



# INSPEKTIONSBERICHT

Nr. 7/2016

**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 von  
Zementwerken (Kirchdorf und Gmunden) mit der  
standardisierten Graskultur

**Datum der Inspektion:**

Mai 2016 bis September 2016

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**

### **Immissionskontrollen in der Umgebung der Zementwerke Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GmbH und Zementwerk Hatschek GmbH mit der standardisierten Graskultur**

*Beobachtungsjahr 2016*

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 (aktives Biomonitoring) in der Umgebung der Zementwerke Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GmbH und Zementwerk Hatschek GmbH von der OÖ Umweltschutzbehörde beauftragt (Geschäftszeichen/Datum: UAnw-010301/1-2016-Nö / 7.3.2016).

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

Mit der standardisierten Graskultur sollen in der Umgebung der Zementwerke Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GmbH und Zementwerk Hatschek GmbH (Gmunden) Immissionskontrollen auf ausgewählte (Schad)stoffe durchgeführt werden.

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

- Gibt nachweisbare Immissionen in der Umgebung der Zementwerke, die über dem Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt liegen?
- Werden bei Vorhandensein von erhöhten Schadstoffkonzentrationen in den Pflanzen anwendbare Richt- bzw. Höchstgehalte überschritten?

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

Zur Ermittlung der Immissionssituation in der Umgebung der Zementwerke 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, 2016, VDI 3957, Blatt 1, 2014, 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, 2016):

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 waren 4 Pflanzgefäße mit einer ungefähren Anbaufläche von 280 cm<sup>2</sup> /Topf 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 wurden von der AGES GmbH Linz bewerkstelligt. Die Betreuung (Gießen) der Pflanzen vor Ort geschah durch die Grundbesitzer des jeweiligen Messortes.

### Expositionsperioden (Inspektionszeiträume):

Expositionsperiode	Inspektionszeitraum Zementwerk Kirchdorf	Inspektionszeitraum Zementwerk Gmunden
1. Periode (I)	3.5. – 31.5.2016	2.5. – 30.5.2016
2. Periode (II)	31.5. – 28.6.2016	30.5. – 27.6.2016
3. Periode (III)	28.6. – 26.7.2016	27.6. – 25.7.2016
4. Periode (IV)	26.7. – 23.8.2016	25.7. – 22.8.2016
5. Periode (V)	23.8. – 20.9.2016	22.8. – 19.9.2016

### 3.2 Inspizierte Stellen und Standortfestlegung vor Ort

Mit dem Auftraggeber wurden im Rahmen einer Begehung vor Ort am 7.4.2016 folgende Messorte festgelegt (siehe auch Orthokarten im Anhang):

Inspizierte Stellen 2016	Ort des Zementwerkes	Anmerkungen (ungefähre Entfernungsangaben vom Werk)
Hausmanning	Kirchdorf	230 m NO
Stainerstraße*	Kirchdorf	250 m SO
Blumauerstraße	Kirchdorf	400 m NW
Gmundnerstraße	Gmunden	670 m N
Auweg	Gmunden	470 m NNW
Grüner Wald	Gmunden	240 m O

\*durch die nahe Bundesstraße B 138 sind Immissionseinflüsse durch den dortigen Verkehr möglich

### 3.3 Chemische Analyse - Untersuchungsparameter

**Hinweise zu den Prüfverfahren siehe auch AGES-Prüfbericht mit der Auftragsnummer 16054437 (Kirchdorf) und 16054443 (Gmunden) im Anhang**

#### **Anorganische Parameter:**

Für die Analyse auf Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr, As, Sb, F und Tl wurden die ungewaschenen Grasproben bei einer Temperatur von 80° Celsius getrocknet und auf eine Korngröße unter 1 mm vermahlen und homogenisiert.

Die Bestimmung von Hg erfolgte aus der schonend getrockneten (max. 35° C) und vermahlenden Probe.

#### **Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

Die zerkleinerten Weidelgrasproben wurden für die PAK-Analyse im naturfeuchten Zustand extrahiert.

