach zu untersuchenden Parameter folgendermaßen:

Untersuchungsparameter	Analyse aus...
Elemente, Ionen	... schonend getrocknetem Material (ca. 35°C)
PAKs	... naturfeuchtem Material

Das getrocknete Pflanzenmaterial wurde < 1mm vermahlen und homogenisiert.

4.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) – Parameter

- Benzo(a)pyren (BaP)
- Benzo(b)fluoranthren (BbF)
- Benzo(k)fluoranthren (BkF)
- Benzo(g,h,i)perylen (BPe)
- Fluoranthren (Flu)
- Indeno-(1,2,3-c,d)pyren (IPy)
- Naphthalin
- Fluoren
- Dibenz(a,h)anthracen
- Phenanthren
- Anthracen
- Pyren
- Benz(a)anthracen (BaA)
- Chrysen (CHR)
- Acenaphthen

Die PAKs Naphthalin, Fluoren und Acenaphthen wurden aufgrund ihrer Flüchtigkeit nicht quantifiziert.

Summenparameter	Summe aus...
PAK 6	... BaP, Flu, BbF, BkF, BPe und Ipy
PAK 12	... aus allen angeführten PAKs ohne den leichtflüchtigen PAKs Naphthalin, Fluoren und Acenaphthen

Anmerkung: Bei der Summenbildung wurde bei Gehalten <BG die vom Analysenlabor übermittelten Instrumentenwerte verwendet.

5 Beurteilung des Biomonitorings

5.1 Allgemeine Informationen zu Bioindikatoren

Bioindikatoren dienen u.a. zur Messung der Luftqualität (Biomonitoring) und erschließen über technische Messverfahren hinausgehende Erkenntnisse über wirkungsrelevante Einflüsse von Schadstoffen. Während technische Luftmessnetze im strengen Sinne nur Aussagen über die Konzentration von Luftverunreinigungen im Medium Luft ermöglichen, kann mit der Bioindikation die tatsächliche akute oder chronische Schädigung im „Medium“ Organismus ermittelt werden. Mit der Bioindikation werden bestimmte Schutzgüter (z.B. Boden, Pflanze) selbst als „Überwachungsinstrumente“ genutzt (Zimmermann et al., 1998).

Es ist jedoch zu beachten, dass mittels Bioindikation keine exakte Abbildung der zeitlichen Immissionskonzentrationen von Luftverunreinigungen möglich ist. Aufgrund verschiedener Standortfaktoren (Niederschläge, Windverhältnisse, Temperatur,...) sowie bioindikator-spezifische Faktoren selbst (z.B. Physiologie und Wachstumsverhalten von Pflanzen etc.) sind daher nur lose Zusammenhänge zwischen Immissionskonzentrationen, Depositionsmessungen und Befunden an Bioindikatoren zu erwarten.

5.2 Beurteilung der Ergebnisse

Für die Beurteilung von diversen Schadstoffgehalten in pflanzlichen Materialien sind sowohl **Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte (OmH)** als auch Gehaltsangaben, bei deren Überschreitung etwaige negative Auswirkungen auf Pflanzenwuchs, Tier und/oder Mensch die Folge sein können, hilfreich.

Während die OmHs mittels Referenzstandorte ermittelt werden können, stützt sich der **toxikologisch relevante Bereich** hauptsächlich auf existierende Höchst- und Richtwerte verschiedener Regelwerke.

5.2.1 Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte (OmH)

Die Ermittlung der OmHs erfolgte nach VDI 3857, Blatt 2, 2014. Dazu wurden für die standardisierte Graskultur (aktives Biomonitoring) und das Wiesengras (passives Biomonitoring) Daten von Standorten aus ländlichen und industriiefernen Gebieten Oberösterreichs ausgewertet und daraus OmHs abgeleitet (Öhlinger, 2019; Raditschnig und Göschlberger, 2020).

