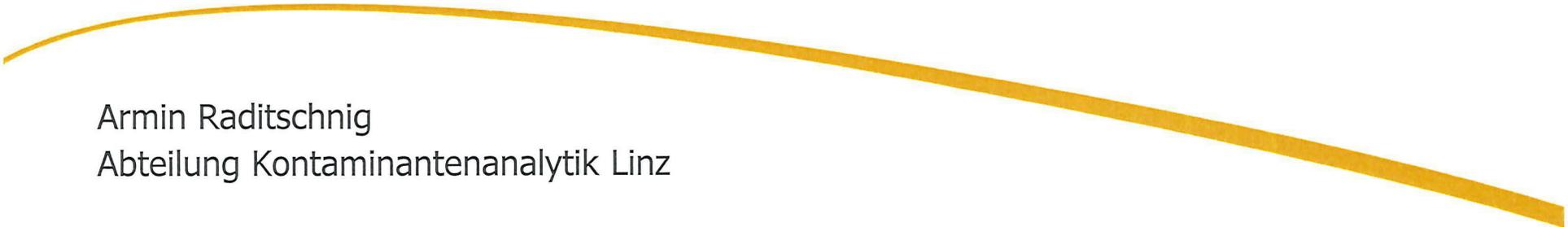


Biomonitoring - Immissionsmessungen mit Pflanzen

unersetzliche Verfahren bei der Beurteilung der Wirkung
von Luftverunreinigungen



Armin Raditschnig
Abteilung Kontaminantenanalytik Linz

© Bildmaterial AGES GmbH

- Mykotoxine – NRL
- Vitaminanalytik
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) – NRL
- Analytik von Süßungsmitteln und Zucker...
- **Biomonitoring (Inspektionsstelle gem. EN ISO/IEC 17020)**

Emission – Immission (VDI 3957 Bl.1)



Emission („was kommt raus“):

Eine Vielzahl von Quellen (Verkehr, Industrie, Kraftwerke, Verbrennungsanlagen, Hausfeuerungsanlagen,...) gibt unerwünschte Stoffe (gasförmig, partikelgebunden) als Emissionen in die Umgebungsluft ab.

Transport:

Stoffe können in der Luft weiträumig transportiert werden und unterliegen dabei Umwandlungsprozessen.

Immission („was kommt an“):

Sie können gasförmig oder als Partikel unterschiedlicher Größe mit dem Niederschlag oder staubförmig in/auf Organismen, Gewässer und Böden gelangen. Luftverunreinigungen können auf Pflanzenoberflächen anhaften oder aufgenommen werden.

Biologische Messsysteme - Prinzip



- Bezogen auf **Conc./Masse (und Zeit)**
(z.B. Standardisierte Graskultur, Wiesengras,..)
- Bezogen auf **% Schädigung und Zeit**
(z.B. Reaktionsindikatoren,..)

Biologische Messsysteme - Begriffe



Reaktionsindikatoren (RI):

Organismen, die Umweltbedingungen und deren Veränderung anzeigen kann, entweder durch spezifische Symptome oder durch sein Vorhandensein bzw. seine Abwesenheit im Ökosystem

Akkumulationsindikatoren (AI):

Organismen, die Umweltbedingungen und deren Veränderung anzeigen kann, indem er in der Umwelt vorhandene Stoffe an der Oberfläche und/oder im Inneren anreichert

Passives Biomonitoring:

Untersuchung von Pflanzen (Bioindikator) an ihrem Wuchsort (Untersuchungsgebiet).
Beispiele: Wiesengras (AI), Baumblätter (AI, RI), Fichtennadeln (AI, RI), Flechtenkartierung (RI), Löwenzahnscreening (AI)

Aktives Biomonitoring:

Ein (standardisierter) Organismus wird in das Untersuchungsgebiet gebracht und dort exponiert. Beispiele: standardisierte Graskultur (AI), standardisierte Grünkohlkultur (AI), Tabak-Exposition (RI), Gladiolen-Exposition (RI), Fichten-Exposition (AI), Bienenmonitoring (AI), (Löwenzahn (AI))

Messsysteme im Vergleich



	Standardisierte Graskultur mg oder µg/kg TM	Depositions- messung µg/m² . Zeit	Emissionsmessung µg/m³ . Zeit	Anmerkung
<i>Ziel der Untersuchung</i>	Wirkung einer zeitbezogenen Immissionssituation/ Luftqualität auf Pflanzen (Schutzgut)*	Zeit- und flächenbezogene (Schad)stoff- deposition (Immission)	Was und wieviel wird zeitbezogen von einer bestimmten Quelle emittiert	*es wird die Belastung am lebenden Organismus erfasst (Sensibilität)
<i>Schutzgutmessung</i>	Direkt (Pflanze), (in)direkt (Tier, Mensch*)	Indirekt (z.B. Boden)	indirekt (Luft- Mensch*)	*orale Aufnahme meistens bedeutsamer als inhalativ
<i>Nachweis von Emissionen</i>	Indirekt *(Emission- Immission-Pflanze)	Indirekt* (Emission- Immission)	Direkt an einer bestimmten Quelle	*direkt durch geeignete Anordnung der Messorte möglich
<i>Nachweis von Immissionen</i>	direkt	direkt	Nicht möglich*	*Messung nur bei der Quelle