<b>PAK</b>	<b>PAK</b>
Benzo(a)pyren (BaP)	Dibenz(a,h)anthracen
Benzo(b)fluoranthren (BbF)	Phenanthren
Benzo(k)fluoranthren (BkF)	Anthracen
Benzo(g,h,i)perylen (BPe)	Pyren
Indeno-(1,2,3-c,d)pyren (IPy)	Benz(a)anthracen
Fluoranthren (Flu)	Chrysen

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

PAK-Summe 6 = Summe von BaP, Flu, BbF, BkF, BPe und Ipy

PAK-Summe 12 = Summe aus allen angeführten PAKs exclusive Naphthalin, Fluoren und Acenaphthen (siehe PAK-Tabelle)

*Anmerkung:* Bei der Summenbildung wurde bei Gehalten <BG die vom Analysenlabor übermittelten Instrumentenwerte verwendet. Bei Summenwerten, die Gehalte <BG enthalten, sind diese *kursiv* geschrieben

#### **Nicht dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (ndl-PCB)**

Die Bestimmung der PCBs erfolgte aus der schonend getrockneten (max. 35° C) und vermahlenden Probe.

PCB-Kongenerne: PCB-28, PCB-52, PCB-101, PCB-138, PCB-153, PCB-180

PCB-Summe 6 = Summe der sechs PCB-Kongenerne 28, 52, 101, 138, 153 und 180

*Anmerkung:* Bei der Summenbildung wurde bei Werten <BG mit der BG gerechnet (= UB; worst case)

### **Hexachlorbenzol (HCB)**

Die Bestimmung von HCB erfolgte aus der schonend getrockneten (max. 35° C) und vermahlene Probe.

### **Verwendete Abkürzungen**

TM = Trockenmasse

TG = Trockengewicht mit 12% Wassergehalt (bei Futtermitteln)

FM = Frischmasse

BG = Bestimmungsgrenze

MP = Messperiode

OmH = Orientierungswert für maximalen Hintergrundgehalt

UB = upper bound (bei Gehalten <BG wird mit der BG gerechnet)

#### 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 2016 mit den jeweiligen Standorts-Medianen des Beobachtungsjahres 2016 der standardisierten Graskultur angeführt, welche mit dem entsprechenden OmH verglichen werden können (Anmerkung: Bei der Berechnung der Mediane wurden bei Gehalten <BG die entsprechenden Messwerte (in *kursiver* Schrift) verwendet. Der so ermittelte Median wird zur Kennzeichnung ebenfalls *kursiv* geschrieben).

##### - **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 OmH und  $\leq 1,5 \times \text{OmH}$

„mittlerer Immissionseinfluss“: Werte liegen zwischen  $> 1,5 \times \text{OmH}$  und  $\leq 2 \times \text{OmH}$

„deutlicher Immissionseinfluss“: Werte liegen  $> 2 \times \text{OmH}$

- **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

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

### Antimon (Sb)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	0,016	0,019	0,061	0,031	0,018	0,02
Stainerstraße	<b>0,079</b>	<b>0,101</b>	0,025	<b>0,116</b>	<b>0,113</b>	<b>0,10</b>
Blumauerstraße	0,016	0,023	0,018	0,026	0,039	0,02
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	0,02	0,022	0,023	0,038	0,037	0,02
Auweg	0,018	0,017	<b>0,104</b>	0,029	0,03	0,03
Grüner Wald	0,023	0,021	0,023	0,027	0,046	0,02

Sb in der standardisierten Graskultur in mg/kg TM  
(Gehalt > OmH in Fettdruck)

### Hinweise zur Beurteilung:

Bereich	Höchstwert/MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>0,04</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>			

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

### Beurteilung:

*Kirchdorf: Deutlicher Immissionseinfluss am Standort Stainerstraße (Kirchdorf). Dieser ist wahrscheinlich verkehrsbedingt.*

*Gmunden: Kurzfristiger, jedoch deutlicher Immissionseinfluss in der 3. MP am Standort Auweg (Gmunden).*

### Arsen (As)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	0,04	0,12	0,14	0,13	0,18	0,13
Stainerstraße	0,06	0,13	0,17	0,11	0,2	0,13
Blumauerstraße	0,04	0,12	0,13	0,09	<b>0,21</b>	0,12
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	0,04	0,08	0,18	0,09	<b>0,27</b>	0,09
Auweg	0,04	0,08	0,19	0,11	<b>0,27</b>	0,11
Grüner Wald	0,04	0,07	0,16	0,1	0,17	0,1

