



# INSPEKTIONSBERICHT

## Nr. 8/2015

**Inspektionsstelle**

**gem. EN ISO/IEC 17020:**

AGES GmbH, Institut für Lebensmittelsicherheit  
Wieneringerstr. 8, 4020 Linz  
Kontakt (Biomonitoring):  
Dr. Richard Öhlinger  
Tel.: +43 (0)50 555-41500  
Fax: +43 (0)50 555-41119  
Mail: [richard.oeHLinger@ages.at](mailto:richard.oeHLinger@ages.at)

**Auftraggeber:**

OÖ Umweltschutz  
Dr. Martin Donat  
Kärntnerstr. 10-12  
A-4021 Linz

**Gegenstand der Inspektion:**

Immissionskontrollen in der Umgebung der Fa.  
Gebauer & Griller Metallwerke GmbH in Linz-  
Kleinmünchen mittels Biomonitoring

**Datum der Inspektion:**

Mai 2015 bis September 2015

Leiter der Inspektion

Dr. Richard Öhlinger

**Hinweise:**

- Die Inspektionsergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die inspizierten Objekte oder den benannten Teilen davon.
- Ohne schriftliche Genehmigung der Inspektionsstelle darf dieser Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden!

# **INSPEKTIONSBERICHT über den**

## **Immissionskontrollen in der Umgebung der Fa. Gebauer & Griller Metallwerke GmbH in Linz-Kleinmünchen mit der standardisierten Graskultur**

### **Beobachtungsjahr 2015**

Richard Öhlinger,  
Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) GmbH –  
Institut für Lebensmittelsicherheit Linz, Abt. Kontaminantenanalytik (KONA)

#### **1. Auftrag**

Die AGES GmbH (Abt. KONA) wurde mit der Durchführung eines Biomonitorings mit der standardisierten Graskultur in der Umgebung der Fa. Gebauer & Griller Metallwerke GmbH in Linz-Kleinmünchen von der OÖ Umweltschutzbehörde beauftragt (Geschäftszeichen/Datum: UAnw-010296/1-2015-Nö / 9.4.2015).

#### **2. Gegenstand und Ziel der Inspektion**

Mit der standardisierten Graskultur sollen in der Umgebung der Fa. Gebauer & Griller Metallwerke GmbH in Linz-Kleinmünchen Immissionskontrollen auf Chrom (Cr) und Nickel (Ni) durchgeführt werden. Bereits im Versuchsjahr 2007 wurden aufgrund von Hinweisen auf erhöhte Cr- und Ni-Immissionen ein aktives Biomonitoring mit der standardisierten Graskultur durchgeführt (Öhlinger, 2007).

Besonders folgende Versuchsfragen sollen in Hinblick auf das Schutzgut Pflanze beantwortet werden:

- Gibt nachweisbare Cr- und Ni-Immissionen in der Umgebung des Metallwerkes, die über dem Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt liegen?
- Vergleich mit den Ergebnissen von 2007
- Werden bei Vorhandensein von erhöhten Cr- und Ni-Konzentrationen in den Pflanzen anwendbare Richt- bzw. Höchstgehalte überschritten?

#### **3. Inspektionsmethoden, inspizierte Stellen**

Zur Ermittlung der Immissionssituation in der Umgebung des Metallwerkes wurden Verfahren angewendet, welche die VDI Richtlinie 3957 Bl.10 u.a. empfiehlt.

### 3.1 Inspektionsmethoden

#### 3.1.1 Immissionskontrollen mit der standardisierten Graskultur (Aktives Biomonitoring)

Ende der 60er Jahre wurde die aktive Immissionserfassung mit Weidelgras zur Anreicherung von Luftschadstoffen in Nordrhein-Westfalen entwickelt. Das Verfahren geht auf Arbeiten von Scholl (1971) zurück. Es stellt das ausgereifteste Bioindikationsverfahren dar und wird in VDI-Richtlinien behandelt (VDI-Richtlinie 3957, Blatt 2, 2003, VDI 3957, Blatt 1, 1999, VDI 3957, Blatt 10, 2004, Wäber, 2008, Nobel et al., 2005, Zimmermann et al., 2000, Zimmermann et al., 1998, Öhlinger 2000, Erhardt et al., 1994, Arndt et al. 1987).