Aktives Biomonitoring Standardisierte Graskultur

VDI Richtlinie 3957, Bl. 2 (2020)

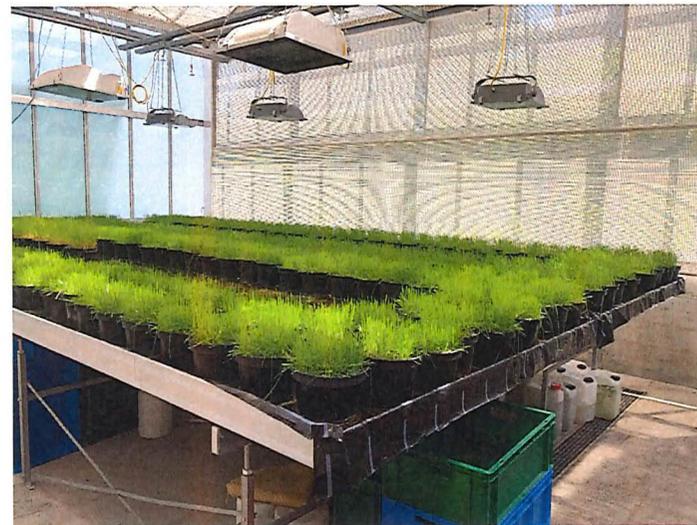
Akkumulationsindikator



Aktives Biomonitoring Standardisierte Graskultur - Anzucht



Aktives Biomonitoring Standardisierte Graskultur - Anzucht



Aktives Biomonitoring Standardisierte Graskultur - Exposition

Exposition für 27-29 Tage im
Untersuchungsgebiet (4-5
Expositionen im Jahr)



Aktives Biomonitoring Standardisierte Graskultur - Exposition



Aktives Biomonitoring Standardisierte Graskultur - Probenaufarbeitung



Aktives Biomonitoring Standardisierte Graskultur - Probenaufarbeitung



Aktives Biomonitoring Standardisierte Graskultur - Probenaufarbeitung



Standardisierte Graskultur – Erfahrungen (seit 1986)



- einfache, flexible und kostengünstige Methode
- optimale und notwendige Ergänzung zu chemisch/physikalischen Messungen
- verlässlicher und robuster, ortsvariabler, standardisierter Akkumulationsindikator
- Einsatz: Straßen, Ziegeleien, Al-Werk, Glasindustrie, Stahlindustrie, Verbrennungsanlagen...
- simultane Messung verschiedener Parameter: As, Ba, Be, Bi, Cd, Cl, Co, Cr, Cu, F, Hg, Li, Mo, Ni, Pb, S, Sb, Se, Sr, Tl, V, Zn; PAKs, PCBs, (HCB), (HCH), PCDD/F

Standardisierte Graskultur – Vorteile

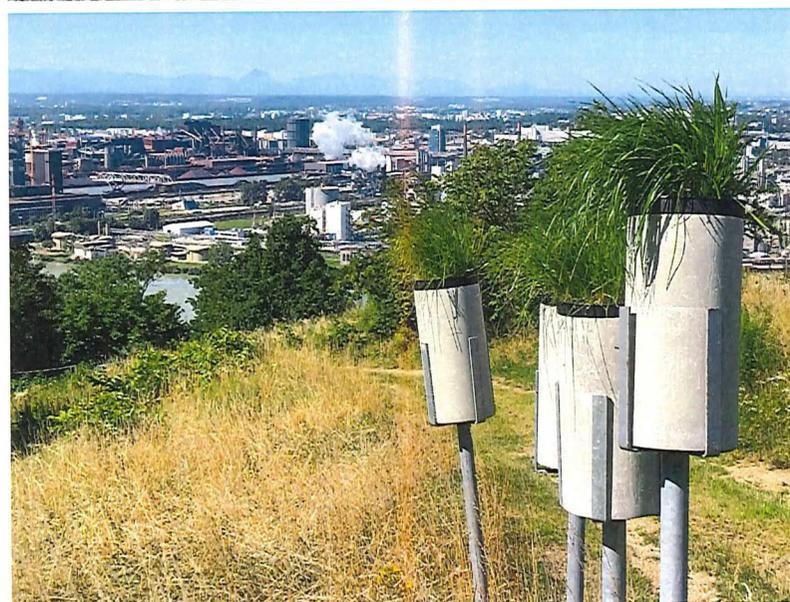
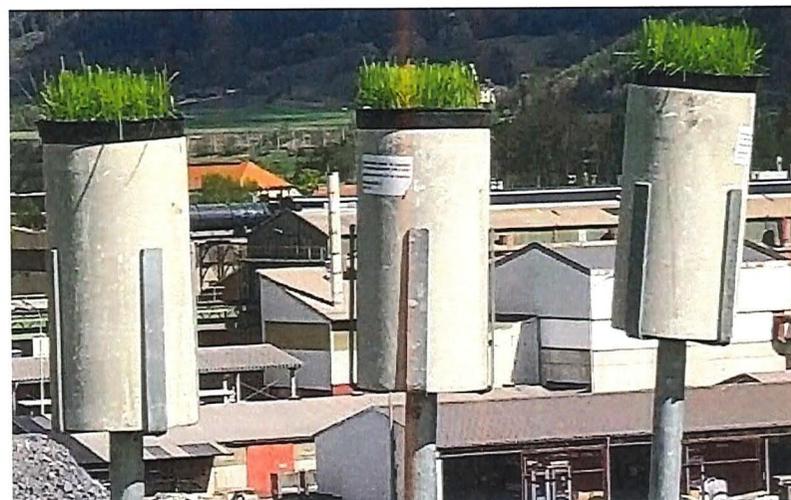


