

Linz, 21.11.2012

# ERWEITETER BERICHT

## zu Inspektionsbericht Nr. 4/2012

**Inspektionsstelle**

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

Dr. Richard Öhlinger  
AGES GmbH  
Institut für Lebensmittelsicherheit  
Abt. Kontaminantenanalytik  
Wieningerstr. 8  
A-4020 Linz  
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:**

Planfall A26 Linzer Autobahn (Westring) –  
Immissionserhebungen durch Biomonitoring

**Datum der Inspektion:**

Mai 2012 bis September 2012

Leiter der Inspektionsstelle

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!

## **Erweiterter BERICHT über den**

### **Planfall A26 Linzer Autobahn (Westring) – Immissionserhebungen mit der standardisierten Graskultur (aktives Biomonitoring)**

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

#### **1. Auftrag**

Die AGES GmbH (Abt. KONA) wurde mit der Durchführung eines aktiven Biomonitorings mit der standardisierten Graskultur im Rahmen der geplanten Errichtung der A26 Linzer Autobahn (Westring) von der OÖ Umweltschutzbehörde beauftragt (Geschäftsnummer/Datum: UAnw-010173/17-2011-Don / 10.2.2012).

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

In Linz ist eine Autobahn geplant (A26 Westring), die von Urfahr über eine neue Donaubrücke und durch den Tunnel Freinberg zur Anschlussstelle Bahnhof verläuft. Z.Z. ist ein UVP-Verfahren in Gange. Bei diesem werden Fragen über Luftimmissionen in Bezug auf ihre Zunahmen und Abnahmen auf bestimmten Teilstrecken eine wichtige Rolle spielen. Das vorliegende aktive Biomonitoring mit der standardisierten Graskultur dient der Erhebung des Immissions-IST-Zustandes an ausgewählten Teilstrecken, die nach Planung eine Zunahme bzw. eine Abnahme an KfZ-bürtigen Immissionen erwarten lassen.

Die OÖ Umweltschutzbehörde vergibt diese Untersuchungen „in Vorbereitung dieses Großverfahrens und zur objektiven Darstellung der Änderungen der Luftimmissionssituation am alten und neuen Straßenverlauf, aber auch in Fortführung früherer Evaluierungen von Luftimmissionsbelastungen auf Schutzgüter wie Pflanzen und deren Verwendung“.

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

Es sollten Wirkungen von vornehmlich durch den KfZ-Verkehr verursachte Luftverunreinigungen auf das Schutzgut Pflanzen und deren etwaige weitere Verwendung bewertet werden. Dazu wurde das Verfahren mit der standardisierten Graskultur ausgewählt, welches die VDI Richtlinie 3957 Bl.10 u.a. empfiehlt.

### **3.1 Inspektionsmethode: Immissionskontrollen mit der standardisierten Graskultur**

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).

#### **3.1.1 Durchführung:**

nach LA\_CC\_LWN\_CLUS\_912 (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 waren 3 Pflanzgefäße mit einer ungefähren Anbaufläche von je 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 wurden von der AGES GmbH Linz bewerkstelligt. Die Betreuung der Weidelgräser während der Exposition (Gießen) geschah ebenfalls durch einen Mitarbeiter der AGES GmbH Linz (Ausnahme: Standort „Königsweg“ und „Petritum“)

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

Pro Standort waren 3 Pflanzgefäße 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)	7.5. – 4.6.2012
2. Periode (II)	4.6. – 2.7.2012
3. Periode (III)	2.7. – 30.7.2012
4. Periode (IV)	30.7. – 27.8.2012
5. Periode (V)	27.8. – 24.9.2012

Anmerkung: Die 5. Periode war durch ein sehr geringes Pflanzenwachstum gekennzeichnet, sodass nur Elementaranalysen möglich waren. Diese sind aufgrund der geringen Pflanzenmasse zu relativieren (Wegfall eines „Verdünnungseffektes“ durch eine ausreichende Pflanzenmasse).