#### **Durchführung:**

nach SAA\_2973 (Basisnorm: VDI-Richtlinie 3957, Blatt 2, 2003):

Die Indikatorpflanze Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum*, Sorte "Lema") wird in Gewächshäusern unter vollkommen standardisierten, einheitlichen Bedingungen ca. 7 Wochen angezogen. Standardisiert sind sämtliche Manipulationen bezüglich der Aussaat und Anzuchttechnik, sowie alle übrigen Maßnahmen z.B. die Wasser- und Nährstoffversorgung. Zu diesem Zwecke wird hochwertiges Saatgut in Kunststoffpflanzgefäße, die mit Einheitserde (z.B. Fruhstorfer Typ "O") gefüllt sind, ausgesät. Um eine ausreichende Bestandesdichte zu erreichen, werden die Kulturen in regelmäßigen Abständen auf Bestockungshöhe zurückgeschnitten.

Zur Exposition wird das Pflanzkulturgefäß in eine Trägervorrichtung gesetzt, welche eine einheitliche Höhe von 1,50 m aufweist, um eventuelle Verunreinigungen durch aufgewehten Erdstaub auszuschließen.

Pro Standort war ein Pflanzgefäß mit einer ungefähren Anbaufläche von ca. 280 cm<sup>2</sup> exponiert.

Die Bewässerung und Nährstoffversorgung erfolgt kontinuierlich mittels Saugstreifen, die in einen darunter befindlichen Behälter eintauchen. Nach erfolgter Exposition am Messort (siehe Expositionsperioden) wird der Grastopf mit einer neu angezogenen Graskultur aus dem Glashaus ausgetauscht. Die entfernte Kultur wird unter Verschluss gebracht und dem Labor zur weiteren Bearbeitung zugeführt. Dort wird das Gras geschnitten, je nach beabsichtigter Analyse getrocknet und homogenisiert. Aus dieser Probe werden danach die (Schadstoff)gehalte ermittelt.

Die Anzucht der Weidelgräser, die Errichtung der Expositionseinrichtungen und der Austausch der Pflanzgefäße mit Probenahme sowie deren Betreuung (Gießen) wurden von der AGES GmbH Linz bewerkstelligt.

#### **Expositionsperioden (Inspektionszeiträume):**

Pro Standort war ein Pflanzgefäß mit einer ungefähren Anbaufläche von je 280 cm<sup>2</sup> exponiert. Pflanzenfrischmassen < 10 g (entsprechen ca. 2 g TM), die z.B. gemäß VDI 3957, Bl.2 (2003) wurden als solche gekennzeichnet.

<b>Expositionsperiode</b>	<b>Inspektionszeitraum</b>
1. Periode (I)	4.5. – 1.6.2015
2. Periode (II)	1.6. – 29.6.2015
3. Periode (III)	29.6. – 27.9.2015
4. Periode (IV)	27.9. – 24.8.2015
5. Periode (V)	24.8. – 21.9.2015

**Anmerkungen:**

Aufgrund des sehr warmen und trockenen Sommers war der Pflanzenaufwuchs im August und September vergleichsweise geringer.

Am Standort Schulzentrum wurde der Pflanztopf Mitte Mai entwendet. Dieser wurde mit einem neuen ersetzt, der jedoch nur mehr rd. eine Woche bis zum nächsten Pflanzenwechsel exponiert werden konnte. Um eine ausreichende Akkumulationsfähigkeit in dieser kurzen Zeit zu gewährleisten, wurde ein ungeschnittenes Weidelgras exponiert.

### 3.2 Inspizierte Stellen und Standortfestlegung vor Ort

Auf Basis des aktiven Biomonitorings im Versuchsjahr 2007 sowie einer Begehung vor Ort wurde die Vorgangsweise über die gegenständliche Untersuchung geplant.

Mit dem Auftraggeber wurden im Zuge der Messplanung für 2015 dabei folgende Messorte festgelegt (siehe auch Orthokarte im Anhang):

<b>Inspizierte Stellen 2015</b>	<b>Inspektionsmethoden</b>	<b>Anmerkungen (ungefähre Entfernungsangaben vom Werk)</b>
Schulzentrum	Standardisierte Graskultur	200 m SW Parkplatz
Magerweg	Standardisierte Graskultur (Depositionsmessung*)	150 m O (Hauptwindrichtung)
Zeppelinstraße	Standardisierte Graskultur	200 m NNO
Messstation	Standardisierte Graskultur (Depositionsmessung*)	350 m NNW Nähe Dauphinstraße

\*Durchführung durch die Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes OÖ

Anmerkung: Im Vergleich zu den Messorten von 2007 wurde der damalige Standort Räderweg (Nähe Standort Schulzentrum) weggelassen, der Standort Messstation jedoch hinzugefügt. Alle Messorte befanden sich im Wohngebiet.

### 3.3 Chemische Analyse - Untersuchungsparameter

Probenvorbereitung:

Die Analyse auf Cr und Ni geschah aus dem getrockneten Pflanzenmaterial (80 °C).