- Wetterbedingungen bzw. Mikroklima vor Ort werden beim Biomonitoring ebenfalls mitberücksichtigt
- durch geeignete Anordnung der Messorte kann auch ein Quellenbezug hergestellt werden
- Wirkung von Immissionen auf ein Schutzgut
- Ergebnisse des Biomonitorings mit der standardisierten Graskultur stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit Tierfutter (Wiesengras)
- Gefährdungsabschätzung durch den Verzehr von im Freien angebauten Futter- und Nahrungsmitteln möglich

Standardisierte Graskultur – Beispiele



Standardisierte Graskultur – Beispiele

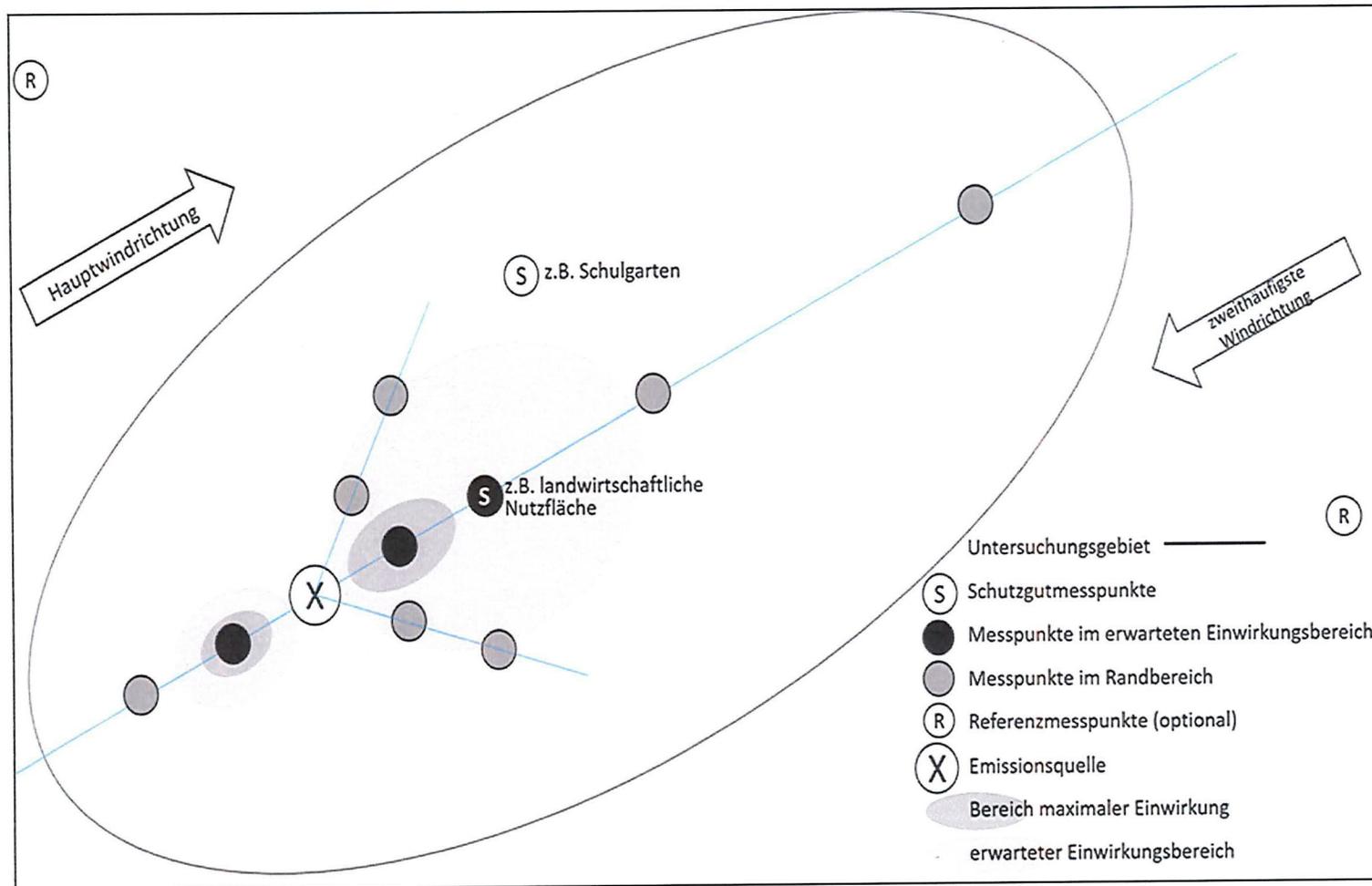


Immissionsmessungen mit Pflanzen - Standortfestlegung



- Stellen an denen Immissionsmaxima zu erwarten sind
- Stellen an denen keine hohe bzw. keine deutliche Immissionswirkung zu erwarten ist (Referenzstandorte)
- Punktquellen (z.B. Schornstein)
- Linienquellen (z.B. Verkehrswege)
- Flächenquellen (z.B. Deponie, Altlast)
- Topografischen Verhältnisse (z.B. Beckenlage, Staulage)
- Meteorologischen Verhältnisse (z.B. Hauptwindrichtung)

Immissionsmessungen mit Pflanzen - Standortfestlegung



Aktives Biomonitoring Grünkohlkultur

VDI Richtlinie 3957, Bl. 2 (2003)

Akkumulationsindikator

Anzucht von Grünkohl im
Glashaus

Exposition für 12 Wochen im
Untersuchungsgebiet (2
Expositionen im Jahr)

