



UMWELT PRÜF- UND ÜBERWACHUNGSSTELLE

des Landes OÖ



Prüfbericht

Staubniederschlag und Schwermetalle
in Vöcklamarkt

Jahresbericht 2023





Prüfbericht
Staubniederschlag und Schwermetalle in Vöcklamarkt
Messprogramm 2023

PRÜFSTELLE: Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle
des Landes Oberösterreich
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung Umweltschutz
Prüfbereich:
Chem.- analyt. Labor
Goethestraße 86
4021 Linz
Tel.: (+43 732) 77 20 - 136 43

AUFTRAGGEBER/IN: Oö. Umweltschutz
Kärntnerstraße 10-12
4020 Linz

AUSSTELLUNGSDATUM: 13. Februar 2024

FÜR DIE PRÜFSTELLE
ALS ZEICHNUNGSBERECHTIGTER:

Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Mayrhofer

Hinweise:

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Die Verwendung einzelner Daten ohne Berücksichtigung des Gesamtzusammenhangs kann zu einer Verfälschung der Aussage führen. Eine auszugsweise Vervielfältigung des Prüfberichtes ist deshalb ohne Zustimmung der Prüfstelle nicht gestattet. Die Daten können anonymisiert von der Prüfstelle für statistische Zwecke verarbeitet werden.

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:

Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes Oberösterreich

Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft

Kärntnerstraße 10-12

4021 Linz

Tel.: (+43 732) 77 20-145 50, Fax.: (+43 732) 77 20-21 45 49, E-Mail: uwd.post@ooe.gv.at

www.land-oberoesterreich.gv.at

Redaktion: Herzl K.

Mitarbeit: Kernecker T., Friedl C., Wiedroither S.

Fotos, Grafik und Druck: Abteilung Umweltschutz

1. Auflage; Februar 2024

Informationen zum Datenschutz finden Sie unter: <https://www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz>

Inhaltsverzeichnis

1. AUFGABENSTELLUNG.....	4
2. RECHTLICHE GRUNDLAGEN.....	4
3. MESSSTELLEN.....	5
3.1. BESCHREIBUNG DER MESSSTELLEN	5
3.2. LAGEPLAN DER MESSSTELLEN IN VÖCKLAMARKT	6
3.3. MESSZEITRAUM.....	9
4. MESSMETHODIK	10
4.1. PROBENAHME UND PROBENVORBEREITUNG.....	10
4.2. SCHWERMETALLANALYTIK.....	10
4.3. PRÜFSPEZIFIKATION	11
4.4. MESSUNSICHERHEIT:.....	11
5. ERGEBNISSE.....	12
5.1. PARAMETER STAUBNIEDERSCHLAG, BLEI UND CADMIUM	12
5.2. ZUSÄTZLICHE PARAMETER.....	15
6. TRENDS DER JAHRESMITTELWERTE VON 2006 BIS 2023.....	20
7. LITERATUR.....	24

Abkürzungen:

IG-L.....	Immissionsschutzgesetz-Luft [1]
TA Luft.....	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft [3]
JMW	Jahresmittelwert
mg/(m ² *d).....	Milligramm pro Quadratmeter und Tag
µg/(m ² *d).....	Mikrogramm pro Quadratmeter und Tag
As	Arsen
Pb.....	Blei
Cd.....	Cadmium
Cu.....	Kupfer
Cr.....	Chrom
Hg.....	Quecksilber
Ni.....	Nickel
V	Vanadium
Sb	Antimon
Tl	Thallium
MP-Nr.	Messpunkt-Nummer
a.....	Jahr

1. Aufgabenstellung

Im Auftrag der Oberösterreichischen Umweltanwaltschaft (Schreiben UAnw-750219/140-2011-Nö vom 24.11.2011) werden seit 2011 von der Abt. Umweltschutz Staubniederschlagsmessungen mittels Bergerhoff-Probennehmer in der Umgebung einer gewerblichen Anlage (Sägewerk, Heizkraftwerk und Pellets Erzeugung) im Raum Vöcklamarkt durchgeführt.

Entsprechend den Vorgaben des Immissionsschutzgesetz-Luft werden die Komponenten Staubniederschlag, Blei und Cadmium bestimmt [1]. Zusätzlich werden die Parameter Arsen, Antimon, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Thallium und Vanadium gemessen.

2. Rechtliche Grundlagen

Im Immissionsschutzgesetz Luft sind für die Parameter Staubniederschlag, Blei und Cadmium Grenzwerte festgelegt, die in der Tabelle 1 angeführt sind. [1,2]

Tabelle 1: Grenzwerte nach dem IG-L [1]

Parameter	Einheit	Staubniederschlag	Blei	Cadmium
Grenzwert (JMW)	mg/(m²*d)	210	0,100	0,002

Für die Schwermetalle Chrom, Arsen, Kupfer, Vanadium, Quecksilber, Nickel, Antimon und Thallium gibt es derzeit keine gesetzliche Regelung in Österreich. Es werden die in den technischen Regelwerken angeführten Richtwerte verwendet (Tabelle 2). [3, 4]

Tabelle 2: Vorsorge- bzw. Richtwerte [3,4]

Parameter	Einheit	Ni	Cu	Cr	Tl	Sb	V	Hg	As
Richtwert TA Luft [3]	µg/(m²*d)	15	-	-	2	-	-	1	4
Richtwert Schutzgut Boden [4]	µg/(m²*d)	6	7	9	0,1	2	7	0,05	4

3. Messstellen

3.1. Beschreibung der Messstellen

In Vöcklamarkt werden seit März 2011 die beiden Messstellen VM1 und VM2 betrieben, im August 2019 kamen die Messstellen VM3, VM4 und VM5 dazu (Tabelle 3 und Abbildungen 1-6).

Tabelle 3: Probenahmeorte in Vöcklamarkt

Mess- stelle	Adresse	Standorttyp	Koordinaten GK M31	
			Rechts- wert	Hoch- wert
VM1	Mösenbergstraße 4	Ortsgebiet	11210	317929
VM2	Bahnhofstraße 12a	Ortsgebiet	11284	317914
VM3	Volksschule Vöcklamarkt	Ortsgebiet	11119	318205
VM4	Feuerwehrhaus Vöcklamarkt	Ortsgebiet	11864	318301
VM5	Westbahnstr. 14/2	Ortsgebiet	10833	317485

Zum Datenvergleich werden die 2023 in Oberösterreich betriebenen IG-L Probenahmestellen herangezogen. [5]

Tabelle 4: Probenahmeorte 2023 in Oberösterreich [5]

Mess- stelle	Standort / Adresse	Standorttyp	Koordinaten GK M31	
			Rechts- wert	Hoch- wert
BR_1	Braunau, Kolpingplatz	verbautes Wohngebiet, Nähe Straße bzw. Busterminal	21784	346593
KRM	Kremsmünster, im Stift	verbautes Gebiet, direkt im Hof	59509	324340
KM	Linz-Kleinmünchen, Dauphinestr. 68	Dicht verbautes Wohngebiet am Stadtrand, stark befahrene Straßen, Schwerindustrie in 2 km Entfernung	72646	346701
NEW	Linz-Neue Welt, Wiener Str.233 (Straßenbahn-Umkehr.)	Westen: Stark befahrene Straße, Wohngebiete; Osten: Industriegelände	72906	348929
ROE	Linz-Römerbergtunnel, Parkpl. Klamstr., hinter dem Haus Promenade 37	Stark befahrene Straße, Tunnelportal, städtisches Wohngebiet	70349	352233
SPA	Linz-Stadtpark, Stadtpark Noßbergerstr., hinter der Museumsstraße 34a	städtisches Wohngebiet	71563	352434
MP101	Steyregg, Freizeitzentrum, Dammkrone	locker verbautes Mischgebiet am Stadtrand, stark befahrene Straße	76752	349721
BSW	Wels, Linzer Str. Container Messnetz	Gewerbegebiet, stark befahrene Straße	52406	336513

3.2. Lageplan der Messstellen in Vöcklamarkt

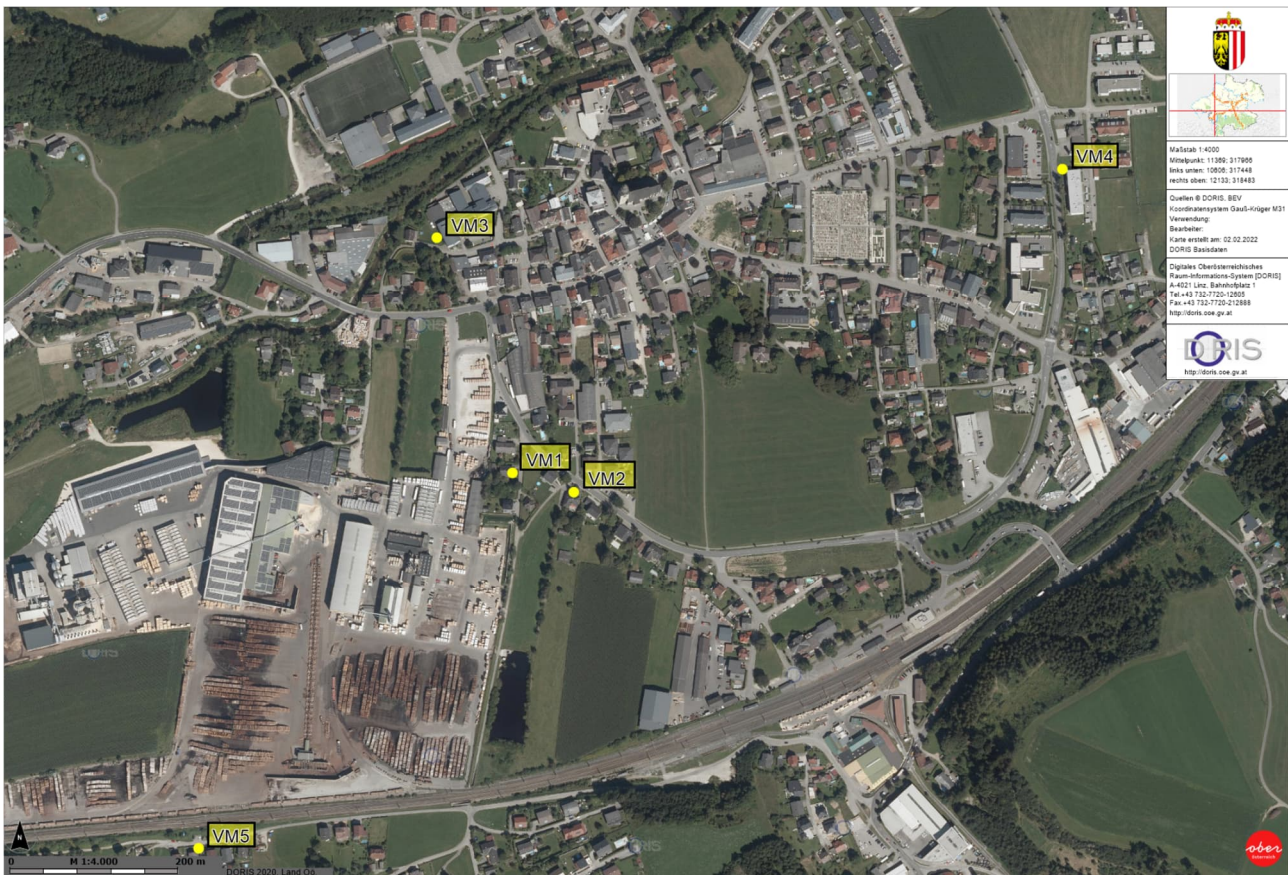


Abbildung 1: Messstellen in Vöcklamarkt

Fotodokumentation der Messstelle:

Aufstellort der Auffanggefäße in Vöcklamarkt:



Abbildung 2: Bergerhoff-Messstelle in Vöcklamarkt (VM1).