As-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM  
(Gehalt > OmH in Fettdruck)

### Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstgehalt	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>0,2</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	2 in TG		Futtermittelausgangserzeugnisse, Alleinfuttermittel (Richtlinie 2002/32/EG)
	2 in TG		MID für Rinder, Schafe, Schweine, Ziegen, Geflügel (VDI 2310, 2009)

Höchst- und Richtwerte für As in mg/kg TM bzw. TG (OmH = Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt); \*überregionaler OmH

### Beurteilung:

*Kurzfristig geringe Immissionseinflüsse an den Standorten Blumauerstraße (5. MP, Kirchdorf) sowie an den Gmundner-Standorten Gmundnerstraße und Auweg (jeweils in der 5. MP).*

### Blei (Pb)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	0,15	0,19	0,39	0,24	0,32	0,24
Stainerstraße	0,33	0,33	0,21	0,38	0,53	0,33
Blumauerstraße	0,18	0,17	0,20	0,19	0,39	0,19
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	0,19	0,24	0,22	0,28	0,33	0,24
Auweg	0,16	0,20	0,40	0,17	0,33	0,20
Grüner Wald	0,15	0,20	0,18	0,18	0,33	0,18

Pb-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM

### Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstwert/MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>0,75</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>10-15</b> in TG  <b>30</b> in TG  <b>5</b> in TG		MID für Schafe, Ziegen >6 Monate (VDI 2310, 1998) Grünfutter (Richtlinie 2002/32/EG ) Alleinfuttermittel (Richtlinie 2002/32/EG)

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

Beurteilung: Natürliche Gehalte.

## Cadmium (Cd)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	0,071	0,088	<b>0,169</b>	<b>0,164</b>	0,088	0,09
Stainerstraße	0,076	0,106	<b>0,16</b>	<b>0,153</b>	0,095	0,11
Blumauerstraße	0,07	0,105	<b>0,15</b>	0,111	0,079	0,11
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	0,082	0,118	0,14	0,112	0,102	0,11
Auweg	0,068	0,115	0,144	0,106	0,12	0,12
Grüner Wald	0,07	0,114	0,115	0,09	0,095	0,10

Cd-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM  
(Gehalt > OmH in Fettdruck)

### Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstwert/MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>0,14</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	>0,4 in TG  1 in TG		MID für Pferd (VDI 2310, 2008) Futtermittel-Ausgangserzeugnisse pflanzl. Ursprungs, Alleinfuttermittel f. Rinder, Schafe, Ziegen und Fische (Richtlinie 2002/32/EG)

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

### Beurteilung:

*Kirchdorf: Kurzfristig geringe Immissionseinflüsse an den Standorten Hausmanning (3. und 4. MP), Stainerstraße (3. und 4.MP) und Blumauerstraße (3. Messperiode).*

## Chrom (Cr)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	0,53	0,35	<b>1,17</b>	0,32	0,34	0,35
Stainerstraße	<b>0,72</b>	0,55	0,37	0,44	<b>1</b>	0,55
Blumauerstraße	0,28	<b>0,86</b>	0,35	0,25	0,47	0,35
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	0,41	0,46	0,34	0,50	0,57	0,5
Auweg	0,45	0,34	0,42	0,30	0,43	0,4
Grüner Wald	0,38	0,30	0,26	0,27	0,54	0,3

Cr in der standardisierten Graskultur in mg/kg TM  
(Gehalt > OmH in Fettdruck)

### 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:

*Kurzfristig geringe Immissionseinflüsse an den Standorten Hausmanning (3. MP), Stainerstraße (1. und 5. MP) und Blumauerstraße (2. MP).*

## Fluor (F)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	< BG					
Stainerstraße	< BG					
Blumauerstraße	< BG					
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	< BG					
Auweg	< BG					
Grüner Wald	< BG					

F-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM (Hinweis: BG = 4 mg/kg TM);

## Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstwert/MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>5</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>30</b> in TG  <b>30-50</b> in TG		Alleinfuttermittel für laktierende Rinder, Schafe und Ziegen (Richtlinie 2002/32/EG) MID Wert für Rinder (VDI 2310, 2001)

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

Beurteilung: Natürliche Gehalte.

