



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



Inspektionsbericht

Nr. 7/2023

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

Gegenstand der Inspektion

Immissionsmessungen mit der standardisierten Graskultur im Stadtgebiet von Linz.

Datum der Inspektion

Mai 2023 bis September 2023

Leiter der Inspektion

Linz, 4.12.2023

Dipl.-Ing. Armin Raditschnig



Inhalt

Inhalt	2
Inspektionsbericht	3
1 Auftrag	3
2 Gegenstand und Ziel der Inspektion	3
3 Inspektionsmethoden	5
3.1 Inspektionsmethode – Aktives Biomonitoring mittels standardisierter Graskultur	5
3.2 Expositionsperioden	6
3.3 Inspizierte Stellen und Standortfestlegung vor Ort	7
4 Chemische Analyse - Untersuchungsparameter	7
4.1 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) – Parameter	8
5 Beurteilung des Biomonitorings	8
5.1 Allgemeine Informationen zu Bioindikatoren	8
5.2 Beurteilung der Ergebnisse	9
6 Ergebnisse	11
6.1 Hinweise zur Ergebnisdarstellung	11
6.2 Aktives Biomonitoring – standardisierte Graskultur	12
6.3 Zusammenfassung aktives Biomonitoring	15
7 Literaturverzeichnis	17
Verordnungen und Richtlinien	18
8 Anhang	20
8.1 Lage der Standorte	20
8.2 Prüfberichte und Protokolle	21

Inspektionsbericht

Immissionsmessungen mit der standardisierten Graskultur (aktives Biomonitoring) im Stadtgebiet von Linz

Beobachtungsjahr 2023

Verfasst von Armin Raditschnig und Bernhard Mayrhofer

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

1 Auftrag

Die AGES GmbH (Abt. KONA) wurde am 24.01.2023 mit der Durchführung eines aktiven Biomonitorings mit der standardisierten Graskultur im Stadtgebiet von Linz von der OÖ Umweltschutzbehörde beauftragt (Auftragserteilung: UAnw-2023-1815/4-2023-Nö).

2 Gegenstand und Ziel der Inspektion

Im Beobachtungsjahr 2017 wurde im Stadtgebiet von Linz an 17 Standorten ein aktives Biomonitoring mittels standardisierter Graskultur (gemäß VDI Richtlinie 3957, Bl.2) durchgeführt. Auftraggeber waren das Magistrat der Stadt Linz und die OÖ Umweltschutzbehörde. Aus diesen Daten und weiteren Ergebnissen aus der Stadtgemeinde Steyregg wurde vom Amt der OÖ Landesregierung eine Belastungskarte von Linz erstellt und veröffentlicht (<http://www.doris.eu/themen/umwelt/biomonitoring.aspx>).

Aus den Immissionskontrollen im Stadtgebiet wurden 4 Standorte für ein regelmäßiges Biomonitoring ausgewählt, um Immissionsverläufe und –änderungen in Zukunft besser verfolgen zu können. Als repräsentative Untersuchungsparameter wurden dabei festgelegt: Antimon (Sb) als „Verkehrsindikator“, Quecksilber (Hg) als „Industrieindikator“ und

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) als allgemeiner Indikator für Verbrennungsvorgänge (Verkehr, Industrie, Hausbrand,..).

Die Ergebnisse sollen hinsichtlich folgender Themen bewertet werden:

- Immissionsnachweis: Gibt es deutliche Überschreitungen des Hintergrundrichtwertes („Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt“)
- Bewertung des Immissionsnachweises analog den Einstufungen in der o.a. Belastungskarte

Untersuchungsumfang 2023

Inspektionsmethode	Praktische Durchführung	Untersuchungsparameter
Aktives Biomonitoring standardisierte Graskultur VDI 3957, Blatt 2 (4 Standorte)	AGES GmbH	Hg, Sb, 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 – Aktives Biomonitoring mittels standardisierter Graskultur (VDI Richtlinie 3957, Blatt 2)

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, 2020; 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 des aktiven Biomonitorings

nach SAA_2973 (Basisnorm: VDI-Richtlinie 3957, Blatt 2, 2020)