Abbildung 3: Bergerhoff-Messstelle in Vöcklamarkt (VM2).



Abbildung 4: Bergerhoff-Messstelle in Vöcklamarkt (VM3).



Abbildung 5: Bergerhoff-Messstelle in Vöcklamarkt (VM4).



Abbildung 6: Bergerhoff-Messstelle in Vöcklamarkt (VM5).

3.3. Messzeitraum

Die Messungen erfolgten im Kalenderjahr 2023 von 30.12.2022 bis 02.01.2024.

Tabelle 5: Messperiode 2021

Messung	Vöcklamarkt
1. Messung	30.12.2022 – 30.01.2023
2. Messung	30.01.2023 – 01.03.2023
3. Messung	01.03.2023 – 30.03.2023
4. Messung	30.03.2023 – 28.04.2023
5. Messung	28.04.2023 – 31.05.2023
6. Messung	31.05.2023 – 30.06.2023
7. Messung	30.06.2023 – 31.07.2023
8. Messung	31.07.2023 – 31.08.2023
9. Messung	31.08.2023 – 02.10.2023
10. Messung	02.10.2023 – 02.11.2023
11. Messung	02.11.2023 – 04.12.2023
12. Messung	04.12.2023 – 02.01.2024

4. Messmethodik

Entsprechend den Vorgaben des Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) bzw. der zugehörigen Verordnung wurden die Komponenten Staubbiederschlag, Blei, Cadmium bestimmt. [1,2]

Zusätzlich wurden noch die Parameter Arsen, Nickel, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Vanadium, Antimon und Thallium im Staubbiederschlag untersucht.

4.1. Probenahme und Probenvorbereitung

Die Probenahme und die Bestimmung des Staubbiederschlags erfolgten nach den Vorgaben der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 – Bestimmung des Staubbiederschlags nach der Bergerhoff-Methode. [6]

Für die Probenahme wurden Auffanggefäße aus Kunststoff (Polyethylen) verwendet.

Diese Becher mit einem definierten Öffnungsquerschnitt werden circa vier Wochen lang im Freien exponiert. Alle Partikel, die in den Becher gelangen (auch Niederschlag wie Regen und Schnee), werden damit erfasst. Nach Einholen der Proben werden diese bis zur Trockene eingedampft und die Masse bestimmt. Generell muss aufgrund des einfachen Messprinzips zur Staubsammlung berücksichtigt werden, dass ein nicht unbeträchtlicher Anteil der Schwankungen auf zufällige oder ungewollte Verunreinigungen (Blätter, Vogelkot, Insekten, Vandalismus etc.) zurückzuführen ist.

4.2. Schwermetallanalytik

Der Aufschluss laut Norm EN 15841 ist in einem geschlossenen Behälter mit 8 ml Salpetersäure und 2 ml Wasserstoffperoxid durchzuführen. In Abweichung zu dieser NORM werden die Staubbiederschlagsproben nicht in einem geschlossenen Behälter in der Mikrowelle aufgeschlossen, sondern offen in einem Becherglas. Zudem wird zusätzlich 1 ml Salzsäure zum Aufschluss beigefügt, um auch Antimon und Quecksilber analysieren zu können. Der von uns angewendete Aufschluss ergibt keinen Unterschied zur EN 15841 und entspricht den in EN 14902 geforderten Wiederfindungsraten für die Elemente Blei, Cadmium Arsen und Nickel. Die Wiederfindungsraten wurden einerseits aus einem zertifizierten Referenzmaterial (CRM 2 NIES 8), sowie aus dem Vergleich der beiden Aufschlussvarianten mit Realproben ermittelt [6].

Tabelle 6: Wiederfindungsraten der vier geforderten Elemente.

Pb	Cd	Ni	As
103%	91%	89%	98%

Da die Elemente meist als chemische Verbindungen wie z.B. als Oxide oder silikatisch gebunden vorliegen, können einige Elemente mit dem oben beschriebenen Aufschluss nicht vollständig in Lösung gebracht werden. Minderbefunde für manche Elemente wie Antimon, Chrom etc. würden einen Aufschluss mit Flusssäure oder zusätzlich mehr Salzsäure erfordern. Dies wird nicht gemacht, da diese Elemente nicht gesetzlich geregelt sind. Die Messwerte liefern trotzdem wertvolle Anhaltspunkte auf mögliche Verursacher.

Die Bestimmung der Elemente erfolgte mittels induktiv gekoppeltem Plasma - Massenspektrometer (ICP-MS). Sämtliche Analysenergebnisse liegen über oder knapp an den geforderten Nachweisgrenzen.

4.3. Prüfspezifikation

VDI 4320 Blatt 2: Messung atomosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlages nach der Bergerhoff-Methode, Jänner 2012

EN 15841: Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei und Nickel in atmosphärischer Deposition, November 2009

4.4. Messunsicherheit:

Es ist bei den angeführten Verfahren mit nachfolgenden Messunsicherheiten zu rechnen. Angegeben wurde die erweiterte Messunsicherheit in Anlehnung nach EN 15841 (Anhang B).

Tabelle 7: berechnete erweiterte Messunsicherheiten nach EN 15841 (Anhang B).

Staubniederschlag	38 %
Blei	53 %
Cadmium	41 %
Thallium	28 %
Antimon	38 %
Quecksilber	55 %
Vanadium	14 %
Arsen	12 %
Nickel	11 %
Kupfer	17 %
Chrom	15 %

5. Ergebnisse

5.1. Parameter Staubniederschlag, Blei und Cadmium

Die im Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz Luft, IG-L) festgelegten, im Jahresmittel geltenden Grenzwerte für Staubniederschlag, Blei (Pb) und Cadmium (Cd) sind in den rechtlichen Grundlagen (Tabelle 1) angeführt. Zur Bildung des Jahresmittelwertes sind 12 Messperioden heranzuziehen bzw. müssen mindestens 75 % der Tage eines Kalenderjahres vorliegen. [1]

Bei allen Messstellen in Vöcklamarkt wurden diese Vorgaben erfüllt.

In Tabelle 5 sind die zwölf Messperioden von 30.12.2022 bis 02.01.2024 detailliert angegeben. Aus den Analysenwerten wurden pro Station die jeweiligen Jahresmittelwerte gebildet, die anschließend mit den im IG-L vorgeschriebenen Grenzwerten bzw. den Richt- bzw. Vorsorgewerten verglichen wurden (siehe Tabelle 8 und 9). [1, 3, 4]

Folgende Messergebnisse konnten bei der Auswertung nicht berücksichtigt werden:

- VM1: Periode 6 - Probe war stark veralgt.
- VM2: Periode 6 - Probe war stark veralgt.
- VM3: Periode 6 - Probe war veralgt und mit Insekten verunreinigt
- VM3: Periode 7 - Probe war veralgt und mit Insekten verunreinigt
- VM4: Periode 7 - Probe war veralgt.

Tabelle 8: Jahresmittelwerte der Messstelle in Vöcklamarkt im Vergleich im Kalenderjahr 2023

Messstation	Exposition	Staub	Blei	Cadmium
	[Monate/ gesamt Monate]	[mg/(m ² *d)]	[µg/(m ² *d)]	[µg/(m ² *d)]
Braunau BR_1	12/12	72	1,7	0,04
Kremsmünster	10/12	86	3,5	0,08
Linz-Kleinmünchen	9/12	92	1,9	0,04
Linz-Neue Welt	10/12	124	6,5	0,14
Linz-Römerberg	12/12	139	4,0	0,07
Linz-Stadtpark	9/12	93	2,4	0,07
Steyregg MP101	12/12	157	6,8	0,10
Wels	11/12	74	2,0	0,11
Vöcklamarkt VM1	11/12	147	1,7	0,10
Vöcklamarkt VM2	11/12	147	1,7	0,11
Vöcklamarkt VM3	10/12	69	2,3	0,12
Vöcklamarkt VM4	11/12	69	1,5	0,05
Vöcklamarkt VM5	12/12	99	1,4	0,07
Minimum lt. IG-L	9/12			
Grenzwert nach IG-L		210	100	2

Tabelle 9: Montasweise Auflistung der Staubbiederschlagswerte für VM1-VM5.