### 3.2 Inspizierte Stellen und Standortfestlegung vor Ort

Im Zuge einer Vorplanung mit dem Auftraggeber am 26.1.2012 und einer Begehung vor Ort am 30.1.2012 wurde die Vorgangsweise über die gegenständliche Untersuchung besprochen bzw. festgelegt. Dabei wurden unter Berücksichtigung diverser Ausbreitungsrechnungen lt. Einreichunterlagen zur A26 Linz Autobahn (Einreichprojekt 2008 der ASFINAG Bau Management GmbH) Messorte mit erwarteter Immissionsverbesserung bzw. –verschlechterung für das aktive Biomonitoring mit der standardisierten Graskultur ausgewählt.

Mit dem Auftraggeber Dr. Martin Donat (OÖ Umweltschutz) wurden im Zuge der Messplanung dabei folgende Messorte festgelegt:

<b>Inspizierte Stellen</b>	<b>Immissionsprognostik / Anmerkungen</b>
Waldeggstraße	Verbesserung / direkt neben der Straße
Wissensturm	Verschlechterung / direkt neben der Straße
Hopfungasse	Verbesserung / direkt neben der Straße
Obere Donaulände	Verbesserung / direkt neben der Straße
Bernaschekplatz	Verbesserung / direkt neben der Straße
Königsweg	über geplanter Tunneleinfahrt im Garten von Herrn Dr. Jäger (Linz-Urfahr)
Petrinum	Kontrollstandort (in Gärtnerei); Standort im Stadtrandgebiet (Urfahr) jedoch außerhalb des „Westringeinflussbereiches“

„Direkt neben der Straße“ bedeutet, dass die Messstellen von der jeweiligen Straße nur durch einen Gehsteig getrennt waren.

### 3.3 Chemische Analyse - Untersuchungsparameter

Bei der Parameterauswahl wurde auf Ergebnisse eines aktiven Biomonitorings im Nahbereich der A1 Westautobahn bei Ansfelden (Öhlinger, 2005) zurückgegriffen. Dort empfohlen sich folgende Parameter für den Nachweis von KfZ-verursachte Immissionen:

Pb, Cr, Sb, V und Be sowie PAKs.

Zusätzlich wurden die Pflanzen auch auf Al, Li, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Ba, Tl, und Bi geprüft.

Probenvorbereitung:

Analyse aus	Parameter	Verfahren
getrocknetem Material (80 °C)	Elemente	Nassaufschluss, ICP-MS
naturfeuchtem Material	PAK	Verseifung, SPE clean up, HPLC-FLD

Das getrocknete Pflanzenmaterial wurde < 1mm vermahlen und homogenisiert.

Weitere Hinweise:

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

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
Fluoranthren (Flu)	Benz(a)anthracen (BaA)
Indeno-(1,2,3-c,d)pyren (IPy)	Chrysen (CHR)
Naphthalin	Acenaphthen
Fluoren	

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

PAK 12 = Summe aus allen angeführten PAKs exclusive den leichtflüchtigen Naphthalin, Fluoren und Acenaphthen

### 3.4 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 auch die Standorts-Mediane der Weidelgrasergebnisse angeführt, welche mit dem korrespondierenden OmH verglichen werden können (Anmerkung: Bei der Berechnung der Mediane wurden bei Gehalten <BG bzw. <NG die entsprechenden Messwerte verwendet. Der so ermittelte Median/Mittelwert wird zur Kennzeichnung in Klammer gesetzt).

### Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte (OmH)

Die Ermittlung der OmHs erfolgte nach VDI 3857, Bl. 2 (Gründruck 2011). Dazu wurden für die standardisierte Graskultur (aktives Biomonitoring) Daten von Standorten aus ländlichen und industriiefernen Gebieten Oberösterreichs der Jahre 2003-2011 ausgewertet und daraus **OmHs** abgeleitet (Öhlinger, 2012). Die Kalkulation der OmHs basiert auf der Gleichung:

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

Parameter	OmH
Li	1,75
Be	<0,02
Al	71
V	0,14
Cr	0,7
Co	0,17
Ni	2,8
Cu	13
Zn	75
As	0,2
Se	0,2
Sr	49
Mo	4,2
Cd	0,13
Sb	0,04
Ba	12
Tl	0,12
Pb	0,8
Bi	0,02
BaP	0,4
PAK 6	4,5
PAK12	10

Element-OmHs in mg/kg TM; PAK-OmHs in µg/kg FM

### Toxikologisch relevanter Bereich

Unter diesem Begriff werden, soweit verfügbar, für landwirtschaftliche Nutzpflanzen relevante Regelwerke mit den dort angegebenen **Höchst (HW)- oder Richtwert (RW)** (z.B. **Richtlinie 2002/32/EG** für Futtermittelhöchstwerte) zitiert. 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 nachfolgenden MID-Angaben unter den „toxikologisch relevanten“ Gehalten wurden hauptsächlich die empfindlichsten landwirtschaftlichen Nutztiergruppen berücksichtigt und entsprechend zitiert.