Die Indikatorpflanze Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum*, Sorte "Gemini") 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 ausgesät, die mit Einheitserde (z.B. Fruhstorfer Typ "O") gefüllt sind. 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 werden 4 Pflanzgefäße mit einer ungefähren Anbaufläche von ca. 280 cm²/Topf exponiert. Die Bewässerung und Nährstoffversorgung erfolgt kontinuierlich mittels Saugstreifen, die in einen darunter befindlichen Behälter eintauchen. Nach erfolgter Exposition an der Messstelle (siehe Expositionsperioden) werden die Grastöpfe mit neu angezogenen Graskulturen aus dem Glashaus ausgetauscht. Die entfernten Kulturen werden 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 Pflanzen vor Ort (Gießen) erfolgte ebenfalls durch Mitarbeiter der AGES GmbH.

3.2 Expositionsperioden

Expositionsperiode	Inspektionszeitraum
1. Periode (I)	2.5. – 30.5.2023
2. Periode (II)	30.5. – 26.6.2023
3. Periode (III)	26.6. – 24.7.2023
4. Periode (IV)	24.7. – 21.8.2023
5. Periode (V)	21.8. – 18.9.2023

3.3 Inspizierte Stellen und Standortfestlegung vor Ort

Mit dem Auftraggeber (OÖ Umwelthanwaltschaft) wurden folgende Messstellen festgelegt (siehe auch Orthokarte im Anhang):

Inspizierte Messstellen	Beschreibung der Messstellen	Orthodaten (GPS)
Petrinum	Ecke Leisenhofstraße/Petrinumstraße	48.319122, 14.274858
Stadtspark	Im nördlichen Bereich des Stadtparks (Adamius-Wilhelm-Park), neben Messcontainer	48.306152, 14.297297
Heizhausstraße	ca. auf Höhe Brau Union Österreich AG	48.288213, 14.310877
Neue Welt	Innerhalb der Umkehrschleife der Straßenbahn, neben Messcontainer	48.273315, 14.314918

4 Chemische Analyse - Untersuchungsparameter

Die Probenvorbereitung erfolgt je nach zu untersuchenden Parameter folgendermaßen:

Untersuchungsparameter	Analyse aus...
Elemente, Ionen, HCB, PCB, PCDD/F	... 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, 2021. Dazu wurden für die standardisierte Graskultur (aktives Biomonitoring) Daten von Standorten aus ländlichen und industriefernen Gebieten Oberösterreichs der Jahre 2003-2020 ausgewertet und daraus OmHs abgeleitet (Raditschnig und Göschlberger, 2020; Raditschnig und Mayrhofer, 2022).

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, 2021 angegeben. Dieser wurde aus Daten von Bayern, Oberösterreich, Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg errechnet (Beobachtungsjahre 2004-2008).

5.2.2 Prüfwerte

Der Prüfwert entspricht dem 4fachen des OmH. Bei Überschreitung dieses Wertes (Median) wird von Fachleuten geprüft, ob weitere Untersuchung oder Maßnahmen notwendig sind (z.B. eine Untersuchung von vor Ort wachsenden Nutzpflanzen wie Wiesengras, Futterpflanzen, Gemüse). Bei der Bewertung der Daten ist zu prüfen, ob ein Einfluss auf den Wirkungspfad Pflanze-Tier-Mensch besteht.

5.2.3 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 aktiven Biomonitorings werden nachfolgend tabellarisch und grafisch dargestellt sowie mit den zuvor beschrieben 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 (standardisierte Graskultur) angegeben.

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

- AGES-Prüfbericht mit Auftragsnummer 23066714

Verwendete Abkürzungen

TM = Trockenmasse

FM = Frischmasse

NG = Nachweisgrenze

BG = Bestimmungsgrenze

OmH = Orientierungswert für maximalen Hintergrundgehalt

6.2 Aktives Biomonitoring – standardisierte Graskultur

Quecksilber (Hg)

Messstellen	I	II	III	IV	V	Median 23
Petrinum	0,012	< BG	0,017	0,024	0,014	0,015
Stadtpark	0,013	< BG	0,020	0,029	0,015	0,018
Heizhausstraße	0,083	0,050	0,052	0,080	0,072	0,072
Neue Welt	0,023	0,015	0,017	0,015	0,028	0,017