	Staub g/m ² *d				
	VM1	VM2	VM3	VM4	VM5
Jän.23	71	71	27	27	23
Feb.23	129	117	58	73	61
Mär.23	135	217	61	69	102
Apr.23	86	106	55	80	97
Mai.23	104	121	61	219	99
Jun.23				75	148
Jul.23	223	182			179
Aug.23	206	155	176	46	144
Sep.23	198,5	238	54	36	144
Okt.23	239	214,5	49	62	107
Nov.23	60,5	70	62	31	35
Dez.23	162	120	89	46	53
JMW	147	147	69	69	99

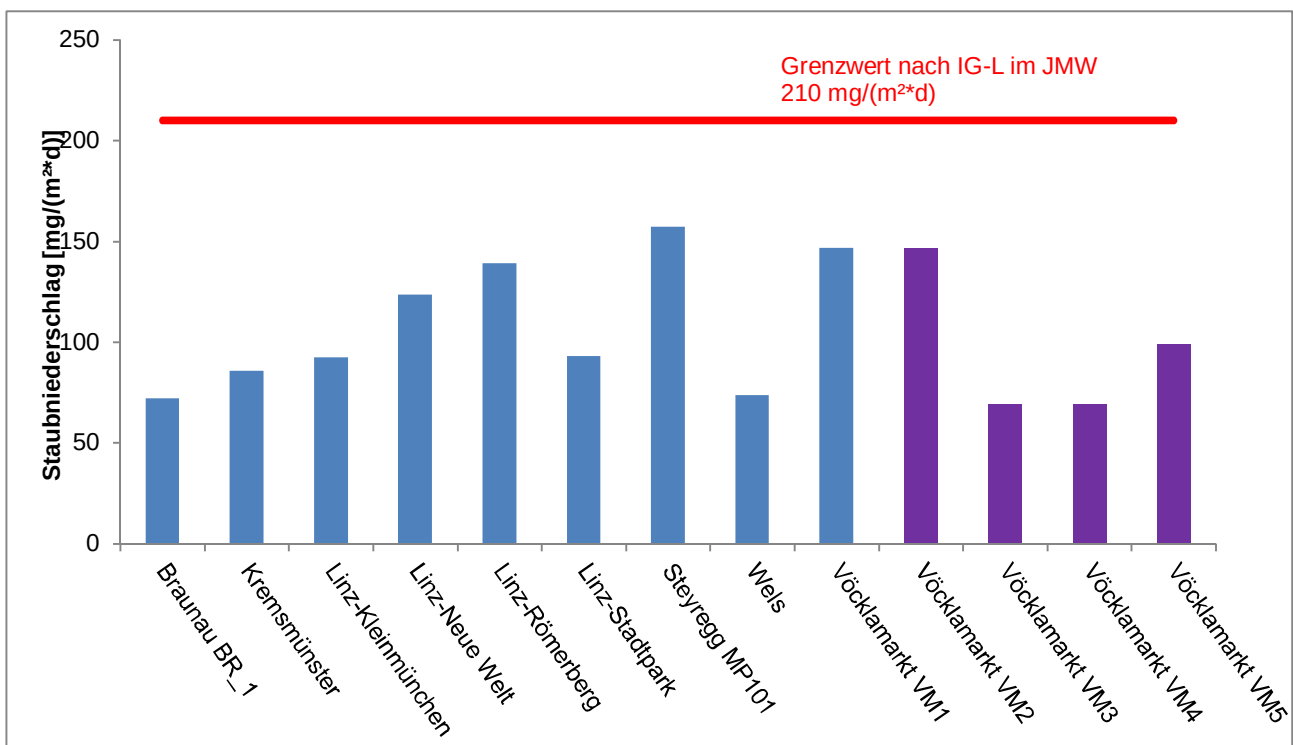


Abbildung 7: Staubniederschlag im JMW in Vöcklamarkt im Vergleich zu den Oö. Messstellen 2023

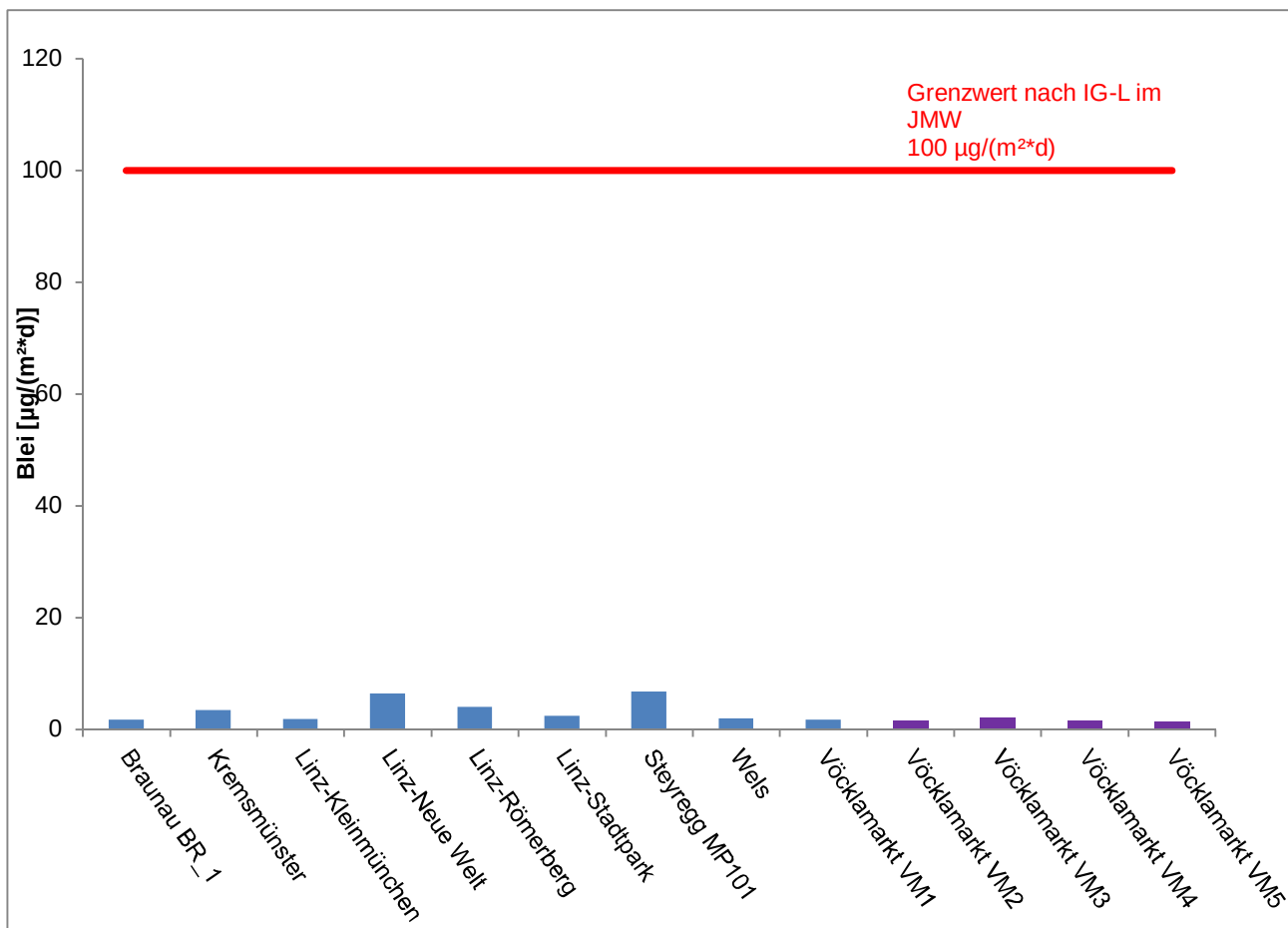


Abbildung 8: Blei im JMW der Oö. Messstellen 2023

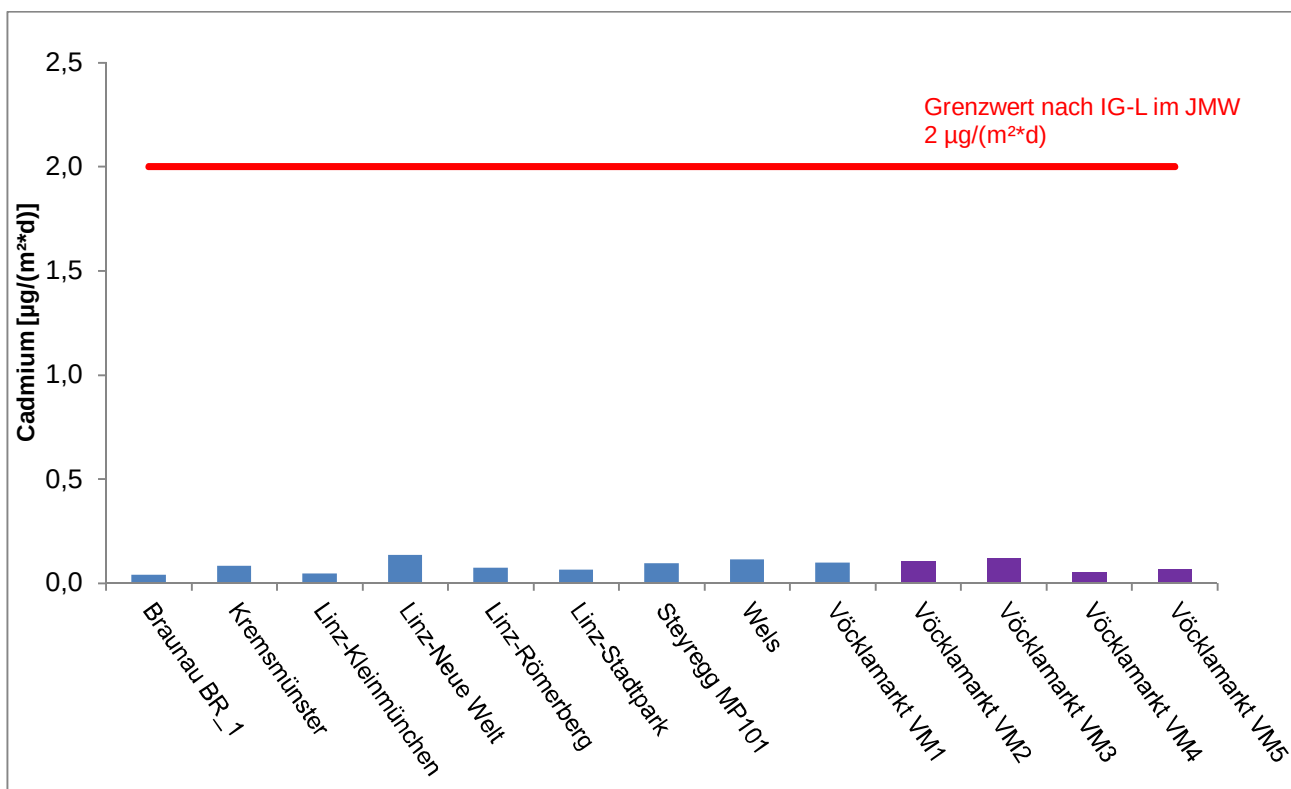


Abbildung 9: Cadmium im JMW der Oö. Messstellen 2023

5.2. Zusätzliche Parameter

Für die zusätzlich untersuchten Parameter Nickel, Kupfer, Chrom, Thallium, Antimon, Vanadium, Quecksilber und Arsen, für die in Österreich keine Grenzwerte vorgesehen sind, wurden zum Vergleich die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft beziehungsweise die Luftqualitätsstandards zur Umweltvorsorge (Schutzgut Boden) [3, 4] herangezogen.