Analyse des Grünkohls



Immissionsmessungen mit Pflanzen - Zeitraahmen - Exposition



Standardisierte Graskultur



Wiesengras

Grünkohl



Aktives Biomonitoring Grünkohlkultur - Ernte und Probenaufarbeitung



Aktives Biomonitoring Grünkohlkultur - Ernte und Probenaufarbeitung

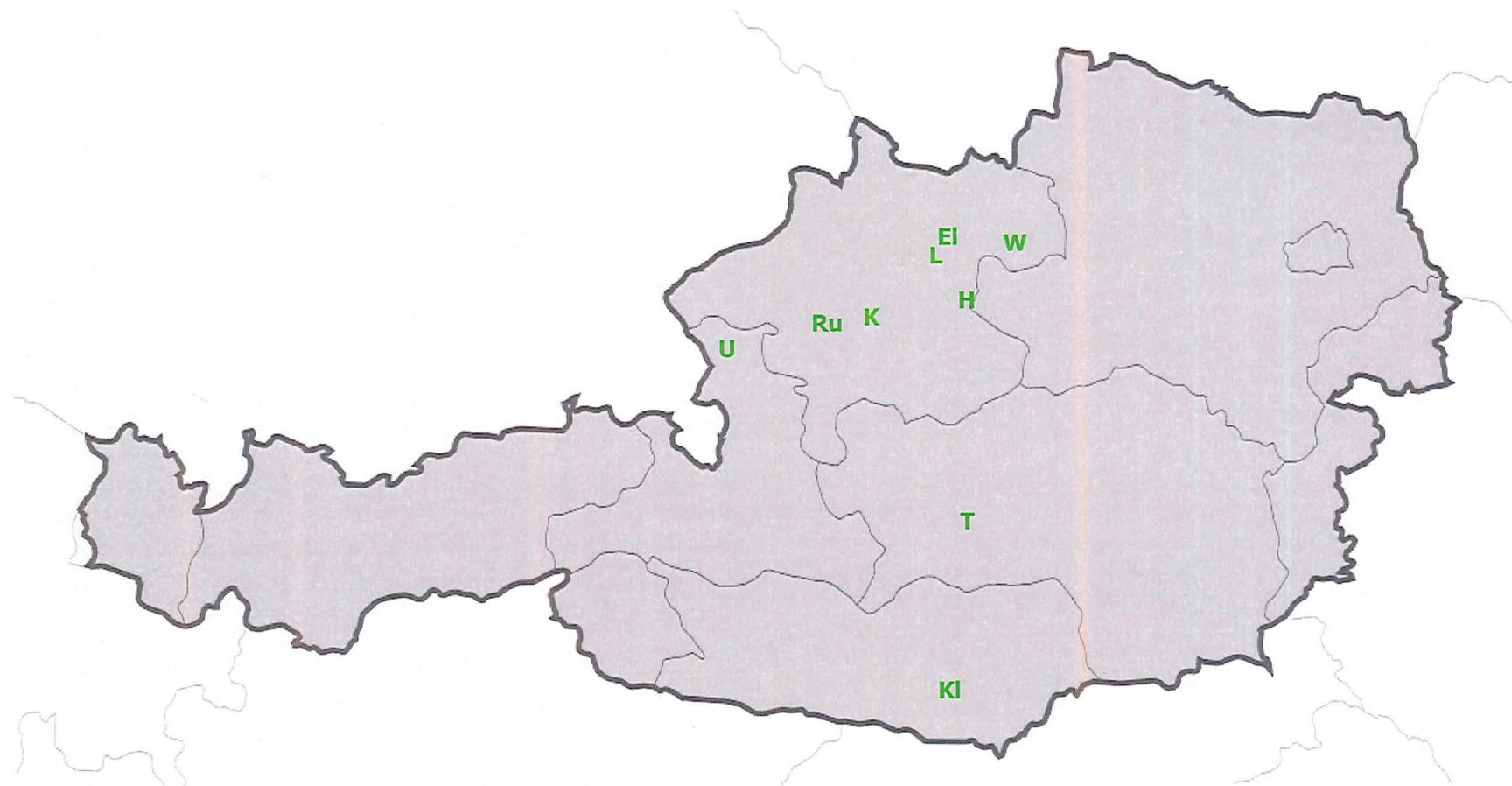


Immissionsmessungen mit Pflanzen - Bewertungsgrundlagen - OmH



- Für die Feststellung und Beurteilung von immissionsbedingten Stoffanreicherungen in Pflanzen (Bioindikator) ist die Kenntnis von deren „Normalgehalten“ notwendig
- Diese „Normalgehalte“ werden mit den sog. Orientierungswerten für maximale Hintergrundgehalte (**OmH**) nach VDI 3857, Bl.2 ermittelt
- Der OMH ist ein statistisch abgeleiteter Wert, der die Obergrenze der Stoffgehalte in einem Bioindikator (z.B. Pflanze) an Hintergrundstandorten, das heißt ohne direkten Emittenteneinfluss (industriefern, verkehrsfern) beschreibt. Er berücksichtigt vor allem räumliche und zeitliche (inkl. jährliche) Varianzen.

Immissionsmessungen mit Pflanzen AGES-Referenzstandorte



Graskultur: Hargelsberg (H), Windhaag (W), Kremsmünster (K), Ursprung (U)

Grünkohl: Elmberg (El), Ursprung (U), AGES Linz (L), Klagenfurt (Kl)

Wiesengras: Triebener Tauern (T); Rutzenmoos (Ru)

Mais: Holzwinden

Biomonitoring - OmHs 2021 Elemente



Parameter	Einheit	OmH standardisierte Graskultur	OmH Wiesengras	OmH Baumblätter
Al	mg/kg TM	83,3		
As	mg/kg TM	0,32	0,08	
Ba	mg/kg TM	15,6	36	140
Be	mg/kg TM	0,01 (BG)	0,01 (BG)	0,01 (BG)
Bi	mg/kg TM	0,032	0,008	
Cd	mg/kg TM	0,18	0,38	0,21
Chlorid	% TM	3,25	1,2	0,14
Co	mg/kg TM	0,28	0,19	0,13
Cr	mg/kg TM	0,72	0,70	0,8
Cu	mg/kg TM	12,2	14,7	10
Fluorid	mg/kg TM	4 (BG)	4 (BG)	5
Hg	mg/kg TM	0,0205	0,02	0,06

Biomonitoring - OmHs 2021 Elemente



Parameter	Einheit	OmH standardisierte Graskultur	OmH Wiesengras	OmH Baumblätter
Li	mg/kg TM	2,30		
Mo	mg/kg TM	5,0	4,05	0,64
Ni	mg/kg TM	2,92	3,43	9
Pb	mg/kg TM	0,60	0,82	0,9
S	% TM	0,51	0,44	0,19
Sb	mg/kg TM	0,041	0,10	
Se	mg/kg TM	0,19	0,055	0,18
Sr	mg/kg TM	54,9	40,6	97
Tl	mg/kg TM	0,125	0,075	0,09
V	mg/kg TM	0,17	0,25	0,27
Zn	mg/kg TM	65,7	61,4	45