Hg-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM; BG siehe Prüfbericht im Anhang;
 „deutlicher Immissionseinfluss“ in Fettdruck (Einzeldaten bzw. Mittelwerte $\geq 1,5 \times \text{OmH} = 0,032 \text{ mg/kg TM}$ und $< 3 \times \text{OmH} = 0,063 \text{ mg/kg TM}$)

„erhöhter Immissionseinfluss“ rot hinterlegt (Einzeldaten bzw. Mittelwerte $\geq 3 \times \text{OmH} = 0,063 \text{ mg/kg TM}$)

* Prüfwertüberschreitung (Median) = $> 4 \times \text{OmH} = 0,084 \text{ mg/kg TM}$)

Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstwert	Richtwert/MID	Quelle
OmH		0,021 0,011**	Raditschnig/Mayrhofer (2022) VDI 3857 Blatt 2 (2021)
Toxikologisch relevant	0,1* (0,11)	0,05* (0,057)	MID für Schafe (VDI 2310 Blatt 33, 2019) Mischfuttermittel, FM- Ausgangserzeugnisse (Richtlinie 2002/32/EG)

OmH (Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt) für Hg in mg/kg TM

**überregionaler OmH

*Höchstwert/MID-Wert in mg/kg, entsprechend einem Futter mit 88% TM; Werte in Klammer in mg/kg TM

Antimon (Sb)

Messstellen	I	II	III	IV	V	Median 23
Petrinum	0,040	0,020	0,020	0,031	0,023	0,023
Stadtspark	0,035	0,033	0,029	0,031	0,036	0,033
Heizhausstraße	0,241	0,176	0,152	0,185	0,293	0,185
Neue Welt	0,070	0,069	0,085	0,084	0,094	0,084

Sb-Messwerte in Welschem Weidelgras in mg/kg TM

„deutlicher Immissionseinfluss“ in Fettdruck (Einzeldaten bzw. Mediane $\geq 1,5 \times \text{OmH} = 0,06 \text{ mg/kg TM}$)

„erhöhter Immissionseinfluss“ rot hinterlegt (Einzeldaten bzw. Mittelwerte $\geq 3 \times \text{OmH} = 0,012 \text{ mg/kg TM}$)

* Prüfwertüberschreitung (Median) = $> 50\%$ des As-Höchstgehaltes als Vergleich = $1,135 \text{ mg/kg TM}$)

Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Höchstwert	Richtwert/MID	Quelle
OmH		0,04	Raditschnig/Mayrhofer (2022)
Toxikologisch relevant		2* (2,27)	As-MID für Rinder, Schafe, Schweine, Ziegen, Geflügel – als Vergleich (VDI 2310 Blatt 35, 2018)

OmH (Orientierungswert für den maximalen Hintergrundgehalt) für Sb in mg/kg TM

*Höchstwert/MID-Wert in mg/kg, entsprechend einem Futter mit 88% TM; Werte in Klammer in mg/kg TM

Benzo(a)pyren (BaP)

Messstellen	I	II	III	IV	V	Median 23
Petrinum	0,17	0,07	0,08	0,14	0,11	0,11
Stadtpark	0,21	0,08	< BG	0,15	0,13	0,14
Heizhausstraße	1,92	0,80	0,75	1,86	2,35	1,86*
Neue Welt	0,70	0,15	0,15	0,28	0,33	0,28

PAK 6

Messstellen	I	II	III	IV	V	Median 23
Petrinum	2,12	1,55	2,20	0,70	3,27	2,12
Stadtpark	3,13	0,54	0,24	0,88	3,79	0,88
Heizhausstraße	38,34	13,07	13,72	28,80	47,26	28,80*
Neue Welt	54,86	13,23	5,96	11,29	25,63	13,23*

PAK 12

Messstellen	I	II	III	IV	V	Median 23
Petrinum	3,62	2,92	4,14	2,04	5,22	3,62
Stadtpark	5,03	1,23	1,33	2,19	6,16	2,19
Heizhausstraße	71,83	24,28	24,63	59,73	95,71	59,73*
Neue Welt	94,88	21,84	11,67	20,82	54,23	21,84

PAK-Gehalte in der standardisierten Graskultur in µg/kg FM;

NG für BaP = 0,01 µg/kg FM, BG für BaP = 0,05 µg/kg FM;