Die Jahresmittelwerte für das Jahr 2023 sind in der Tabelle 10 den jeweiligen Richtwerten gegenübergestellt.

Tabelle 10: Jahresmittelwerte der Messstellen im Vergleich, Zeitraum 30.12.2022 - 02.01.2024

Tabellen:	Ni	Cu	Cr	Tl	Sb	V	Hg	As
	[µg/(m²*d)]							
Braunau BR_1	1,04	6,65	1,36	0,007	0,136	0,654	0,010	0,155
Kremsmünster	1,15	6,54	1,55	0,064	0,133	0,438	0,014	0,222
Linz-Kleinmünchen	3,70	17,86	3,75	0,010	0,149	1,249	0,019	0,194
Linz-Neue Welt	5,60	25,69	19,51	0,033	0,318	5,057	0,038	0,551
Linz-Römerberg	2,51	26,06	14,18	0,018	0,681	4,312	0,021	0,394
Linz-Stadtpark	1,52	15,33	3,84	0,012	0,215	1,382	0,024	0,204
Steyregg MP101	3,44	9,60	14,14	0,034	0,194	5,900	0,154	0,904
Wels	1,44	11,44	1,99	0,008	0,228	0,748	0,010	0,160
Vöcklamarkt VM1	1,15	7,35	1,77	0,018	0,258	0,733	0,014	0,179
Vöcklamarkt VM2	1,49	8,45	2,78	0,021	0,558	1,223	0,013	0,228
Vöcklamarkt VM3	0,80	5,58	1,25	0,010	0,156	0,390	0,009	0,227
Vöcklamarkt VM4	0,78	10,42	1,37	0,010	0,130	0,555	0,009	0,135
Vöcklamarkt VM5	0,83	8,69	1,24	0,012	0,157	0,668	0,014	0,177
Richtwert TA Luft	15			2	2	7	1	4
Richtwert Schutzgut Boden	6	7	9	0,1	2	7	0,05	4

* Entspricht nicht den Vorgaben (< 75 % der Tage eines Kalenderjahres)