Die Kalkulation der OmHs basiert auf folgender Gleichung:

$$\text{OmH} = 75. \text{ Perzentil} + 1,5 * \text{ Interquartilabstand}$$

Anmerkung: Als Zusatzinformation wurde bei bestimmten Parametern auch der jeweilige „überregionale“ OmH nach VDI 3857, Blatt 2, 2014 angegeben. Dieser wurde aus Daten von Bayern, Oberösterreich, Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg errechnet (Beobachtungsjahre 2004-2008).

5.2.2 Toxikologisch relevanter Bereich

Unter diesem Begriff werden für landwirtschaftliche Nutzpflanzen relevante Regelwerke mit den dort angegebenen **Höchst (HW)- oder Richtwerten (RW)** zitiert (z.B. Richtlinie 2002/32/EG i.d.j.g.F. für Futtermittelhöchstwerte).

Werte die nach Sauerbeck (1985) als „kritisch für Pflanzenwuchs“ bezeichnet werden, sind **Schwellenwerte (SW)**, bei denen die Wachstumshemmung von besonders sensitiven Pflanzenarten beginnt. Die Angaben zu „kritisch als Tierfutter“ beziehen sich auf verschiedene Haustiere (Sauerbeck 1985).

Die Ableitung von **Maximalen-Immissions-Dosen (MID)** nach den entsprechenden **VDI-Richtlinien 2310** erfolgt aus langfristigen Versuchen zur Ermittlung von Dosis-Zeit-Wirkungsbeziehungen bei Nutztieren. Bei den MID-Angaben wurden hauptsächlich die empfindlichsten landwirtschaftlichen Nutztiergruppen berücksichtigt und entsprechend zitiert.

Für die Beurteilung des Immissionseinflusses wurden folgende Einstufungen gewählt:

„deutlicher Immissionseinfluss“: Werte liegen $\geq 1,5 \times \text{OmH}$
„toxikologisch relevant“: Werte liegen $> \text{Höchstwert/MID/Richtwert}$

6 Ergebnisse

6.1 Hinweise zur Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse des passiven Biomonitorings werden nachfolgend tabellarisch und grafisch dargestellt sowie mit den zuvor beschriebenen korrespondierenden Referenzwerten verschiedener Regelwerte verglichen. Bei der Berechnung und graphischen Darstellung der Mediane wurden auch jene Messwerte verwendet, die unter der BG oder NG lagen. Angaben zu den BGs oder NGs siehe auch Prüfberichte.

Bei den Ergebnistabellen werden die entsprechenden OmH's (Wiesengras) angegeben.

Einzelergebnisse sowie Hinweise zum Prüfverfahren sind den jeweiligen Prüfberichten im Anhang zu entnehmen.

- AGES-Prüfbericht mit Auftragsnummer 21112626 (Elemente, Ionen, PAKs)

Verwendete Abkürzungen

TM = Trockenmasse

FM = Frischmasse

NG = Nachweisgrenze

BG = Bestimmungsgrenze

OmH = Orientierungswert für maximalen Hintergrundgehalt

6.2 Passives Biomonitoring – Mähgut (Wiesengras)

In den nachfolgenden Tabellen sind die Ergebnisse der Mähgut/Wiesengrasanalysen angeführt.

Elemente

Messstellen	Al	V	Cr	Ni	Cu	Zn
Tunnel Niedernhart 1 m	441	1,06	3,21	0,98	6,37	38,8
Tunnel Niedernhart 10 m	2530	4,91	8,25	4,13	8,79	44,0
Tunnel Niedernhart 100 m	1885	3,68	5,49	3,69	6,26	43,3

Messstellen	Cd	Sb	Hg	Pb	Bi
Tunnel Niedernhart 1 m	0,099	0,20	0,028	0,69	0,024
Tunnel Niedernhart 10 m	0,122	0,21	0,037	2,81	0,042
Tunnel Niedernhart 100 m	0,152	0,12	0,034	2,28	0,033

Elementgehalte in Mähgut/Wiesengras in mg/kg TM;

„deutlicher Immissionseinfluss“ in Fettdruck (Einzeldaten $\geq 1,5 \times \text{OmH}$)

„toxikologisch relevant“ rot hinterlegt (Einzeldaten liegen $>$ Höchstwert/MID/Richtwert)