Biomonitoring - OmHs 2021

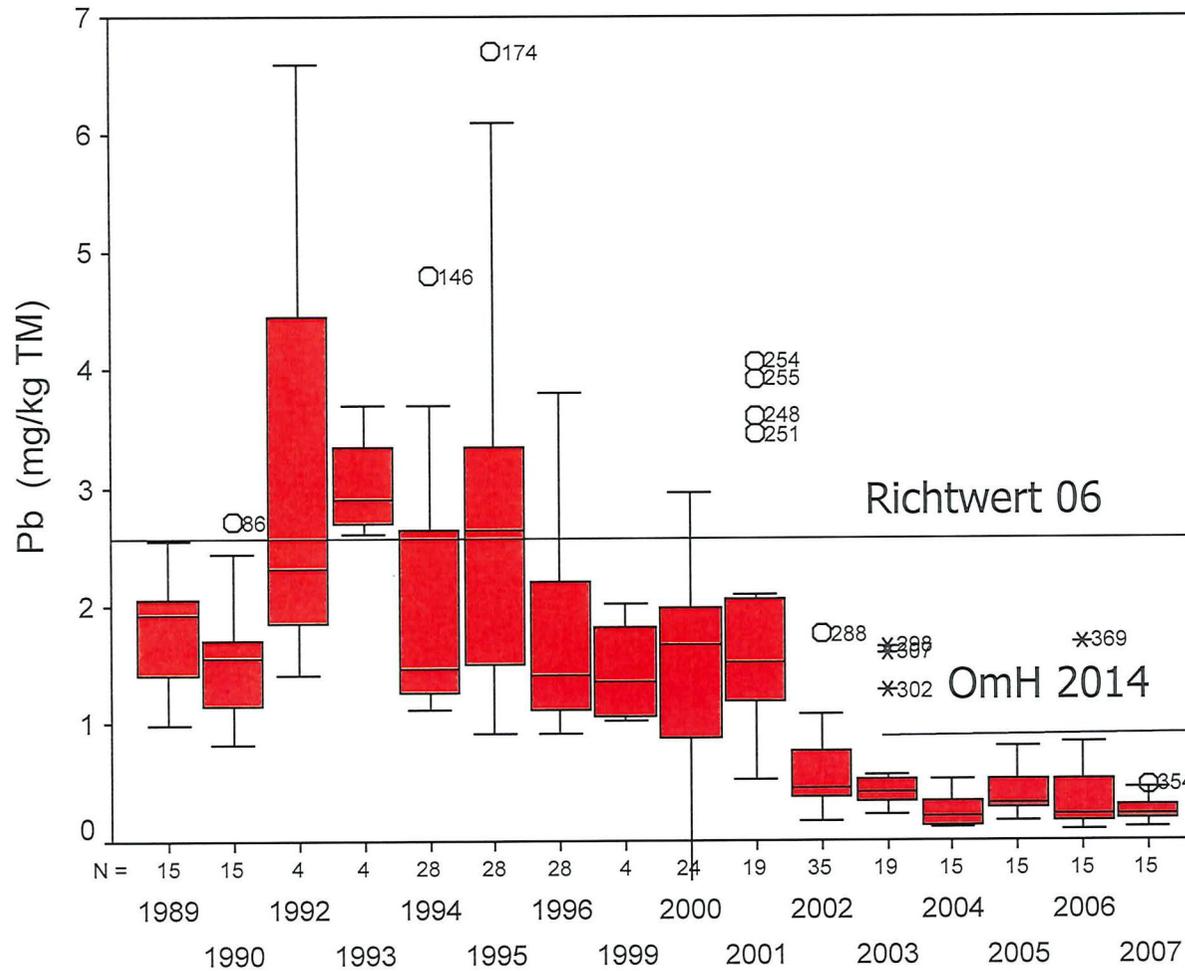
organische Stoffe



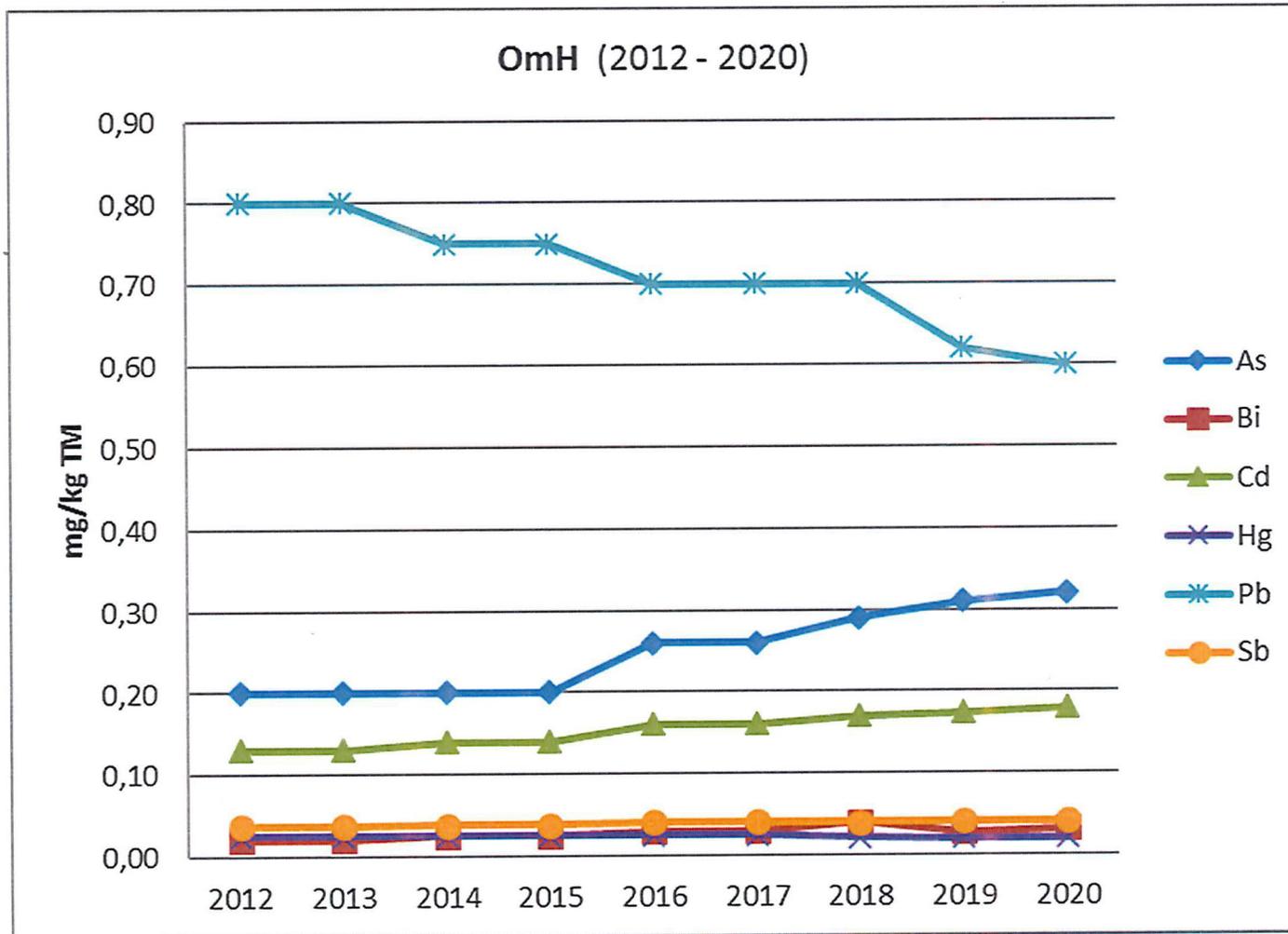
Parameter	Einheit	OmH standardisierte Graskultur	OmH Wiesengras	OmH Baumblätter
Benzo(a)pyren	µg/kg FM	0,48	0,38	0,9
PAK (4)	µg/kg FM	1,79		
PAK (6)	µg/kg FM	4,17	6,06	20
PAK (12)	µg/kg FM	9,62	19,65	40
HCB	mg/kg TM	0,002 (BG)	0,002 (BG)	
ndI-PCB	mg/kg TM	0,002 (BG)*	0,002 (BG)*	