Parameter	HW / MID / SW	Quelle
<b>Aluminium (Al)</b>	<b>500</b> in TG	MID für Rind, Schaf, Pferd, Schwein, Huhn, Gehegewiederkäuer (VDI 2310, 2006)
<b>Arsen (As)</b>	<b>2</b> in TG <b>2</b> in TG	HW-Futtermittelausgangserzeugnisse, Alleinfuttermittel (Richtlinie 2002/32/EG) MID für Rinder, Schafe, Schweine, Ziegen, Geflügel (VDI 2310, 2009)
<b>Beryllium (Be)</b>	<b>&gt;1</b> in TM	Für Pflanzen (Sauerbeck, 1985)
<b>Blei (Pb)</b>	<b>10-15</b> in TG <b>30</b> in TG <b>5</b> in TG <b>0,2</b> in FM <b>0,1</b> in FM <b>0,3</b> in FM	MID für Schafe, Ziegen >6 Monate (VDI 2310, 1998) Grünfütter (Richtlinie 2005/87/EG ) Alleinfuttermittel (Richtlinie 2005/87/EG) HW für Hülsengemüse/-früchte und Getreide (VO (EU) 1881/06) HW für Gemüse, exkl. Kohlgemüse, Blattgemüse etc. (VO (EU) 1881/06) HW für Kohlgemüse, Blattgemüse und bestimmten Pilze (VO (EU) 1881/06)

Parameter	HW / MID / SW	Quelle
<b>Cadmium (Cd)</b>	<b>&gt;0,4</b> in TG <b>1</b> in TG  <b>0,05</b> in FM  <b>0,1</b> in FM  <b>0,2</b> in FM	MID für Pferd (VDI 2310, 2008) HW für Futtermittel-Ausgangs- erzeugnisse pfl. Ursprungs etc. (Richtlinie 2005/87/EG) HW für Gemüse und Früchte exkl... (VO (EU) 1881/06) HW für Getreide, Stängelgemüse, Wurzel- und Knollengemüse,.. (VO (EU) 1881/06) HW für Kleie, Keime, Weizen, Reis, Sojabohnen, Blattgemüse, Kräuter,.. (VO (EU) 1881/06)
<b>Chrom (Cr)</b>	<b>1-2</b> <b>&gt;50</b> <b>&gt;50</b>	Für Pflanzen (Sauerbeck, 1985) Für Tiere (Sauerbeck, 1985) MID für Rind, Schaf, Huhn, Schwein (VDI 2310, 2011)
<b>Cobalt (Co)</b>	<b>10-20</b> in TM <b>10-50</b> in TM	Für Pflanzen (Sauerbeck, 1985) Für Tiere (Sauerbeck, 1985)
<b>Kupfer (Cu)</b>	<b>15-20</b> <b>10-20</b> in TG <b>40</b> in TG  <b>100</b> in TG	Für Pflanzen (Sauerbeck, 1985) MID für Schafe* (VDI 2310,2008) MID für Aufzuchtrinder (VDI 2310,2008) MID für Milchkühe (VDI 2310,2008)
<b>Lithium (Li)</b>	<b>50</b> in TG  <b>25</b> in TG	MID für Rind, Schwein, Pferd, Huhn, Kaninchen (VDI 2310, 2006) MID für Schaflamm (VDI 2310, 2006)
<b>Molybdän (Mo)</b>	<b>10</b> in TG  <b>50</b> in TG	MID für Mastrind, Milchkuh (VDI 2310, 1998) MID für Schaf (VDI 2310, 1998)
<b>Nickel (Ni)</b>	<b>50</b> in TG	MID für Rinder etc. (VDI 2310, 2005)
<b>Selen (Se)</b>	<b>1</b> in TG	MID für Rind, Schaf Schwein (VDI 2310, 2012)
<b>Thallium (Tl)</b>	<b>0,4</b> in TG <b>0,8</b> in TG <b>0,5</b> in TG	MID für Mastküken (VDI 2310, 2000) MID für Legehennen MID für Schafe
<b>Vanadium (V)</b>	<b>10</b> <b>5</b> <b>2</b>	MID für Schafe (VDI 2310,1996) MID für Legehenne MID für Mastküken
<b>Zink (Zn)</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)