Hinweise zur Beurteilung

Parameter	OmH (Raditschnig/Göschlberger, 2020)	1,5 x OmH	Toxikologisch relevanter Bereich ab (bezogen auf Tiere)
Al	83,3*	124,9	500
V	0,25	0,375	10
Cr	0,7	1,05	50
Ni	3,43	5,14	50
Cu	14,7	22,05	10-20
Zn	61,4	92,1	300
Sb	0,10	0,15	2
Cd	0,38	0,57	1
Pb	0,82	1,23	30
Hg	0,02	0,03	0,1
Bi	0,008	0,012	

Wiesengras-Richtwerte/Grenzwerte in mg/kg TM (OmH = Orientierungswert für die maximale Hintergrundbelastung)

*OmH für Weidelgras

Parameter	Grenzwerte* (Kompostverordnung)	Grenzwerte (Düngemittelverordnung)
Al		
V		
Cr	35	2**
Ni	30	100
Cu	75	
Zn	250	
Sb		
Cd	0,5	3
Pb	60	100
Hg	0,35	1
Bi		
As		40

*Grenzwerte für Kompost der Qualitätsklasse A, korrigiert (im Verdachtsfall, bei Parametern, die in der Qualitätsklasse A (Anlage 2 Teil 2) begrenzt sind, dürfen maximal 50 % des Grenzwertes erreicht werden) lt. Kompostverordnung in mg/kg TM;

** als Cr VI

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Messstellen	BaP	PAK6	PAK12
Tunnel Niedernhart 1 m	1,2	18,77	49,37
Tunnel Niedernhart 10 m	2,6	30,90	66,68
Tunnel Niedernhart 100 m	1,5	22,80	59,24

PAKs in Mähgut/Wiesengras in µg/kg FM;

„deutlicher Immissionseinfluss“ in Fettdruck: PAK-Wert > 1,5 x OmH (BaP > 0,57 µg/kg FM;
 PAK 6 > 9,08 µg/kg FM ; PAK 12 > 29,47 µg/kg FM)

Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Parameter	Richtwert	Quelle
OmH	Benzo(a)pyren	0,38	Raditschnig/Göschlberger (2020)
	PAK 6	6,06	
	PAK 12	19,65	

Wiesengras-Richtwerte für PAKs in µg/kg FM

Parameter	Grenzwerte (Kompostverordnung)	Grenzwerte (Düngemittelverordnung)
BaP		
PAK 6		
PAK 12		
PAK 16		6000

Grenzwerte in µg/kg TM

7 Zusammenfassung

Es wurden pflanzliche Immissionskontrollen auf Al, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Sb, Hg, Pb, Bi und PAKs in der nahen Umgebung des Autobahntunnels Niedernhart mittels Bioindikatoren (Pflanzen) durchgeführt. Als Inspektionsmethode kam dabei das passive Biomonitoring mittels Mähgutes (Wiesengras) zur Anwendung.

An folgenden Standorten konnten deutliche Immissionseinflüsse (Werte $\geq 1,5 \times \text{OmH}$) im Beobachtungsjahr 2021 festgestellt werden:

Standorte	Parameter
Tunnel Niedernhart 1 m	Al, V, Cr, Sb, Bi, BaP, PAK6, PAK12
Tunnel Niedernhart 10 m	Al , V, Cr, Sb, Hg, Pb, Bi, BaP, PAK6, PAK12
Tunnel Niedernhart 100 m	Al , V, Cr, Hg, Pb, Bi, BaP, PAK6, PAK12

„toxikologisch relevant“ in Fettdruck (Einzeldaten \geq Richtwert/Höchstwert/MID in mg/kg TM, bzw. $\mu\text{g}/\text{kg}$ FM bei PAKs)