* je Kongener

Standardisierte Graskultur OmH für Blei



Biomonitoring - OmH langjährige Entwicklung



Immissionsmessungen mit Pflanzen - Bewertung



- **Immissionseinfluss** (Wert > OmH)
- **deutlicher Immissionseinfluss** (Wert > 1,5 x OmH)
- **toxikologisch relevanter Bereich** (Wert > „Höchstwert“)
vorgegeben durch einschlägige Regelwerke
 - Verordnung (EG) 1881/2006 für Lebensmittel
 - Richtlinie 2002/32/EG für Futtermittel
 - VDI Richtlinien 2310

Immissionsmessungen mit Pflanzen - Bewertung - Edelstahlhersteller



Chrom (Cr)

„deutlicher Immissionseinfluss“ in Fettdruck (Einzeldaten bzw. Mediane $\geq 1,5 \times \text{OmH} = 1,08 \text{ mg/kg TM}$)

Messstellen	I	II	III	IV	V	Median
B1	0,36	0,36	0,81	0,52	0,62	0,5
B2	18,7	0,36	0,52	0,80	0,46	0,5
B3	1,72	0,57	2,89	3,68	4,36	2,9

Molybdän (Mo)

„deutlicher Immissionseinfluss“ in Fettdruck (Einzeldaten bzw. Mediane $\geq 1,5 \times \text{OmH} = 7,5 \text{ mg/kg TM}$)

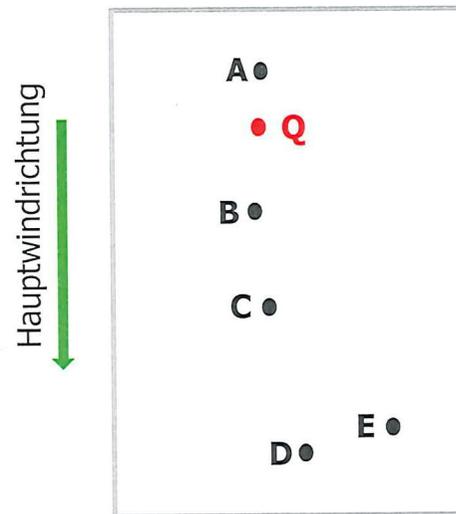
Messstellen	I	II	III	IV	V	Median
B1	5,06	1,78	3,56	3,17	2,57	3,2
B2	7,6	1,89	4,12	4,21	2,61	4,1
B3	4,15	2,24	4,54	2,68	2,78	2,8

Nickel (Ni)

„deutlicher Immissionseinfluss“ in Fettdruck (Einzeldaten bzw. Mediane $\geq 1,5 \times \text{OmH} = 4,38 \text{ mg/kg TM}$)

Messstellen	I	II	III	IV	V	Median
B1	0,97	2,13	1,67	1,49	1,26	1,5
B2	12,27	2,12	1,18	1,65	0,98	1,6
B3	1,72	2,40	2,58	3,16	3,01	2,6