### **Verwendete Abkürzungen**

TM = Trockenmasse

TG = Trockengewicht mit 12% Wassergehalt (bei Futtermitteln)

FM = Frischmasse

NG = Nachweisgrenze

BG = Bestimmungsgrenze

### 3. Ergebnisse

(Anmerkung: Römische Ziffern in den Tabellen stellen die Expositionsperioden dar; OmH = Orientierungswert für die maximale Hintergrundbelastung)

#### Standort „Waldeggstraße“

Parameter	I	II	III	IV	V*	Median 12	OmH
Li	0,87	1,14	0,58	0,83	0,32	0,83	1,75
Be	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Al	65	89	81	106	110	89	71
V	0,27	0,33	0,33	0,41	0,45	0,33	0,14
Cr	1,33	1,35	1,40	1,77	2,15	1,40	0,7
Co	0,23	0,36	0,27	0,51	0,27	0,27	0,17
Ni	1,0	1,42	1,83	2,66	2,26	1,83	2,8
Cu	7,80	6,64	9,08	9,18	10,9	9,08	13
Zn	40	44	47	68	60	47	75
As	0,08	0,21	0,13	0,24	0,08	0,13	0,2
Se	0,12	0,10	0,13	0,15	0,07	0,12	0,2
Sr	32	43	36	43	36	36	49
Mo	1,90	1,59	1,95	0,65	1,60	1,60	4,2
Cd	0,081	0,073	0,058	0,149	0,167	0,081	0,13
Sb	0,231	0,200	0,214	0,319	0,386	0,231	0,04
Ba	10	11	9,6	15	13	11	12
Tl	0,033	0,064	0,038	0,076	0,024	0,038	0,12
Pb	0,41	0,28	0,37	0,89	0,60	0,41	0,8
Bi	0,031	0,027	0,028	0,063	0,083	0,031	0,02

	I - III	IV	Mittel	OmH
BaP	0,32	0,38	0,4	0,4
PAK 6	7,4	6,9	7,1	4,5
PAK12	15,2	14,2	14,7	10

Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM; PAKs in µg/kg FM

\*geringer Pflanzenaufwuchs

#### **Beurteilung**

##### Nachweisbarer Immissionseinfluss (>OmH):

- Messperioden: Al (II-V), V (I-V), Cr (I-V), Co (I-V), As (II,IV), Cd (IV,V), Sb (I-V), Ba (VI,V), Pb (IV), Bi (I-V), PAK12
- Mediane: Al, V, Cr, Co, Sb, Bi, PAK

Toxikologisch relevanter Bereich (Median): -

### Standort „Wissensturm“

Parameter	I	II	III	IV	V*	Median 12	OmH
Li	0,85	1,27	0,67	0,72	0,37	0,72	1,75
Be	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Al	66	60	76	61	157	66	71
V	0,28	0,25	0,30	0,24	0,60	0,28	0,14
Cr	1,32	1,11	1,44	1,25	2,75	1,32	0,7
Co	0,16	0,21	0,15	0,37	0,23	0,21	0,17
Ni	1,2	1,1	1,95	2,85	2,01	1,95	2,8
Cu	10	7,3	12	10	13	10	13
Zn	45	41	49	63	68	49	75
As	0,104	0,195	0,184	0,206	0,129	0,18	0,2
Se	0,18	0,10	0,16	0,16	0,09	0,16	0,2
Sr	39	43	37	39	39	39	49
Mo	3,4	1,8	4,0	0,80	1,4	1,8	4,2
Cd	0,081	0,066	0,067	0,112	0,196	0,081	0,13
Sb	0,25	0,21	0,25	0,25	0,60	0,25	0,04
Ba	11	10	9,8	12	14	11	12
Tl	0,02	0,06	0,04	0,063	0,032	0,040	0,12
Pb	0,50	0,49	0,36	0,57	1,01	0,50	0,8
Bi	0,042	0,045	0,033	0,049	0,11	0,045	0,02