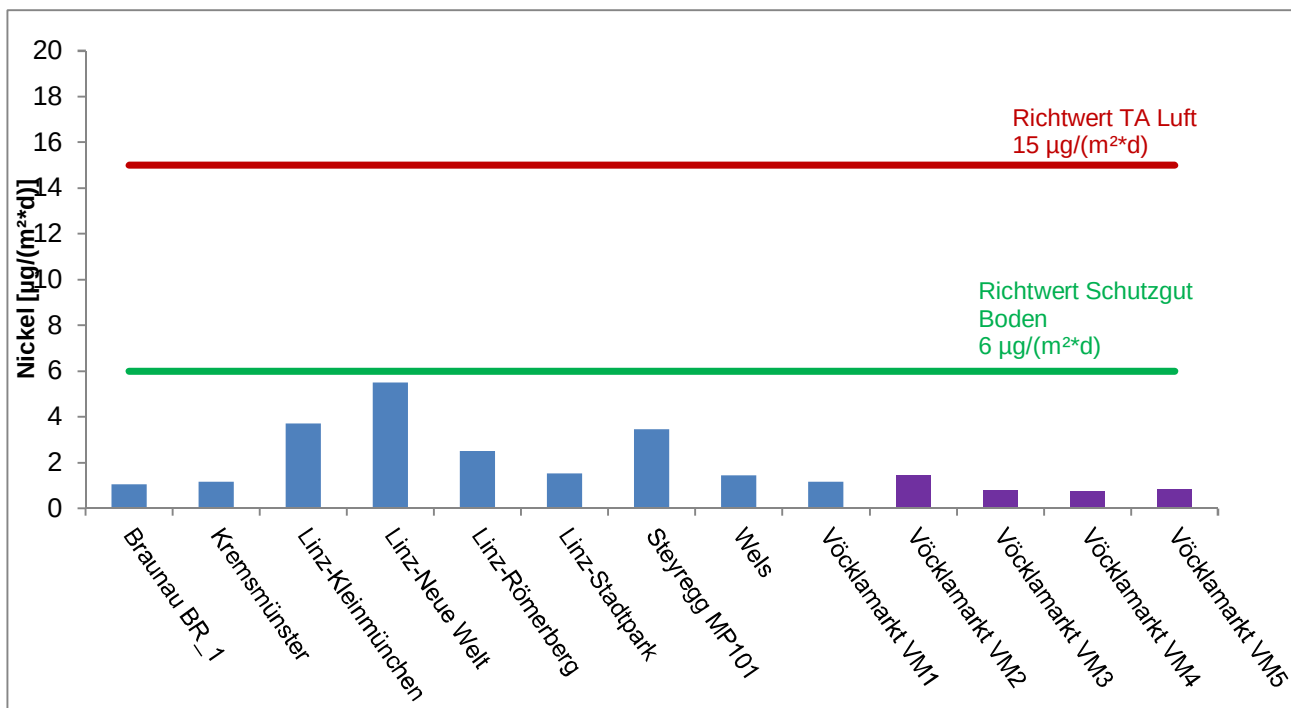


Abbildung 10: Nickel im JMW im Vergleich zu den Oö. Messstellen 2023

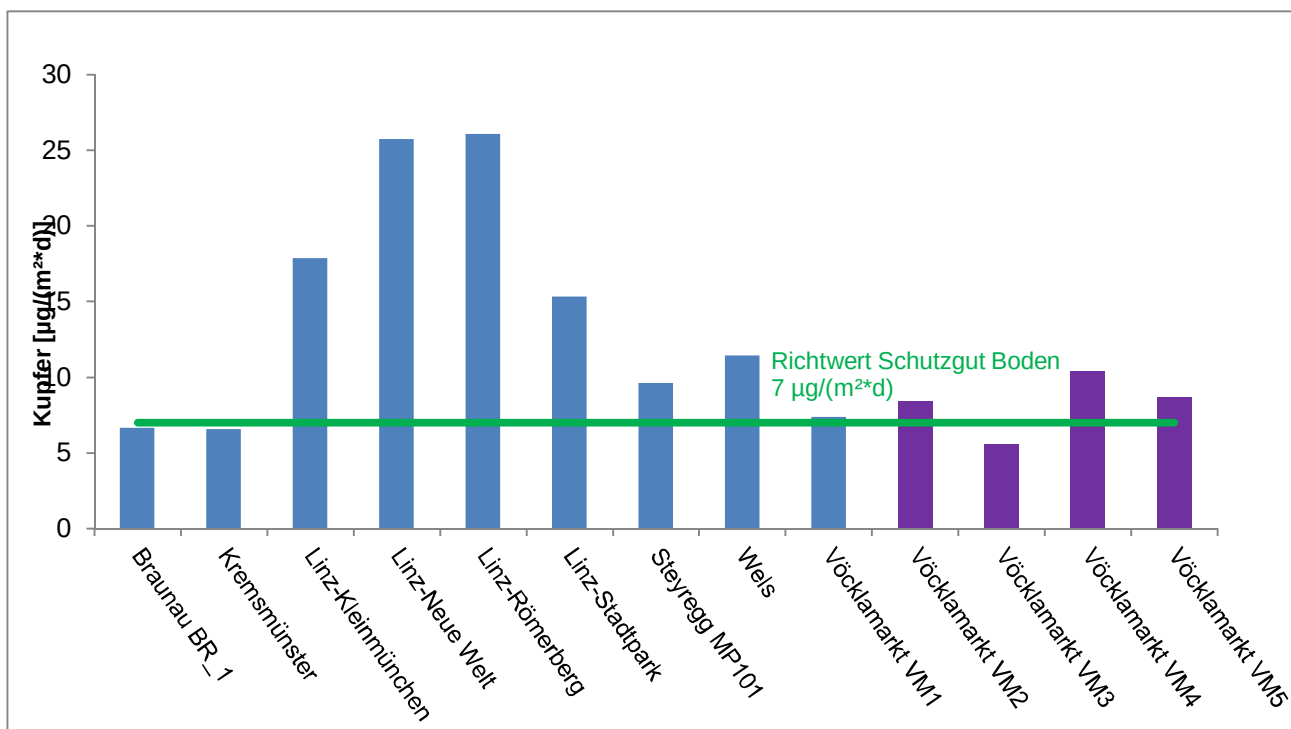


Abbildung 11: Kupfer im JMW im Vergleich zu den Oö. Messstellen 2023

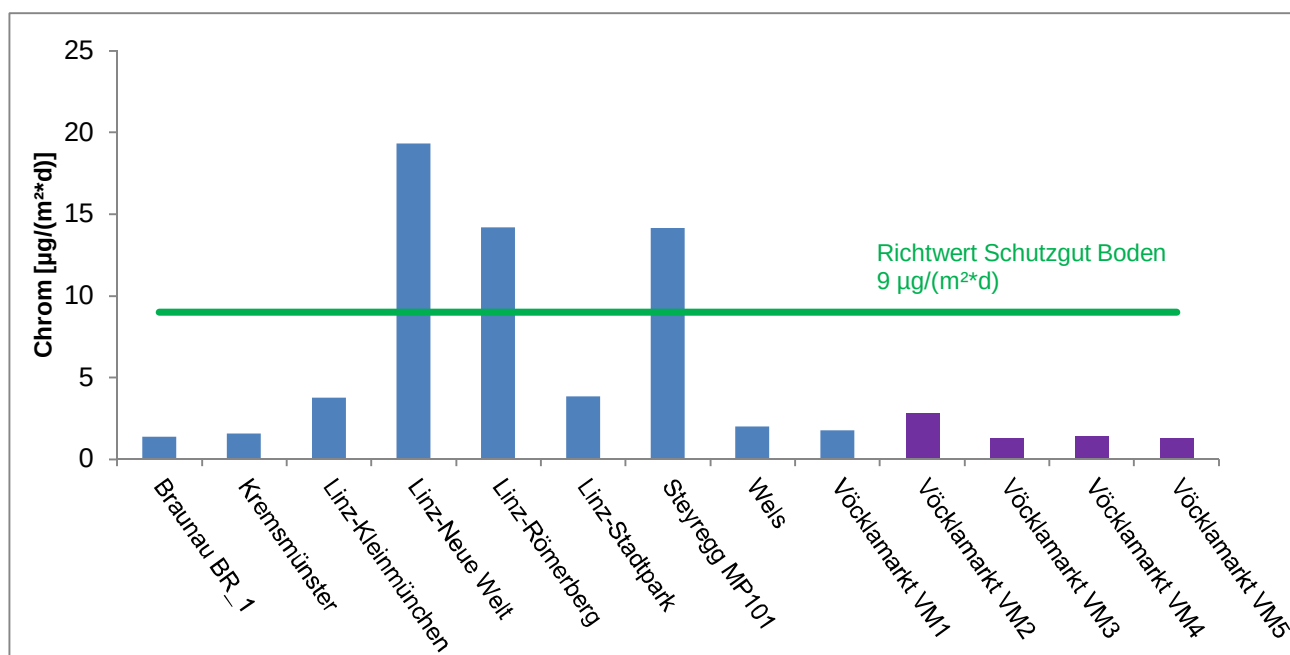


Abbildung 12: Chrom im JMW im Vergleich zu den Oö. Messstellen 2023

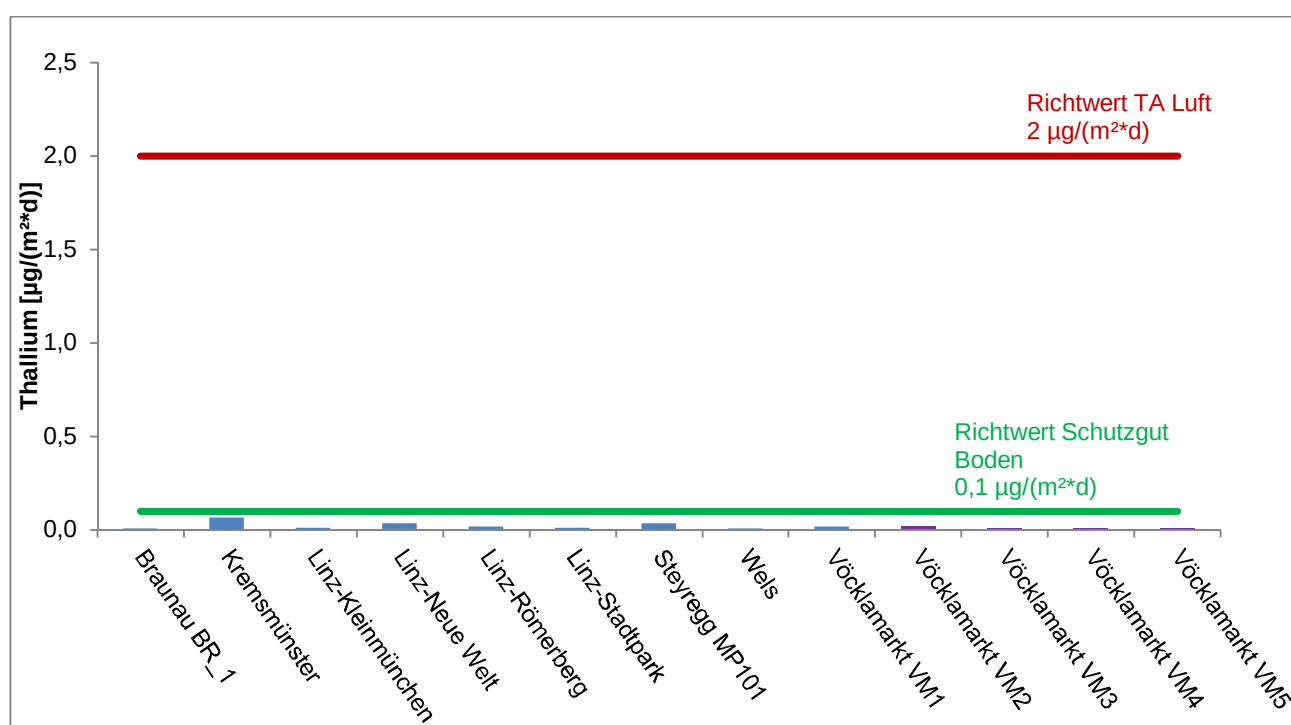


Abbildung 13: Thallium im JMW im Vergleich zu den Oö. Messstellen 2023

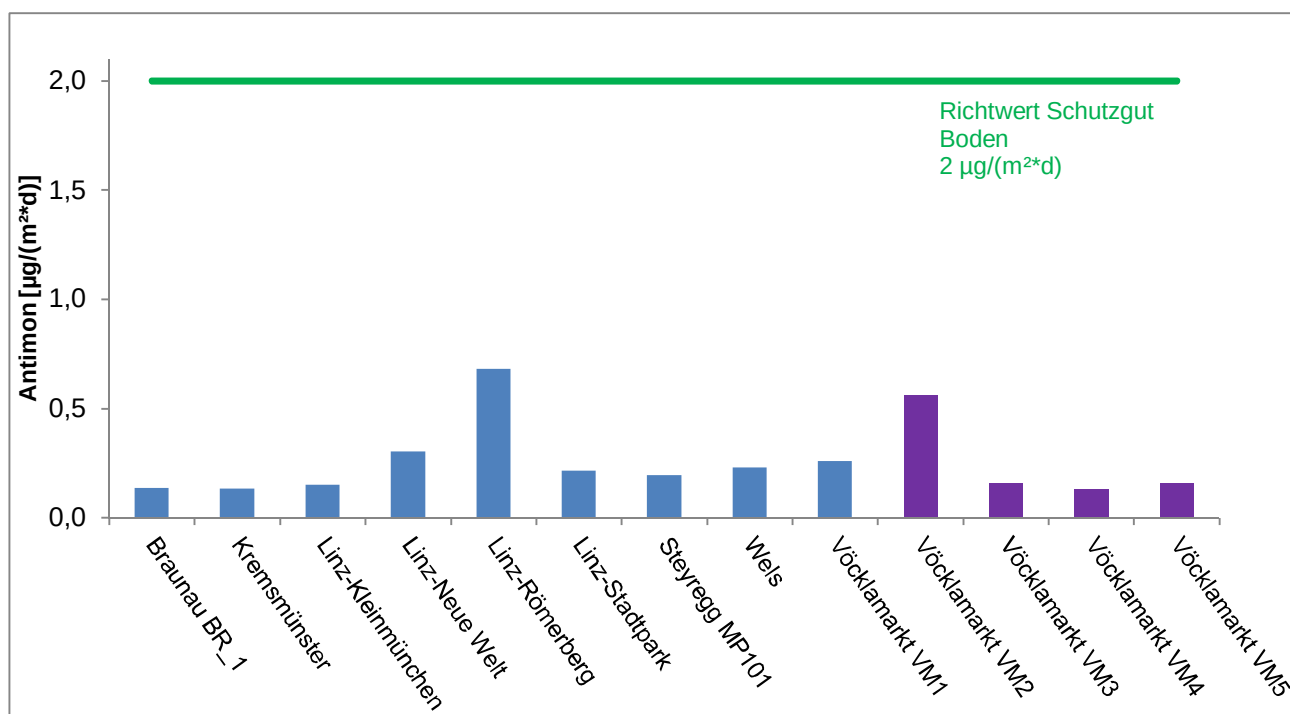


Abbildung 14: Antimon im JMW im Vergleich zu den Oö. Messstellen 2023