Immissionsmessungen mit Pflanzen - Bewertung - Metallurgie

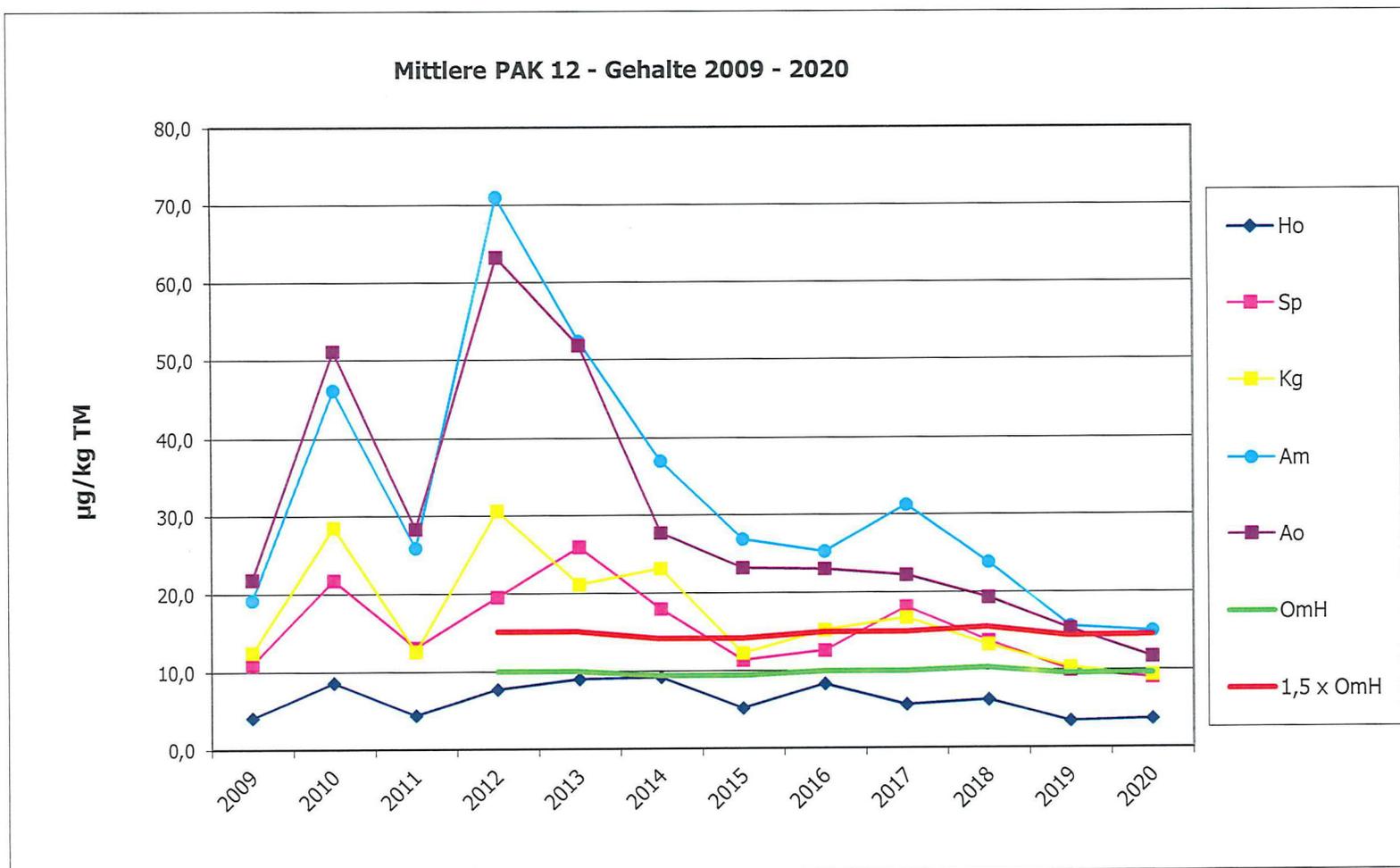


Vanadium (V)

„deutlicher Immissionseinfluss“ in Fettdruck (Einzeldaten bzw. Mittelwerte $\geq 1,5 \times \text{OmH} = 0,21 \text{ mg/kg TM}$)

Messstellen	IV	V	Mittelwert	Bereich	Höchstwert	Richtwert/ MID	Quelle	
A	5,35	4,92	5,14	OmH		0,17	Raditschnig/Göschlberger (2020) VDI 3857 Blatt 2 (2014)	
B	11,33	14,13	12,73			0,16**		
C	6,74	10,45	8,60	Toxikologisch relevant		10*	MID für Schafe (VDI 2310 Blatt 34, 2018)	
D	2,86	0,76	1,81			4*		MID für Huhn und Legehühner (VDI 2310 Blatt 34, 2018)
E	1,22	0,41	0,82			(4,55)		

Immissionsmessungen mit Pflanzen - Bewertung



Immissionsmessungen mit Pflanzen



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

Armin Raditschnig, AGES GmbH; Inspektionsstelle gem. EN 17020 für
„Immissionskontrollen mit Höheren Pflanzen“

Wieningerstr. 8, 4020 Linz

Tel.: 050 555-41511 oder 0664 9668300

Mail: armin.raditschnig@ages.at