„deutlicher Immissionseinfluss“ in Fettdruck: PAK-Wert $\geq 1,5 \times \text{OmH}$ (BaP $\geq 0,72 \mu\text{g/kg FM}$;
 PAK 6 $\geq 6,26 \mu\text{g/kg FM}$; PAK 12 $\geq 14,43 \mu\text{g/kg FM}$)

„erhöhter Immissionseinfluss“ rot hinterlegt (Einzeldaten bzw. Mittelwerte $\geq 2 \times \text{OmH}$ (BaP $\geq 0,96 \mu\text{g/kg FM}$;
 PAK 6 $\geq 8,34 \mu\text{g/kg FM}$; PAK 12 $\geq 19,24 \mu\text{g/kg FM}$)

* Prüfwertüberschreitung (Median) = $> 3 \times \text{OmH}$ (BaP $> 1,44 \mu\text{g/kg FM}$;
 PAK 6 $> 12,51 \mu\text{g/kg FM}$; PAK 12 $> 28,86 \mu\text{g/kg FM}$)

Hinweise zur Beurteilung

Bereich	Richtwert	Quelle
OmH Benzo(a)pyren (BaP) PAK 6 PAK 12	0,48 4,17 9,62	Raditschnig/Göschlberger (2020)

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

6.3 Zusammenfassung aktives Biomonitoring

Im Stadtgebiet von Linz wurde bei 4 ausgewählten Messorten ein aktives Biomonitoring mittels standardisierter Graskultur (gemäß VDI Richtlinie 3957, Bl.2) für eine zukünftige Dauerbeobachtung durchgeführt. Dies sollte sowohl einen Überblick über die standortspezifische Immissionssituation (Luftqualität) geben, als auch die Entwicklung der Immissionssituation im Stadtgebiet widerspiegeln.

Dabei wurden folgende Indikatorparameter in den Graskulturen bei 5 Expositionsperioden untersucht: Hg (Industrie), Sb (Verkehr) und polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe (Verbrennungsvorgänge, Verkehr, Industrie,..).

Folgende Tabelle zeigt die Bewertung der Mediane hinsichtlich nachweisbarer Immissionseinflüsse (IE).

Standorte	deutlicher IE	erhöhter IE	> Prüfwert
Petrinum			
Stadtpark			
Heizhausstraße	Hg, Sb, BaP, PAK	Hg, Sb, BaP, PAK	BaP, PAK
Neue Welt	Sb, PAK	PAK	PAK

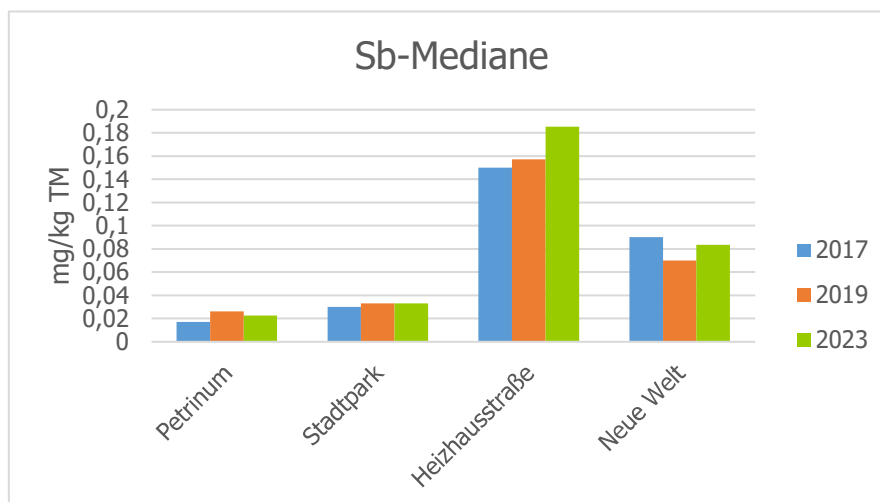
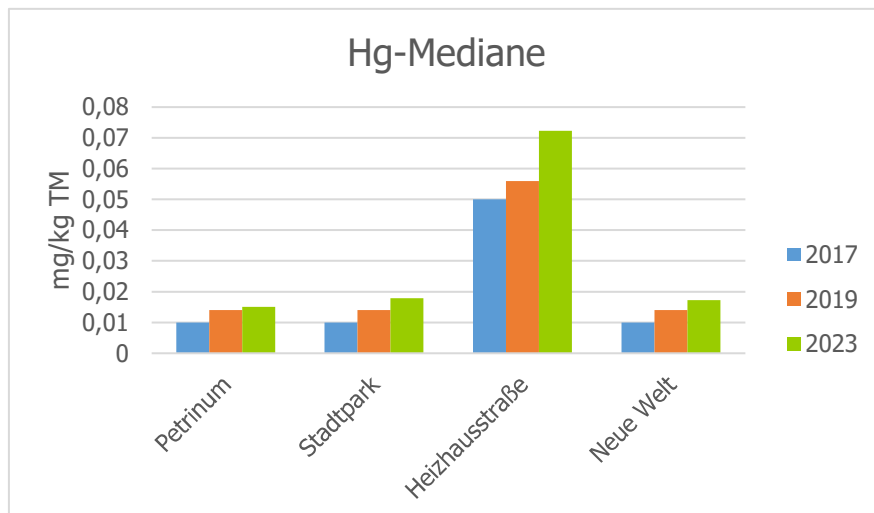
Median-Vergleich der Beobachtungsjahre