## Kupfer (Cu)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	7,7	8,7	7,9	7,5	6,8	7,7
Stainerstraße	7,8	8,8	7,8	8,8	7,4	7,8
Blumauerstraße	6,3	5,4	8,7	7,9	6,4	6,4
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	5,5	8,1	8,5	6,5	8,0	8,0
Auweg	7,4	10,2	9,5	6,9	7,4	7,4
Grüner Wald	5,8	7,8	7,2	7,3	7,6	7,3

Cu-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM

## Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstwert/MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>12</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>10-20</b> in TG <b>40</b> in TG <b>100</b> in TG	<b>15-20</b>	Für Pflanzen (Sauerbeck, 1985) MID für Schafe* (VDI 2310,2008) MID für Aufzuchtrinder (VDI 2310,2008) MID für Milchkühe (VDI 2310,2008)

Höchst- und Richtwerte für Cu in mg/kg TM bzw. TG (\* abhängig von Rasse) (OmH = Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt)

Beurteilung: *Natürliche Gehalte.*

### Quecksilber (Hg)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	0,01	0,014	0,015	0,014	0,009	0,014
Stainerstraße	0,011	0,018	0,01	0,02	0,014	0,014
Blumauerstraße	0,009	0,013	0,011	0,01	0,013	0,011
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	0,01	0,013	0,014	0,012	0,013	0,013
Auweg	0,008	0,008	0,021	0,008	0,011	0,008
Grüner Wald	0,009	0,01	0,014	0,009	0,009	0,009

Hg-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM; BG=0,012 mg/kg TM

### Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Grenzwert/MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>0,025</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>0,050</b> in TG  <b>0,1</b> in TG		MID für Schafe (VDI 2310, 1996) Mischfuttermittel, FM-Ausgangserzeugnisse (Richtlinie 2002/32/EG)

Grenz- und Richtwerte für Hg in mg/kg TM bzw. TG

Beurteilung: Natürliche Gehalte.

## Nickel (Ni)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	1,2	1,6	<b>3,4</b>	<b>3,3</b>	1,5	1,6
Stainerstraße	1,3	2,0	2,9	<b>3,2</b>	2,4	2,4
Blumauerstraße	1,2	1,6	<b>3,6</b>	2,8	1,6	1,6
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	1,0	2,0	2,6	2,4	2,3	2,3
Auweg	1,1	2,8	2,7	2,5	2,2	2,5
Grüner Wald	1,1	1,8	2,6	2,3	2,0	2,0

Ni in der standardisierten Graskultur in mg/kg TM  
(Gehalt > OmH in Fettdruck)

### 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:

*Kurzfristig geringe Immissionseinflüsse an den Standorten Hausmanning (3. und 4. MP), Stainerstraße (4. MP) und Blumauerstraße (3. MP)*

## Thallium (Tl)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	0,034	0,058	0,045	0,040	0,060	0,05
Stainerstraße	0,038	0,060	0,047	0,040	0,060	0,05
Blumauerstraße	0,035	0,068	0,045	0,041	0,050	0,04
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	0,045	0,051	0,047	0,037	0,050	0,05
Auweg	0,030	0,055	0,051	0,041	0,060	0,05
Grüner Wald	0,032	0,046	0,053	0,032	0,047	0,05

Tl-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM

## Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstwert/MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>0,12</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>0,5 (TG)</b> <b>1 (TG)</b> <b>0,4 (TG)</b>		MID (VDI 2310, 2000) für Schafe Mastschweine Mastküken

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

Beurteilung: *Natürliche Gehalte.*

## Zink (Zn)

Messort	I	II	III	IV	V	Median 16
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	31	35	40	42	40	40
Stainerstraße	35	44	42	46	46	44
Blumauerstraße	29	38	42	42	41	41
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	34	41	42	38	42	41
Auweg	35	40	47	41	42	41
Grüner Wald	32	36	42	39	43	39

Zn-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM

## Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstwert/MID	Richtwert	Quelle
<b>OmH</b>		<b>75</b>	Öhlinger (2014)
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>300</b> in TG  <b>500</b> in TG		MID für Schafe und Gehegewild (VDI 2310, 2005) MID für Rinder, Pferde (VDI 2310, 2005)

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

Beurteilung: Natürliche Gehalte.

### Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)

**BaP** = Benzo(a)pyren (BG = 0,05 µg/kg FM)

**PAK 6:** Summe aus den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen Fluoranthen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren

**PAK 12:** Summe aus den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen Fluoranthen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Chrysen, Benz(a)anthracen, Pyren, Anthracen, Phenanthren und Dibenz(a,h)anthracen

Anmerkung: Die PAK-Gehalte wurden Mischproben aus der 1. - 3. Expositionsperiode (Mai bis Juli), sowie aus der 4. und 5. Messperiode (August bis September) bestimmt.

Messort	PAK 12 I-III	PAK 12 IV-V	PAK 6 I-III	PAK 6 IV-V	Mittel 16 PAK 12	Mittel 16 PAK 6
<i>Kirchdorf</i>						
Hausmanning	3,38	3,00	1,21	1,17	3,2	1,2
Stainerstraße	3,77	4,26	1,56	1,85	4,0	1,7
Blumauerstraße	2,64	3,06	0,98	1,13	2,8	1,1
<i>Gmunden</i>						
Gmundnerstraße	2,74	3,03	1,09	1,30	2,9	1,2
Auweg	2,80	3,99	1,10	1,82	3,4	1,5
Grüner Wald	2,51	4,89	1,17	2,17	3,7	1,7

PAK 12 und PAK 6 in der standardisierten Graskultur in µg/kg FM (Gehalt > OmH in Fettdruck)  
Hinweis: BaP-Gehalte lagen alle < OmH (0,9 µg/kg FM)

#### Hinweise zur Beurteilung

Bereich	OmH	Quelle
PAK 6	<b>4,1</b>	Öhlinger (2014)
PAK 12	<b>9,4</b>	

Richtwerte für PAKs in Weidelgras in µg/kg FM (OmH = Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt)

Beurteilung: *Natürliche Gehalte.*

### Nicht dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (ndl-PCB)

Messort	PCB 6 I-III	PCB 6 IV-V	Mittel 16 PCB 6
<i>Kirchdorf</i>			
Hausmanning	<12	<12	<12
Stainerstraße	<12	<12	<12
Blumauerstraße	<12	<12	<12
<i>Gmunden</i>			
Gmundnerstraße	<12	<12	<12
Auweg	<12	<12	<12
Grüner Wald	<12	<12	<12

Hinweis: Alle PCB-Einzelwerte <BG (BG je Kongener: 2 µg/kg TM)

### Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstwert/MID	Richtwert	Anmerkung/Quelle
<b>OmH (PCB Summe 6)</b>		<b>12 (UB)</b>	BG je Kongener: 2 ppb
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>160*</b> in TG <b>90*</b> in TG  <b>10*</b> in TG		MID (VDI 2310, 1995) Milchkuh Schwein  HG für Futtermittel- ausgangserzeugnisse pflanzlichen Ursprungs, Mischfuttermittel (Richtlinie 2002/32/EG)

Höchst- und Richtwerte für PCB in µg/kg TG (\* Summenbildung der MID-Werte für die einzelnen PCB-Kongeneren); UB= upper bound

Beurteilung: Natürliche Gehalte

### Hexachlorbenzol (HCB)

Messort	HCB I-III	HCB IV-V	Mittel 16 HCB
<i>Kirchdorf</i>			
Hausmanning	<BG	<BG	<BG
Stainerstraße	<BG	<BG	<BG
Blumauerstraße	<BG	<BG	<BG
<i>Gmunden</i>			
Gmundnerstraße	<BG	<BG	<BG
Auweg	<BG	<BG	<BG
Grüner Wald	<BG	<BG	<BG

BG = 0,002 mg/kg TM)