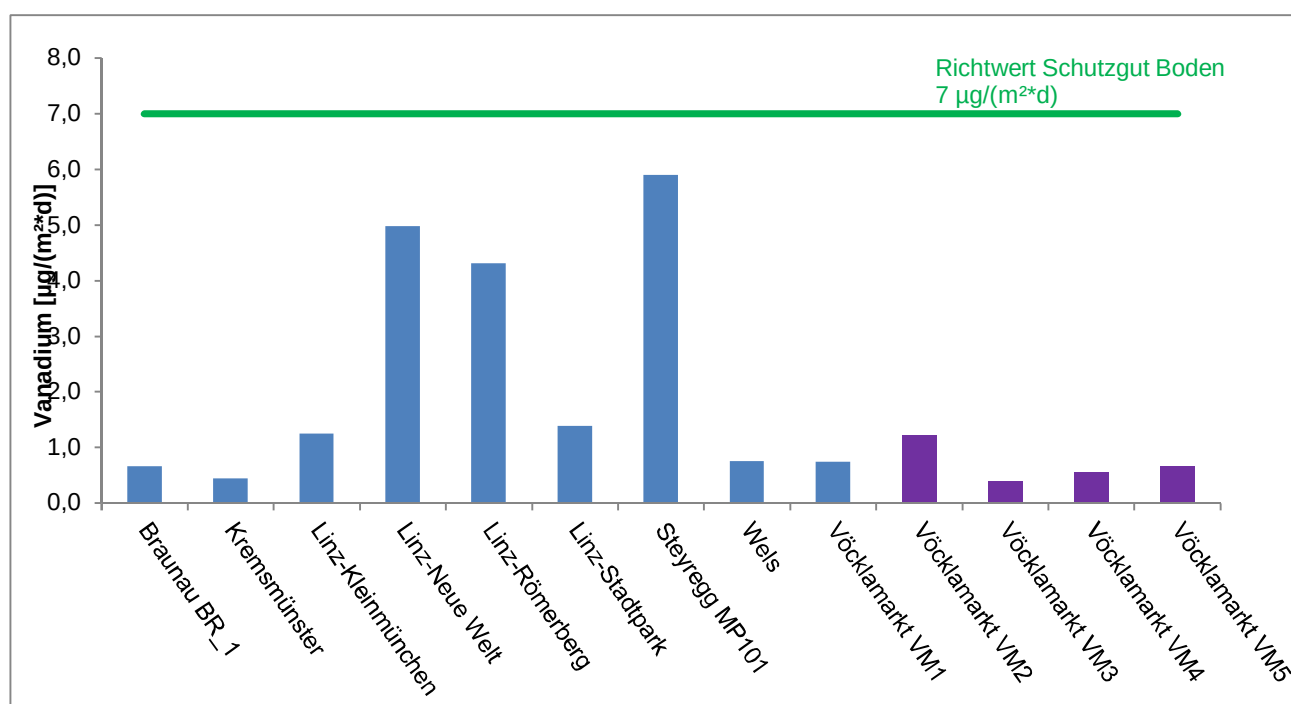


Abbildung 15: Vanadium im JMW im Vergleich zu den Oö. Messstellen 2023

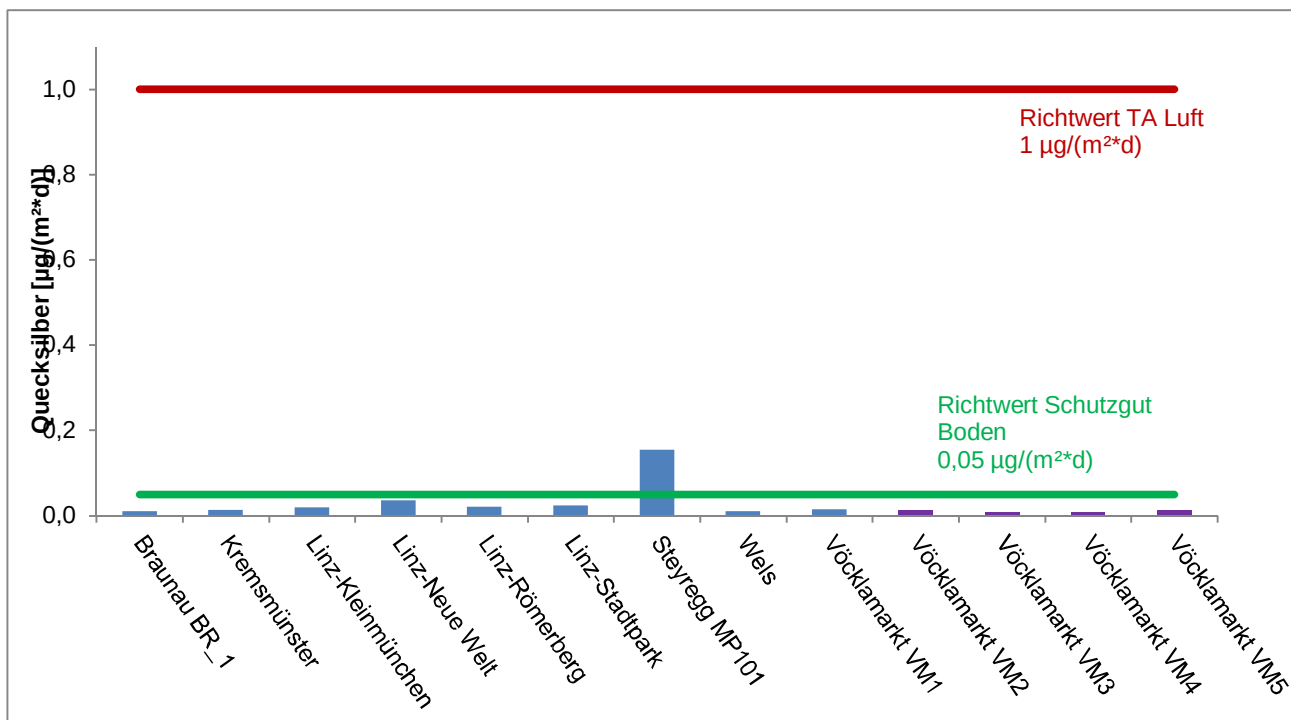


Abbildung 16: Quecksilber im JMW im Vergleich zu den Oö. Messstellen 2023

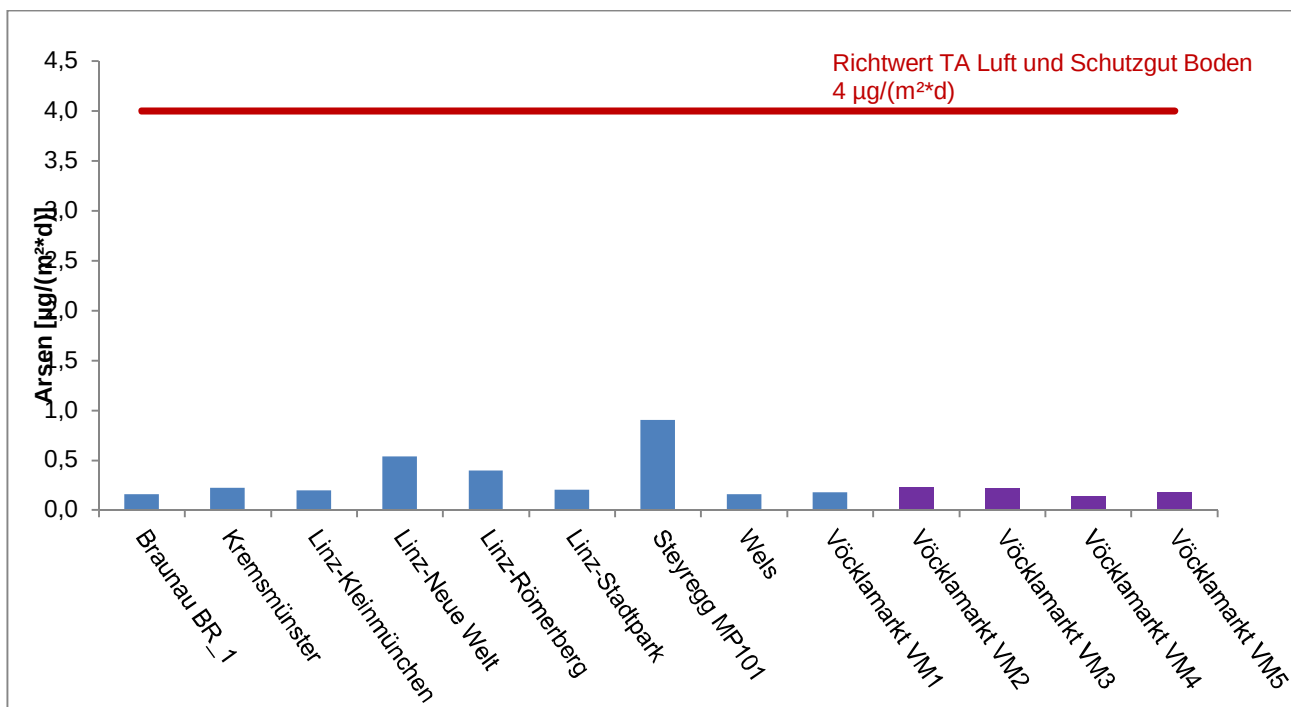


Abbildung 17: Arsen im JMW im Vergleich zu den Oö. Messstellen 2023

6. Trends der Jahresmittelwerte von 2006 bis 2023

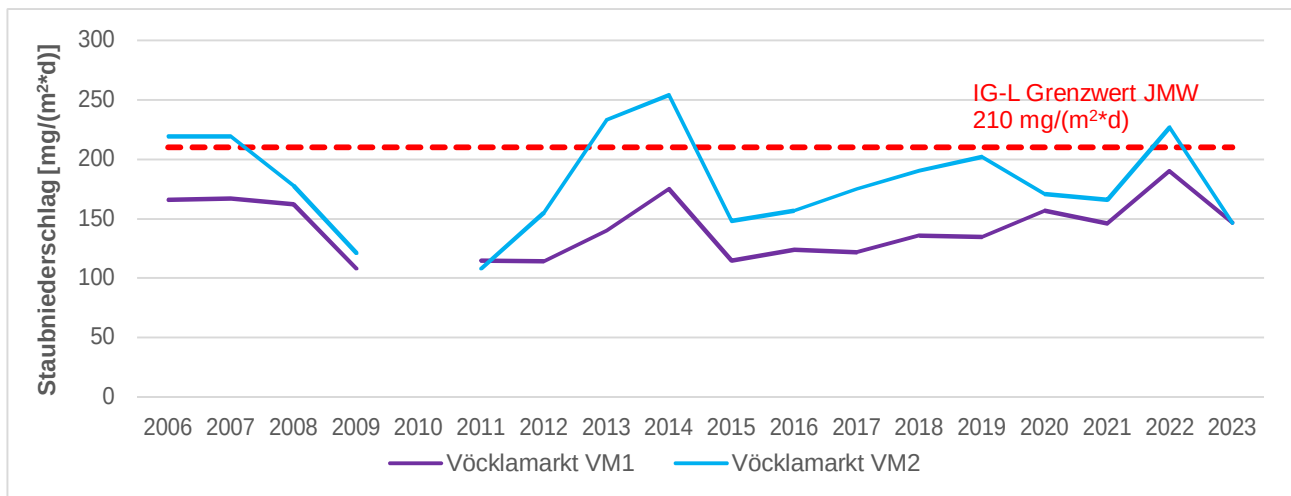


Abbildung 18: Staubniederschlag im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