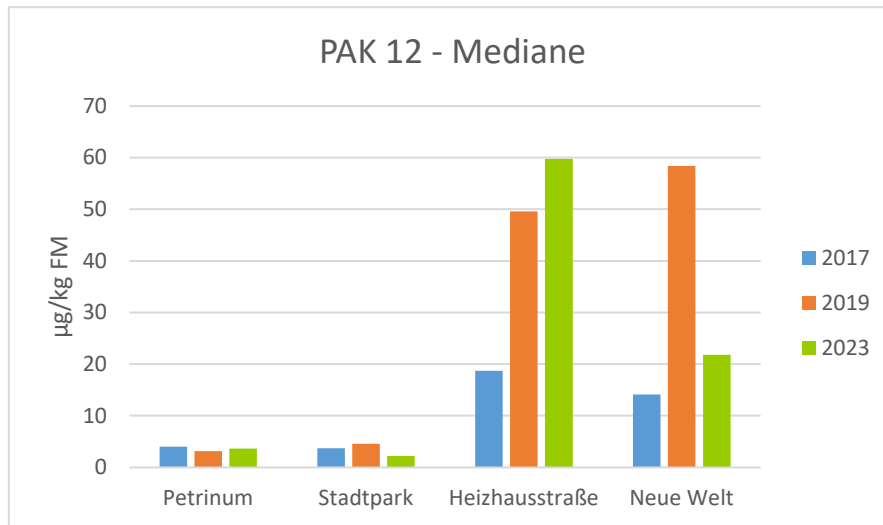
Standorte	2017	2019	2023
Petrinum			
Stadtpark			
Heizhausstraße	Hg**, Sb***, PAK**	Hg**, Sb***, PAK***	Hg***, Sb***, PAK***
Neue Welt	Sb**, PAK	Sb**, PAK***	Sb**, PAK***

** „deutlicher Immissionseinfluss“

*** „erhöhter Immissionseinfluss“

Prüfwertüberschreitung in Fettdruck





7 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

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. (2019): Aktives und passives Biomonitoring. Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte vom 1.3.2019. AGES GmbH. www.ages.at

Raditschnig A. und Göschlberger S. (2020): Aktives und passives Biomonitoring. Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte vom 16.03.2021. AGES GmbH. www.ages.at

Raditschnig A. und Mayrhofer B. (2022): Aktives und passives Biomonitoring. Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte vom 13.11.2023. AGES GmbH. www.ages.at

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., 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

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

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 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 35 (2018): Maximale Immissionswerte für Arsen zum Schutz der landw. Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel.