#### Hinweise zur Beurteilung:

Bereich	Höchstwert/MID	Richtwert	Anmerkung/Quelle
<b>OmH</b>		<b>0,002</b>	BG=0,002 mg/kg TM
<b>Toxikologisch relevant</b>	<b>0,01</b> in TG		RL 2002/32/EG: FM-Ausgangserzeugnisse, Mischfuttermittel

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

Beurteilung: *Natürliche Gehalte*

## 6. Zusammenfassung

Es wurden pflanzliche Immissionskontrollen auf Pb, Cd, Cu, Hg, Zn, Ni, Cr, As, Sb, F und Tl sowie auf polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), polychlorierte Biphenyle (ndl-PCB) und Hexachlorbenzol (HCB) in der nahen Umgebung der Zementwerke Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GmbH und Zementwerk Hatschek in Gmunden mit der standardisierten Graskultur (Inspektionsmethode) durchgeführt. Die Messungen erfolgten von Mai bis September 2016 (monatliche Probenahme).

Bei folgenden Parametern konnten bezogen auf Standort und Messperiode Immissionseinflüsse (Messperiodenwert (MP) bzw. Median 2016 > Orientierungswert für maximale Hintergrundgehalte (OmH)) im Beobachtungsjahr 2016 festgestellt werden:

Parameter	Standort-Messperiodenwert > OmH	Median 2016 > OmH
Sb	K: Stainerstraße (I**, II***, IV***, V***) G: Auweg (III***)	K: Stainerstraße***
As	K: Blumauerstraße (V*) G: Gmundnerstraße (V*), Auweg (V*)	
Cd	K: Hausmanning (III*, IV*), Stainerstraße (III*, IV*), Blumauerstraße (III*)	
Cr	K: Hausmanning (III*), Stainerstraße (I*, V*), Blumauerstraße (II*)	
Ni	K: Hausmanning (III*, IV*), Stainerstraße (IV*), Blumauerstraße (III*)	

K = Kirchdorf; G = Gmunden

\*geringer Immissionseinfluss ( $\leq 1,5 \times \text{OmH}$ )

\*\*mittlerer Immissionseinfluss ( $>1,5-2 \times \text{OmH}$ )

\*\*\*deutlicher Immissionseinfluss ( $>2 \times \text{OmH}$ )

Messperiodenwert > OmH: Kurzfristige Überschreitungen waren in diesem Beobachtungsjahr bei As, Cd, Cr und Ni nachweisbar. Die Mediane dieser Elemente lagen jedoch unter dem OmH, wodurch kein häufiger bzw. ständiger Immissionseinfluss gegeben war.

Median > OmH: Im Gegensatz zu den o.a. kurzfristigen Überschreitungen des OmHs traten nur bei Sb am Standort Stainerstraße (Kirchdorf) diese häufig auf, sodass auch der entsprechende Median > OmH war. Durch den nahen Verkehr auf der B 138 ist ein KFZ-Immissionseinfluss wahrscheinlich.

Ein toxikologisch relevanter Gehalt aus landwirtschaftlicher Sicht wurde weder erreicht noch überschritten.

## 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. (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 agrikulturchemischer 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 35 (2009): Maximale Immissionswerte für Arsen zum Schutz der landw. Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel.

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

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 26 (2001): Maximale- Immissionswerte für Fluoride 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 30 (2005): Maximale Immissionswerte für Nickel zum Schutz der landw. Nutztiere

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 33 (1996): Maximale- Immissionswerte für Quecksilber in organischer Bindungsform zum Schutz der landw. Nutztiere. VDI Verlag Düsseldorf

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 29 (2000): Maximale- Immissionswerte für Thallium 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 32 (1995): Maximale- Immissionswerte für PCB zum Schutz der landw. Nutztiere. VDI Verlag Düsseldorf

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 (2016): Verfahren der standardisierten Graskultur.

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

## **8. Anhang**

Orthokarten mit eingezeichneten Probenahmestandorten

AGES-Prüfberichte mit Auftragsnummer 16054437 (Zementwerk in Kirchdorf) und 16054443 (Zementwerk in Gmunden)

**Orthokarte – Zementwerk in Kirchdorf**



## Orthokarte – Zementwerk in Gmunden