	I - III	IV	Mittel	OmH
BaP	0,31	0,21	0,3	0,4
PAK 6	7,2	5,2	6,2	4,5
PAK12	14,5	11,0	12,8	10

Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM; PAKs in µg/kg FM

\*geringer Pflanzenaufwuchs

### **Beurteilung**

#### Nachweisbarer Immissionseinfluss (>OmH):

- Messperiode: Al (III,V), V (I-V), Cr (I-V), Co (II,IV,V), Ni (IV), As (IV), Cd (V), Sb (I-V), Ba (V), Pb (V), Bi (I-V), PAK
- Mediane: V, Cr, Co, Sb, Bi, PAK

Toxikologisch relevanter Bereich: -

### Standort „Hopfengasse“

Parameter	I	II	III	IV	V*	Median 12	OmH
Li	1,00	1,18	0,89	0,82	0,32	0,89	1,75
Be	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Al	56	66	76	72	141	72	71
V	0,32	0,34	0,38	0,33	0,69	0,34	0,14
Cr	1,61	1,75	1,85	1,57	3,22	1,75	0,7
Co	0,15	0,20	0,21	0,45	0,22	0,21	0,17
Ni	1,15	1,56	1,63	3,03	1,53	1,6	2,8
Cu	11	9,9	10	11	14	11	13
Zn	41	42	47	67	58	47	75
As	0,075	0,188	0,176	0,220	0,095	0,18	0,2
Se	0,198	0,120	0,126	0,157	0,054	0,13	0,2
Sr	36	44	43	41	37	41	49
Mo	3,15	1,88	2,52	0,73	1,69	1,9	4,2
Cd	0,082	0,064	0,061	0,111	0,217	0,082	0,13
Sb	0,345	0,261	0,336	0,331	0,73	0,34	0,04
Ba	11	12	11	13	16	12	12
Tl	0,019	0,067	0,051	0,064	0,038	0,051	0,12
Pb	0,44	0,29	0,42	1,18	0,90	0,44	0,8
Bi	0,049	0,043	0,052	0,095	0,119	0,052	0,02

	I - III	IV	Mittel	OmH
BaP	0,29	0,36	0,3	0,4
PAK 6	5,5	6,5	6,0	4,5
PAK12	12,0	12,8	12,4	10

Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM; PAKs in µg/kg FM  
\*geringer Pflanzenaufwuchs

### **Beurteilung**

#### Nachweisbarer Immissionseinfluss (>OmH):

- Messperioden: Al (III-V), V (I-V), Cr (I-V), Co (II-V), Ni (IV), Cu (V), As (IV), Cd (V), Sb (I-V), Ba (IV,V), Pb (IV,V), Bi (I-V), PAK
- Mediane: Al, V, Cr, Co, Sb, Bi, PAK

Toxikologisch relevanter Bereich: -

**Standort „Obere Donaulände“**

Parameter	I	II	III	IV	V*	Median 12	OmH
Li	0,76	1,04	0,54	0,66	0,65	0,66	1,75
Be	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Al	45	60	66	93	117	66	71
V	0,195	0,19	0,25	0,25	0,32	0,25	0,14
Cr	1,07	1,0	1,32	0,95	1,62	1,07	0,7
Co	0,21	0,24	0,15	0,45	0,24	0,24	0,17
Ni	0,96	1,0	1,25	2,17	1,35	1,26	2,8
Cu	8,2	7,1	8,0	9,1	11	8,2	13
Zn	35	34	33	54	48	35	75
As	0,069	0,153	0,101	0,152	0,06	0,10	0,2
Se	0,12	0,08	0,082	0,106	0,036	0,08	0,2
Sr	31	46	40	41	34	40	49
Mo	2,4	2,1	2,3	0,8	1,6	2,1	4,2
Cd	0,058	0,065	0,069	0,104	0,172	0,07	0,13
Sb	0,26	0,22	0,32	0,25	0,44	0,26	0,04
Ba	8,9	11	9,6	13	12	11	12
Tl	0,024	0,056	0,048	0,063	0,036	0,05	0,12
Pb	0,28	0,20	0,34	0,46	0,52	0,34	0,8
Bi	0,038	0,046	0,052	0,097	0,091	0,05	0,02