Das getrocknete Pflanzenmaterial wurde < 1mm vermahlen und homogenisiert.

**Einzelergebnisse sowie Hinweise zum Prüfverfahren siehe auch Prüfbericht im Anhang:**

AGES-Prüfbericht mit Auftragsnummer 15057993

#### Verwendete Abkürzungen

TM = Trockenmasse

TG = Trockengewicht mit 12% Wassergehalt (bei Futtermitteln)

FM = Frischmasse

BG = Bestimmungsgrenze

OmH = Orientierungswert für maximalen Hintergrundgehalt

#### 4. Hinweise zur Beurteilung des Biomonitorings

##### Allgemeine Bemerkungen 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. bei Pflanzen deren Physiologie und Wachstumsverhalten etc.) sind daher nur lose Zusammenhänge zwischen Immissionskonzentrationen /oder Deposition und Befunden an Bioindikatoren zu erwarten.

##### **Zur Beurteilung**

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.

In den nachfolgenden Parameter-Tabellen werden die Ergebnisse der Messperioden 2015 mit den jeweiligen Standorts-Medianen des Beobachtungsjahres 2015 der standardisierten Graskultur angeführt, welche mit dem entsprechenden OmH verglichen werden können.

##### **Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte (OmH)**

Die Ermittlung der OmHs erfolgte nach VDI 3857, Bl. 2 (2014). Dazu wurden für die standardisierte Graskultur (aktives Biomonitoring) Daten von Standorten aus ländlichen und industriiefernen Gebieten Oberösterreichs der Jahre 2003-2013 ausgewertet und daraus **OmHs** abgeleitet (Öhlinger, 2014). Die Kalkulation der OmHs basiert auf der Gleichung:

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

*Für eine verbale Beurteilung des Immissionseinflusses wurden folgende Einstufungen gewählt:*

„geringer Immissionseinfluss“: Werte liegen zwischen  $< \text{BG}$  und  $\leq 2 \times \text{OmH}$

„mittlerer Immissionseinfluss“: Werte liegen zwischen  $> 2 \times \text{OmH}$  und  $\leq 3 \times \text{OmH}$

„deutlicher Immissionseinfluss“: Werte liegen  $> 3 \times \text{OmH}$

### **Toxikologisch relevanter Bereich**

Unter diesem Begriff werden, soweit verfügbar, für landwirtschaftliche Nutzpflanzen bzw. pflanzliche Futtermittel relevante Regelwerke mit den dort angegebenen **Höchst (HW)- oder Richtwert (RW)** (z.B. Richtlinie 2002/32/EG für Futtermittel oder VO(EG) 1881/2006 für Lebensmittel i.d.j.g.F.) zitiert.

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 nachfolgenden MID-Angaben unter den „toxikologisch relevanten“ Gehalten wurden Beispiele landwirtschaftlicher Nutztiergruppen berücksichtigt und entsprechend zitiert.

Werte, die als „**kritisch für Pflanzenwuchs**“ nach Sauerbeck (1985) bezeichnet werden, sind Schwellenwerte, bei denen die Wachstumshemmung von besonders sensiblen Pflanzenarten beginnt.

## 5. Ergebnisse

### 5.1 Standardisierte Graskultur (aktives Biomonitoring)

(Anmerkung: Römische Ziffern in den Tabellen stellen die Expositionsperioden dar)

#### Chrom

Messort	I	II	III	IV	V	Median 15	Median 2007**
Magerweg	0,49*	<b>0,83</b>	0,61	0,6	2,1	0,7	0,6
Schulzentrum	<b>2,09</b>	0,64	<b>1,0</b>	<b>0,77</b>	<b>1,9</b>	1	0,4
Zeppelinstraße	0,68	0,55	0,6	<b>0,84</b>	<b>1,2</b>	0,7	0,6
Messstation	<b>1,10</b>	<b>0,82</b>	<b>0,8</b>	<b>0,94</b>	<b>2,3</b>	<b>0,9</b>	

Cr in der standardisierten Graskultur in mg/kg TM

\*Wert von einer einwöchigen Exposition (Pflanztopf wurde entwendet)

\*\*Öhlinger (2007)

#### Hinweise zur Beurteilung:

Bereich	MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>0,7</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>50</b>	<b>1-2</b>	Kritisch für Pflanzenwuchs (Sauerbeck, 1985) MID für Rind, Schaf, Huhn, Schwein (VDI 2310, 2011)

Höchst- und Richtwerte für Cr in mg/kg TM bzw. TG (OmH = Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt)