VDI-RICHTLINIE 2310 BLATT 37 (2015): Maximale Immissionswerte für Molybdän 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 2310 BLATT 44 (2006): Maximale Immissionswerte für Aluminium zum Schutz der landw. Nutztiere

VDI-RICHTLINIE 3857, BLATT 2 (2021): 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 2 (2020): Verfahren der standardisierten Graskultur. 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

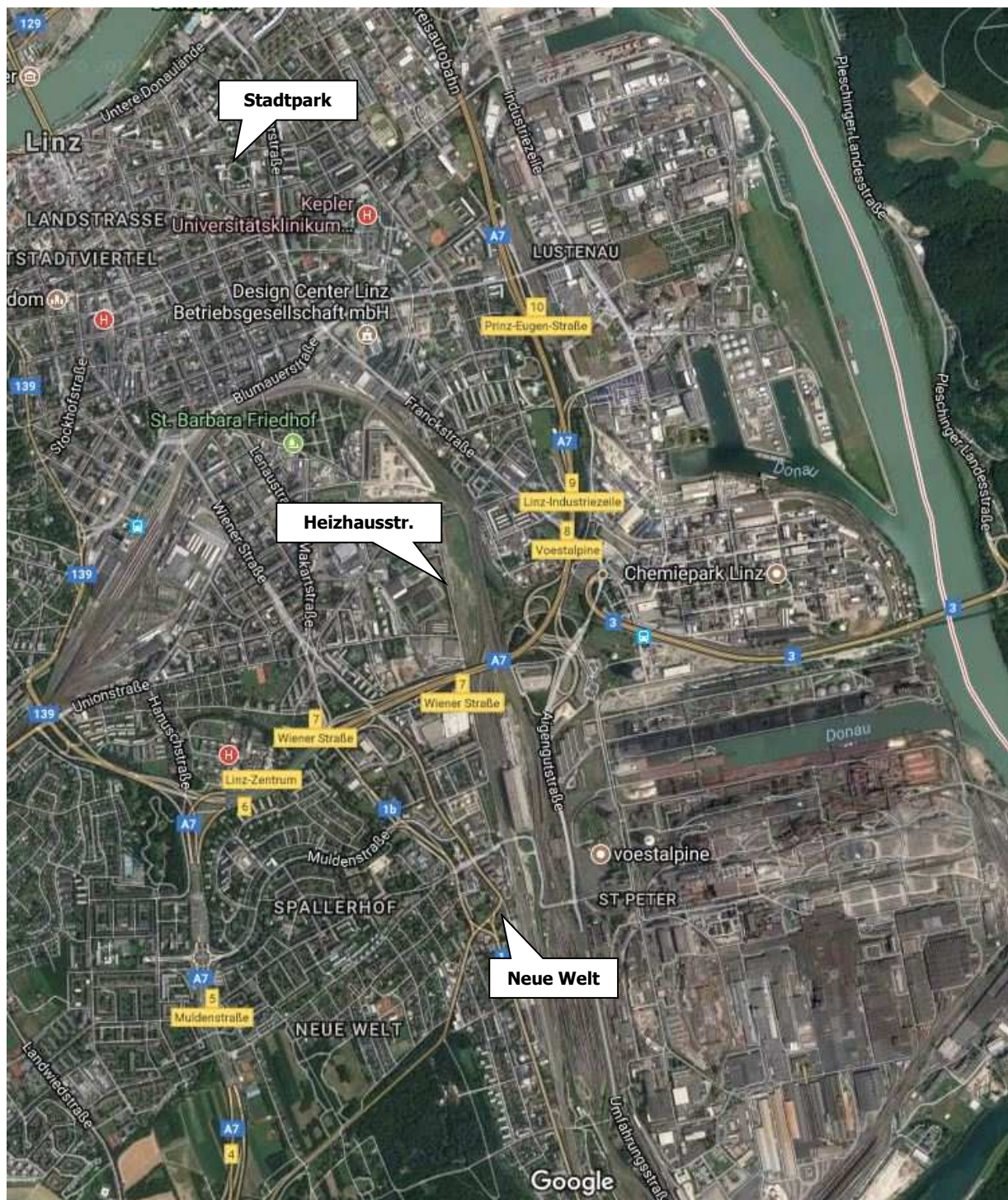
Verordnung (EG) 1334/2003 bezüglich Bedingungen für die Zulassung einer Reihe von zur Gruppe der Spurenelemente zählenden Futtermittelzusatzstoffen. (aktuelle konsolidierte Fassung vom 13.8.2018)

VERORDNUNG (EU) 2023/915 der Kommission vom 25. April 2023 über Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006

8 Anhang

8.1 Lage der Standorte





8.2 Prüfberichte und Protokolle

- AGES-Prüfbericht (Auftragsnummer 23066714)