	I - III	IV	Mittel	OmH
BaP	0,22	0,05 (<BG)	(0,1)	0,4
PAK 6	3,6	3,0	3,3	4,5
PAK12	7,7	7,0	7,3	10

Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM; PAKs in µg/kg FM  
\*geringer Pflanzenaufwuchs

**Beurteilung**

Nachweisbarer Immissionseinfluss (>OmH):

- Messperioden: Al (IV,V), V (I-V), Cr (I-V), Co (I,II,IV,V), Cd (V), Sb (I-V), Ba (IV), Bi (I-V)
- Mediane: V, Cr, Co, Sb, Bi

Toxikologisch relevanter Bereich: -

**Standort „Bernaschekplatz“**

Parameter	I	II	III	IV	V*	Median 12	OmH
Li	0,99	1,32	0,60	0,90	0,32	0,90	1,75
Be	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Al	56	75	58	74	99	74	71
V	0,23	0,25	0,20	0,23	0,27	0,23	0,14
Cr	1,43	1,30	1,32	1,20	1,48	1,33	0,7
Co	0,24	0,29	0,16	0,39	0,22	0,24	0,17
Ni	1,07	0,74	1,89	2,60	2,03	1,9	2,8
Cu	9,1	8,0	11	9,7	13	9,7	13
Zn	37	39	44	74	55	44	75
As	0,111	0,205	0,145	0,211	0,084	0,15	0,2
Se	0,12	0,08	0,10	0,08	0,035	0,08	0,2
Sr	38	46	35	42	36	38	49
Mo	2,06	1,83	3,35	0,62	1,44	1,8	4,2
Cd	0,060	0,073	0,060	0,137	0,144	0,07	0,13
Sb	0,39	0,35	0,32	0,39	0,55	0,39	0,04
Ba	10	13	10	13	14	13	12
Tl	0,033	0,082	0,040	0,06	0,03	0,04	0,12
Pb	0,37	0,31	0,37	0,60	0,46	0,37	0,8
Bi	0,047	0,048	0,036	0,06	0,11	0,05	0,02

	I - III	IV	Mittel	OmH
BaP	0,20	0,13	0,2	0,4
PAK 6	3,9	4,6	4,2	4,5
PAK12	8,0	9,9	9,0	10

Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM; PAKs in µg/kg FM  
\*geringer Pflanzenaufwuchs

**Beurteilung**

Nachweisbarer Immissionseinfluss (>OmH):

- Messperioden: Al (II,IV,V), V (I-V), Cr (I-V), Co (I,II,IV,V), As (II,IV), Cd (IV,V), Sb (I-V), Ba (II,IV,V), Bi (I-V)
- Mediane: Al, V, Cr, Co, Sb, Ba, Bi

Toxikologisch relevanter Bereich: -

### Standort „Königsweg“

Parameter	I	II	III	IV	V*	Median 12	OmH
Li	0,90	1,08	0,59	0,81	0,35	0,81	1,75
Be	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Al	24	42	45	43	532	43	71
V	0,066	0,087	0,092	0,094	0,80	0,09	0,14
Cr	0,38	0,44	0,54	0,40	1,87	0,44	0,7
Co	0,15	0,15	0,15	0,37	0,25	0,15	0,17
Ni	0,64	0,79	1,12	2,14	2,08	1,12	2,8
Cu	4,0	4,4	4,0	6,5	7,3	4,4	13
Zn	27	28	30	56	51	30	75
As	0,063	0,167	0,09	0,195	0,147	0,15	0,2
Se	0,058	0,047	0,04	0,04	0,03	0,04	0,2
Sr	36	40	37	34	43	37	49
Mo	1,45	1,88	1,33	0,58	1,40	1,4	4,2
Cd	0,058	0,056	0,057	0,090	0,292	0,06	0,13
Sb	0,03	0,024	0,034	0,038	0,083	0,04	0,04
Ba	7,6	8,6	7,8	8,2	17	8,2	12
Tl	0,038	0,064	0,051	0,059	0,042	0,05	0,12
Pb	0,18	0,15	0,25	0,22	0,74	0,2	0,8
Bi	0,007	0,010	0,012	0,031	0,061	0,01	0,02