8 Literaturverzeichnis

- Arndt U., Nobel W. und Schweizer B. (1987): Bioindikatoren: Möglichkeiten, Grenzen u. neue Erkenntnisse. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- Erhardt W., Fischer I. und Wildenmann K. (1994): Bioindikationsmethoden - Standardisierte Graskultur. UWSF-Z. Umweltchem. Ökotox. 6, 219-222
- Kutz F., Barnes D., Bottimore D., Greim H. und Bretthauer E. (1990): The interim toxicity equivalency factor (I-TEF) method of risk assessment for complex mixtures of dioxins and related compounds. Chemosphere 20, 751-757.
- Nobel W., Beismann H., Franzaring J., Kostka-Rick R., Wagner G. und Erhardt W. (2005): Standardisierte biologische Messverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) in Deutschland. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 65, 478-484.
- Öhlinger R. (2000): Biomonitoring von Luftschadstoffen und deren Bewertung aus landwirtschaftlicher Sicht. Veröff. Bundesamt für Agrarbiologie Linz/Donau 22, 13-52
- Öhlinger R. (2006): Aktives und passives Biomonitoring: Richtwerte für einen natürlichen Referenzbereich. Stand 1.3.2006.
- Raditschnig A. und Göschlberger S. (2020): Aktives und passives Biomonitoring. Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte vom 13.4.2021. AGES GmbH. www.ages.at
- Sauerbeck D. (1985): Funktionen, Güte und Belastbarkeit des Bodens aus agrikulturchemischer Sicht. Verlag Kohlhammer, Stuttgart und Mainz
- Van den Berg, Martin, et al. (2006): The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds. Toxicological Sciences 93(2), 223-241.
- Wäber M. (2008): Erfolgsgeschichte Biomonitoring. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 68, 223-226.
- Zimmermann R.-D., Debus R., Franzaring J., Höpker K.A., Maier W., Reiml D. und Finck M. (1998): Empfehlungen zum Einsatz von Bioindikationsverfahren im Rahmen des Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetzes. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 58, 479-486
- Zimmermann R.-D., Wagner G. und Finck M. (2000): Guidelines for the use of biological monitors in air pollution control (plants). Part I. Report 12, WHO collaborating centre for air quality management and air pollution control

Verordnungen und Richtlinien

KOMPOSTVERORDNUNG BGBl. II Nr. 292/2001 (Gesamte Rechtsvorschrift, Fassung vom 15.10.2020)

DÜNGEMITTELVERORDNUNG 2004 BGBl. II Nr. 100/2004 (Gesamte Rechtsvorschrift, Fassung vom 15.10.2020)

RICHLINIE 2002/32/EG über unerwünschte Stoffe und Erzeugnisse in der Tierernährung, Anhang I (letzte konsolidierte Fassung: 25.12.2017)

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 44 (2006): Maximale Immissionswerte für Aluminium zum Schutz der landw. Nutztiere. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 27 (1998): Maximale Immissionswerte für Blei zum Schutz der landw. Nutztiere. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 28 (2008): Maximale Immissionswerte für Cadmium zum Schutz der landw. Nutztiere. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 30 (2005): Maximale Immissionswerte für Nickel zum Schutz der landw. Nutztiere. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 31 (2005): Maximale Immissionswerte für Zink zum Schutz der landw. Nutztiere. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 33 (2019): Maximale Immissionswerte für Quecksilber in organischer Bindungsform zum Schutz der landw. Nutztiere. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 34 (2018): Maximale Immissionswerte für Vanadium zum Schutz der landw. Nutztiere. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 38 (2008): Maximale Immissionswerte für Kupfer zum Schutz der landw. Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel.

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 39 (2011): Maximale Immissionswerte für Chrom zum Schutz der landw. Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel.

VDI-RICHTLINIE 3857, BLATT 2 (2014): Beurteilungswerte für immissionsbedingte Stoffanreicherungen in standardisierten Graskulturen. Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte ausgewählter anorganischer Luftverunreinigungen. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 3957, BLATT 1 (2014): Bioindikation – Grundlagen und Zielsetzung. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 3957, BLATT 10 (2004): Emittenten bezogener Einsatz pflanzlicher Bioindikatoren. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 3957, BLATT 15 (2014): Untersuchungsstrategie nach Schadensereignissen (passives Biomonitoring). VDI Verlag Düsseldorf

9 Anhang

9.1 Prüfberichte

- AGES-Prüfbericht (Auftragsnummer 21112626)