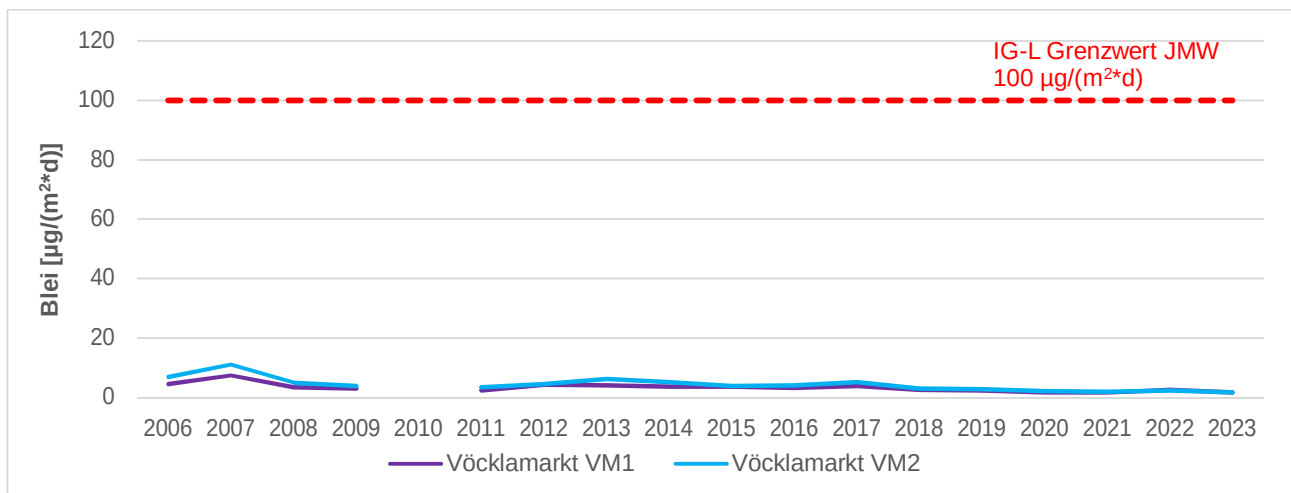


Abbildung 19: Blei im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

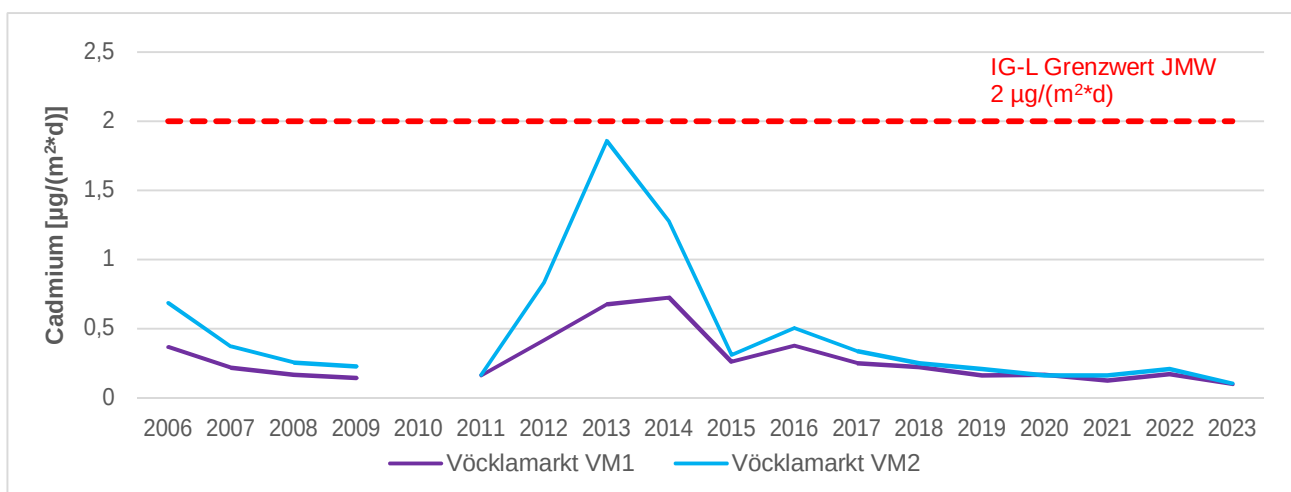


Abbildung 20: Cadmium im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

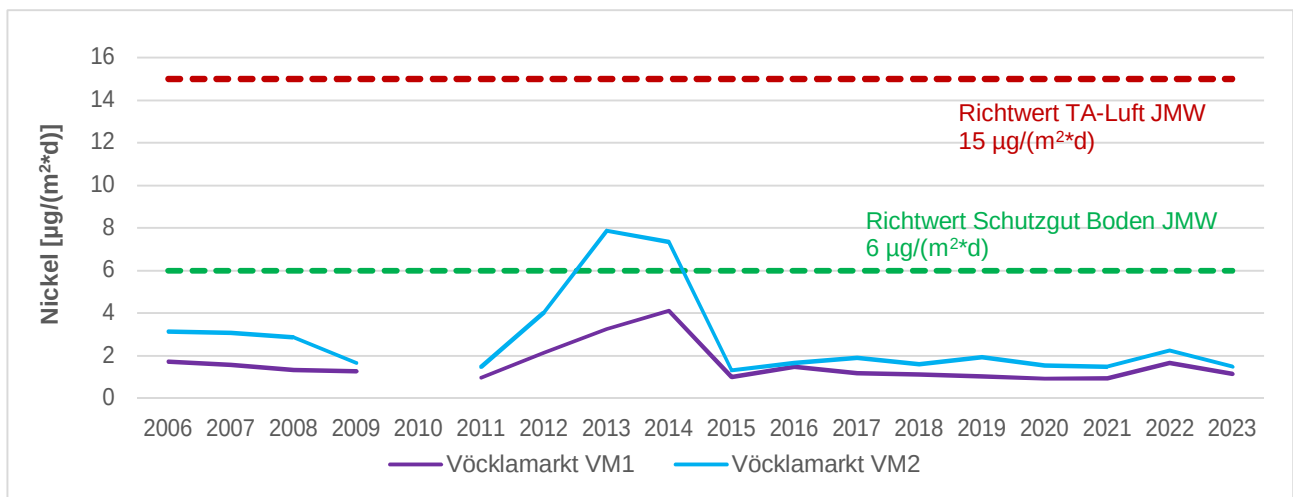


Abbildung 21: Nickel im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

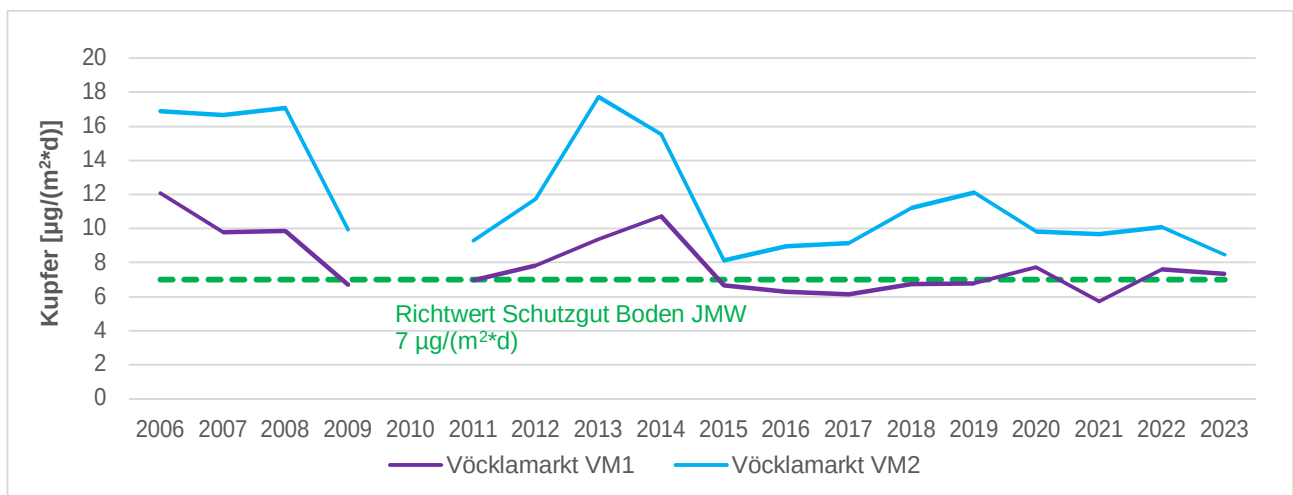


Abbildung 22: Kupfer im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

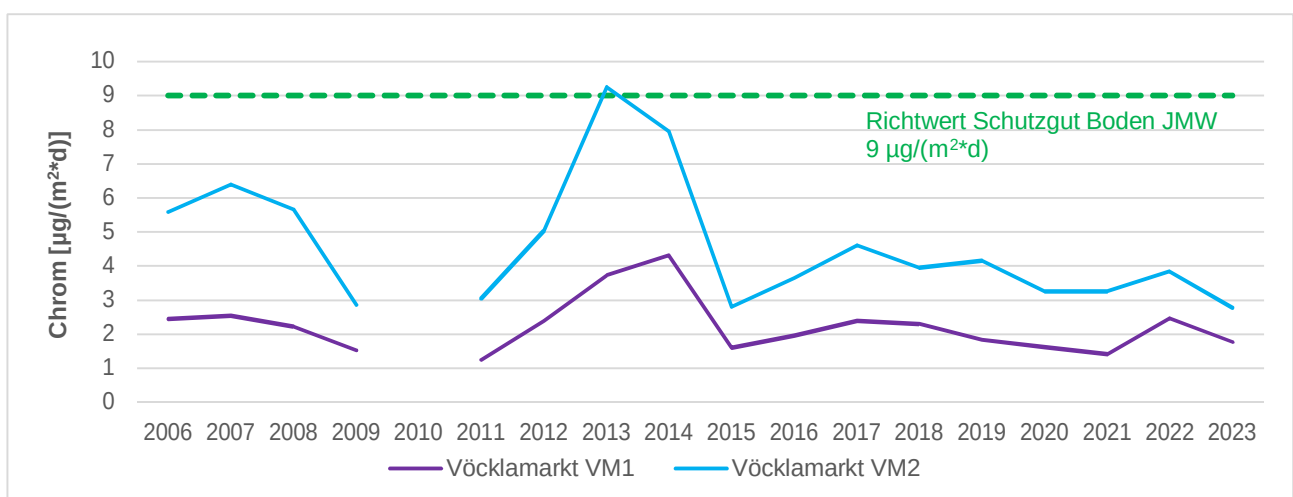


Abbildung 23: Chrom im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

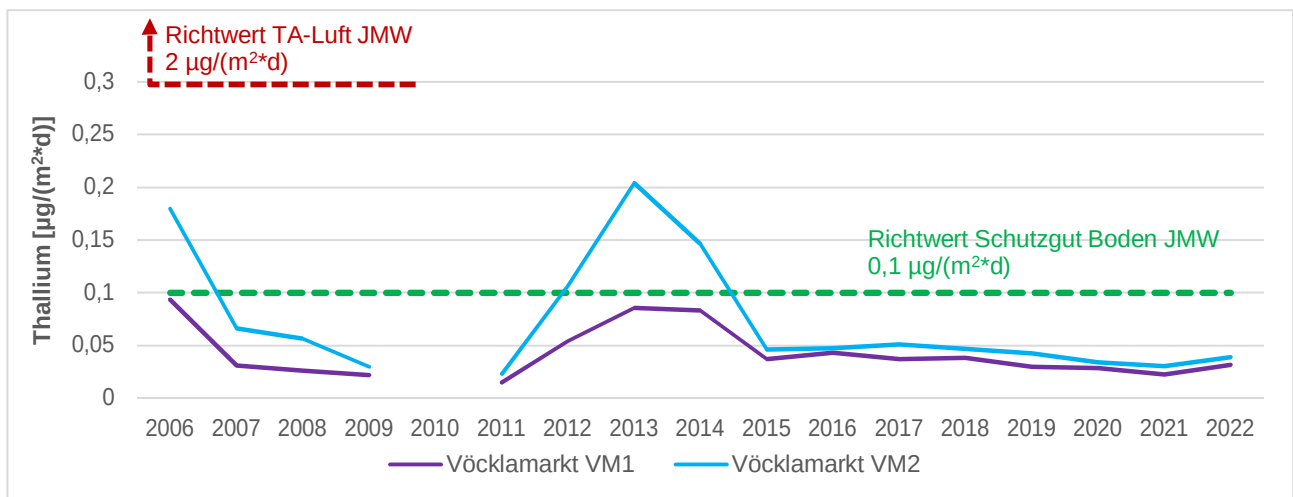


Abbildung 24: Thallium im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

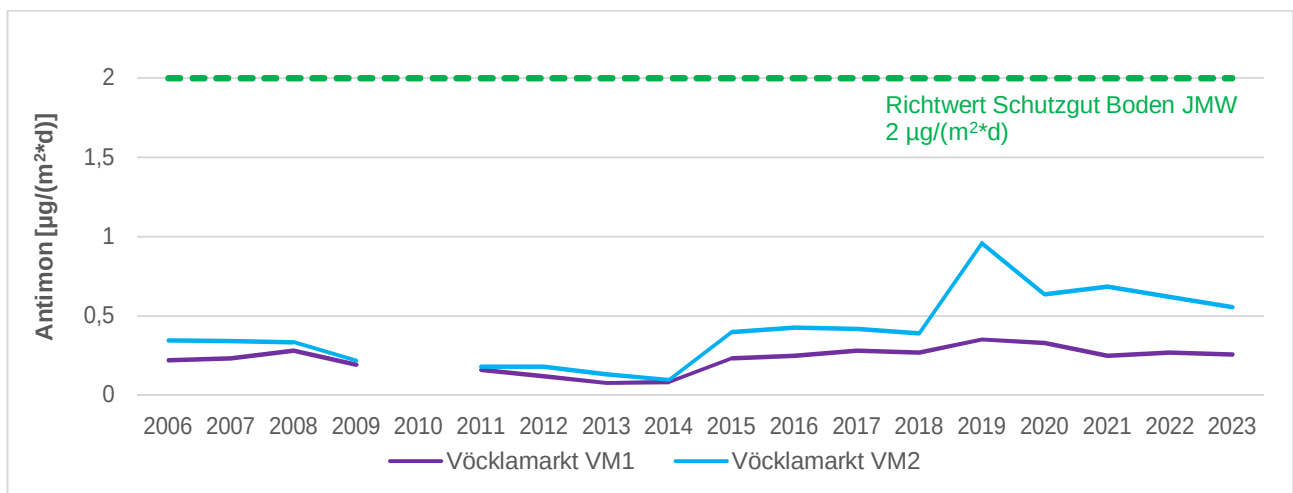


Abbildung 25: Antimon im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

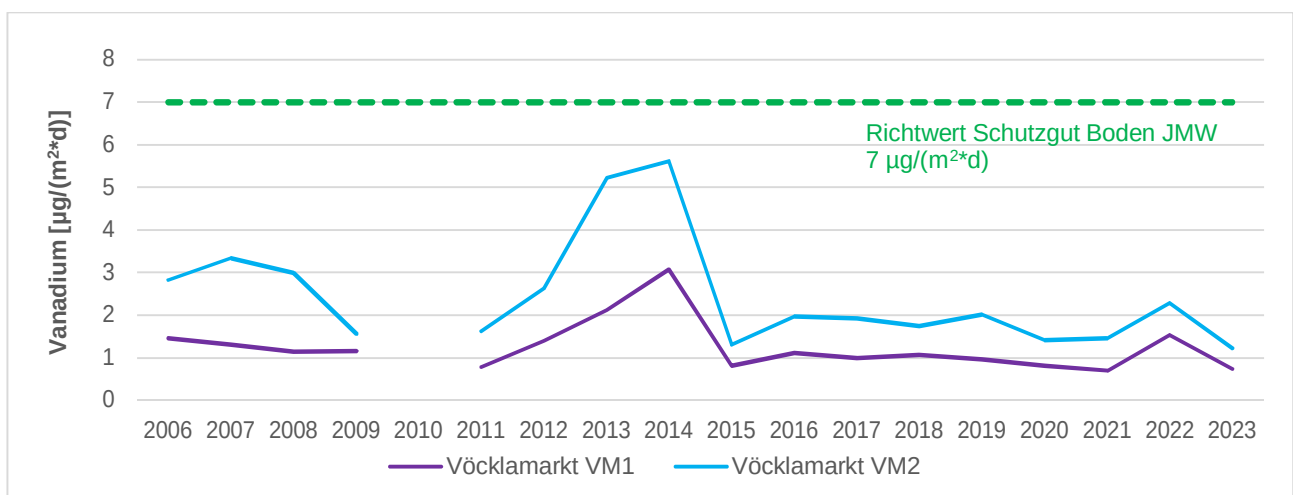


Abbildung 26: Vanadium im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

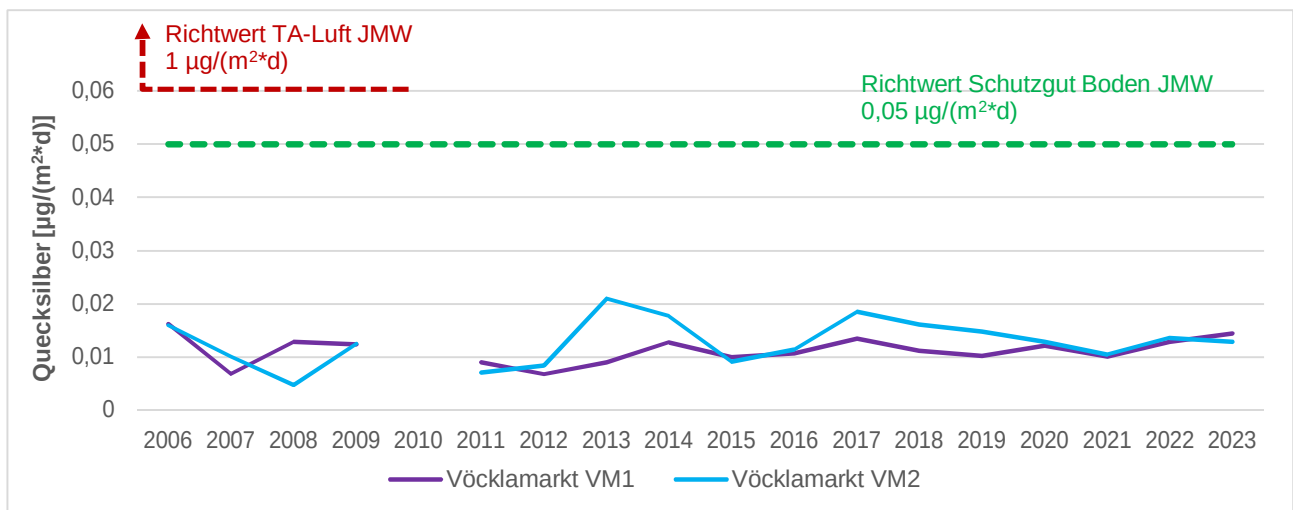


Abbildung 27: Quecksilber im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

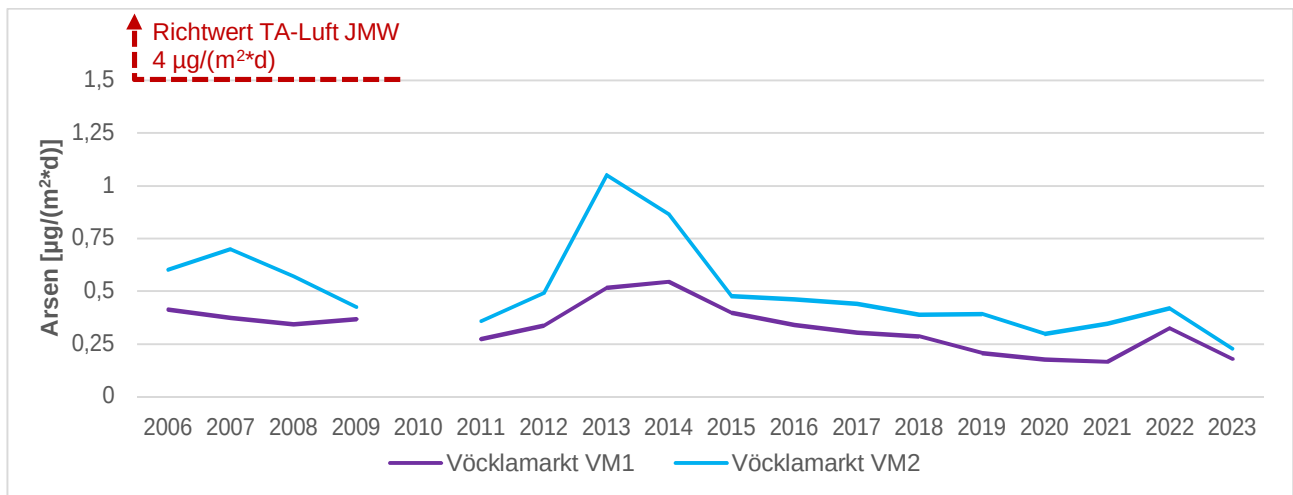


Abbildung 28: Arsen im JMW im Jahrestrend 2006 – 2009 und 2011 – 2023

7. Literatur

- [1] Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz-Luft, IG-L), BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.g.F.
- [2] Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Messkonzept zum Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L-Messkonzeptverordnung 2012 – IG-L-MKV 2012) BGBl. II Nr. 127/2012 i.d.g.F.
- [3] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Deutschland), (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft), 18. August 2021
- [4] Kühling W./Reters H.-J.; Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen. Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge (Schutzgut Boden); 1994
- [5] Staubniederschlag und Schwermetalle in Oberösterreich, Jahresberichte 2010 bis 2023; Hrsg. Umwelt Prüf- und Überwachungsstelle des Landes OÖ
- [6] VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2, Messungen atmosphärischer Depositionen - Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode, Jänner 2012
- [7] EN 15841: Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei und Nickel in atmosphärischer Deposition, November 2009