	I - III	IV	Mittel	OmH
BaP	0,08	<NG (<0,01)	<BG (<0,05)	0,4
PAK 6	2,1	1,7	1,9	4,5
PAK12	4,7	4,5	4,6	10

Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM; PAKs in µg/kg FM  
\*geringer Pflanzenaufwuchs

### **Beurteilung**

Nachweisbarer Immissionseinfluss (>OmH):

- Messperioden: Al (V), V(V), Cr (V), Co (IV,V), Cd (V), Sb (V), Ba (V), Bi (IV,V)
- Mediane: -

Toxikologisch relevanter Bereich: -

### Standort „Petrinum“

Parameter	I	II	III	IV	V*	Median 12	OmH
Li	0,90	0,89	0,62	0,73	0,24	0,7	1,75
Be	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Al	31	49	47	50	62	49	71
V	0,068	0,095	0,097	0,10	0,13	0,10	0,14
Cr	0,31	0,40	0,35	0,41	0,46	0,40	0,7
Co	0,17	0,16	0,12	0,20	0,17	0,17	0,17
Ni	0,90	1,2	1,48	2,37	1,29	1,3	2,8
Cu	6,6	7,1	7,0	6,9	5,7	6,9	13
Zn	35	37	47	69	45	45	75
As	0,07	0,22	0,163	0,214	0,10	0,16	0,2
Se	0,09	0,07	0,03	0,08	0,03	0,07	0,2
Sr	36	44	36	35	38	36	49
Mo	2,70	2,62	2,37	0,66	1,34	2,4	4,2
Cd	0,064	0,075	0,049	0,082	0,164	0,08	0,13
Sb	0,019	0,019	0,019	0,028	0,035	0,02	0,04
Ba	7,6	10	7,9	9,1	11,7	9,1	12
Tl	0,025	0,063	0,042	0,052	0,032	0,04	0,12
Pb	0,18	0,15	0,14	0,36	0,35	0,18	0,8
Bi	0,006	0,013	0,006	0,014	0,026	0,01	0,02

	I - III	IV	Mittel	OmH
BaP	0,10	<NG (<0,01)	(0,05)	0,4
PAK 6	1,7	1,4	1,5	4,5
PAK12	3,8	3,3	3,6	10

Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM; PAKs in µg/kg FM  
\*geringer Pflanzenaufwuchs

### **Beurteilung**

#### Nachweisbarer Immissionseinfluss (>OmH):

- Messperioden: Co (IV), As (II,IV), Cd (V), Bi (V)
- Mediane: -

Toxikologisch relevanter Bereich: -

#### 4. Zusammenfassung

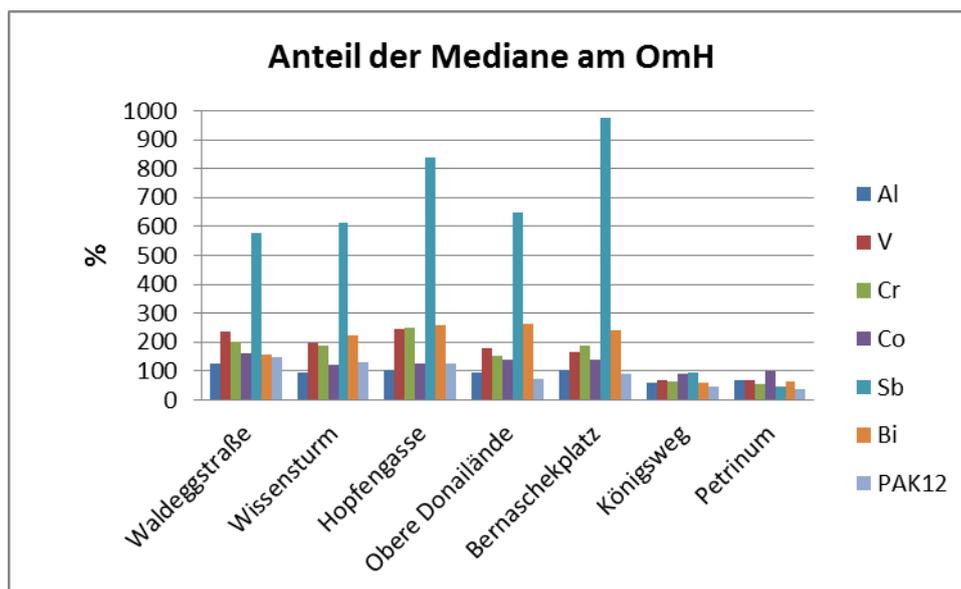
Im Rahmen der geplanten Linzer Autobahn A26 Westring wurden Immissionserhebungen mit der standardisierten Graskultur durchgeführt. Dieses aktive Biomonitoring diente zur Erhebung des Immissions-IST-Zustandes an ausgewählten Teilstrecken, die nach Planung (Immissionsabschätzung) eine Zunahme bzw. eine Abnahme an KfZ-bürtigen Immissionen erwarten lassen.