#### Beurteilung:

*Mediane: Geringer Immissionseinfluss an den Standorten „Schulzentrum“ und Messstation“*

*Einzeldaten: Immissionseinflüsse an allen Standorten, jedoch am häufigsten an den Standorten „Messstation“ und „Schulzentrum“.*

## Nickel

Messort	I	II	III	IV	V	Median 15	Median 2007**
Magerweg	2,4*	2,8	2,1	1,8	4,6	2,45	1
Schulzentrum	<b>3,35</b>	1,8	2,3	2,0	2,8	2,3	2,6
Zeppelinstraße	0,95	1,0	1,7	1,8	1,5	1,5	1,2
Messstation	1,9	1,5	1,9	2,2	1,9	1,9	

Ni in der standardisierten Graskultur in mg/kg TM

\*Wert von einer einwöchigen Exposition (Pflanztopf wurde entwendet)

\*\*Öhlinger (2007)

### Hinweise zur Beurteilung:

Bereich	MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>3,0</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>50</b> in TG	20-30	MID für Rinder, Schafe, Schweine und Hühner (VDI 2310, 2005) Kritisch für Pflanzenwuchs (Sauerbeck, 1985)

Höchst- und Richtwerte für Ni in mg/kg TM bzw. TG (OmH = Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt)

### Beurteilung:

*Mediane: Kein Immissionseinfluss nachweisbar.*

*Einzeldaten: Geringer Immissionseinfluss am Standort „Schulzentrum“ bei der 1. Expositionsperiode.*

## 6. Zusammenfassung

Es wurden Immissionskontrollen auf Chrom (Cr) und Nickel (Ni) in der nahen Umgebung der Fa. Gebauer & Griller Metallwerke GmbH in Linz-Kleinmünchen mit der standardisierten Graskultur (Inspektionsmethode) durchgeführt. Die Messungen erfolgten von Mai bis September 2015 (monatliche Probenahme)

An folgenden Standorten konnten bezogen auf den Median Immissionseinflüsse mit der standardisierten Graskultur im Beobachtungsjahr 2015 festgestellt werden:

Messort	Chrom	Nickel
Schulzentrum		
Magerweg		
Zeppelinstraße		
Messstation	*	

\*geringer Immissionseinfluss ( $\leq 2 \times \text{OmH}$ )

\*\*mittlerer Immissionseinfluss ( $>2-3 \times \text{OmH}$ )

\*\*\*deutlicher Immissionseinfluss ( $>3 \times \text{OmH}$ )

Chrom: Kurzfristig waren auch an allen anderen Standorten Cr-Immissionseinflüsse nachweisbar. Nach der Häufigkeit ihres Auftretens kann folgende Reihenfolge angegeben werden:

Messstation > Schulzentrum > Zeppelinstraße > Magerweg

Nickel:

Ein messbarer Ni-Immissionseinfluss trat nur am Standort „Schulzentrum“ bei der 1. Messperiode auf.

In Bezug auf das Schutzgut Pflanze ist keine Beeinträchtigung (Pflanzenwachstum) zu erwarten. Der für die standardisierte Graskultur eventuell anwendbare MID für Futter wurde deutlich unterschritten.

## 7. Literatur

*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

*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 (2007):* Kurzbericht zum aktiven Biomonitoring 2007 in der Umgebung der Fa. Gebauer & Griller Metallwerke GmbH in Linz/Kleinmünchen. Bericht vom 22.11.2007 im Auftrag der OÖ Umweltschutzbehörde.

*Öhlinger R. (2014):* Aktives und passives Biomonitoring: Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte (OmH) gemäß VDI Richtlinie 3857, Bl. 2. Stand 1.7.2014.

*Sauerbeck D. (1985):* Funktionen, Güte und Belastbarkeit des Bodens aus agrarkulturchemischer Sicht. Verlag Kohlhammer, Stuttgart und Mainz

*Scholl G (1971):* Ein biologisches Verfahren zur Bestimmung der Herkunft und Verbreitung von Fluorverbindungen in der Luft. Landw. Forschung, Sonderheft 26, 29-55.

*Wäber M. (2008):* Erfolgsgeschichte Biomonitoring. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 68, 223-226.

*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

*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

RICHLINIE 2002/32/EG über unerwünschte Stoffe und Erzeugnisse in der Tierernährung, Anhang I (i.d.j.g.F.)

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

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

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

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

VDI-RICHTLINIE 3957, BLATT 2 (2003): Verfahren der standardisierten Graskultur.

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

## **8. Anhang**

Orthokarte mit eingezeichneten Probenahmestandorten

AGES-Prüfbericht mit Auftragsnummer 15057993

**Orthokarte**