Untersucht wurden folgende Parameter in den Graskulturen:

Li, Be, Al, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb, Bi und PAKs.

Die Bewertung der Daten erfolgte einerseits mittels „Orientierungswerte für die maximale Hintergrundbelastung (OmH)“, welche bei deren Überschreitung einen Immissionseinfluss nachweisen, und andererseits mit „toxikologisch relevanten Bereichen“, die einschlägige Richt- und Höchstwerte aus dem Futter- bzw. Lebensmittelbereich berücksichtigen.

In der nachfolgenden Abbildung sind jene Parameter der Standorte aufgezeigt, bei denen Überschreitungen des OmHs im jeweiligen Median nachweisbar waren (die „Referenzstandorte“ Königsweg und Petrinum“, die nicht direkt verkehrsbeeinflusst sind, dienen als Vergleich)



Eine Reihung der geprüften Parameter bezüglich der Häufigkeit eines nachweisbaren KfZ-Immissionseinflusses ergab folgendes Ergebnis: Sb >> Bi > Cr, V > Co > PAK > Al

In Bezug auf Pflanzen und pflanzlichen Futtermittel wurde kein toxikologisch relevanter Bereich überschritten.

## 5. 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 (2005):* Bericht zum Biomonitoring 2004 im Nahbereich der A1 Westautobahn bei Ansfelden. Bericht vom 31.3.2005 im Auftrag der OÖ Umweltschutzbehörde
- Öhlinger R. (2012):* Aktives und passives Biomonitoring: Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte (OmH) gemäß VDI Richtlinie 3857, Bl. 2. Stand 1.6.2012
- 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
- BayLfU 2003 – Bayerisches Landesamt für Umweltschutz: Immissionsökologischer Jahresbericht 2000-2001, Augsburg 2003

RICHLINIE 2002/32/EG über unerwünschte Stoffe und Erzeugnisse in der Tierernährung, Anhang I (diverse Änderungen)

Verordnung (EU) 1881/2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln (diverse Änderungen)

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

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

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 38 (2008) Maximale Immissionswerte für Kupfer zum Schutz der landw. Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 45 (2006) Maximale Immissionswerte für Lithium zum Schutz der landw. Nutztiere

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 37 (1998) Maximale Immissionswerte für Molybdän zum Schutz der landw. Nutztiere

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

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 41 (2012) Maximale Immissionswerte für Selen zum Schutz der landw. Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 29 (2000) Maximale Immissionswerte für Thallium zum Schutz der landw. Nutztiere

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 34 (1996) Maximale Immissionswerte für Vanadium zum Schutz der landw. Nutztiere

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

VDI-RICHTLINIE 3857, BLATT 2 (2011 Gründruck): Beurteilungswerte für immissionsbedingte Stoffanreicherungen in standardisierten Graskulturen. Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte ausgewählter anorganischer Luftverunreinigungen.

VDI-RICHTLINIE 3957, BLATT 1 (1999): 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.

## 6. Anhang

Orthokarte mit eingezeichneten Probenahmestandorten

## Orthokarte

