



Hintergrundwerte der atmosphärischen Deposition

Jahresmittelwerte 2004 – 2023

Stand: 02/2025

Der Eintrag von Metallen in unsere Ökosysteme als trockener Staub oder über die Niederschläge wird am LfU nach dem Bergerhoff-Verfahren bestimmt.

Hierzu wird im Freiland ein Kunststoffbecher aufgestellt, der die Staubbiederschläge (= Staubdeposition) sammelt. Die Bergerhoff-Sammler zur Erfassung der Hintergrundbelastung in Bayern sind an acht Stationen installiert und werden ganzjährig im 28-Tage-Rhythmus beprobt. Anschließend werden die Proben im Labor eingedampft und die festen Partikelrückstände auf eine Reihe von Elementen untersucht.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt als Zeitreihe der Jahresmittelwerte für den ländlichen Hintergrund, für eine verkehrsbelastete städtische Station sowie für eine städtische Hintergrundstation.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Standorte des immissionsökologischen Messnetzes	4
Abb. 2:	Jahresmittelwerte der Aluminium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	7
Abb. 3:	Jahresmittelwerte der Antimon-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	7
Abb. 4:	Jahresmittelwerte der Arsen-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Immissionswert für Arsen im Staubniederschlag nach TA Luft: 4 µg/m ² d.	8
Abb. 5:	Jahresmittelwerte der Barium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	8
Abb. 6:	Jahresmittelwerte der Bismut-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	9
Abb. 7:	Jahresmittelwerte der Blei-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Immissionswert für Bleideposition nach TA Luft: 100 µg/m ² d; zulässige Fracht nach BBodSchV: 110 µg/m ² d.	9
Abb. 8:	Jahresmittelwerte der Cadmium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Immissionswert für Cadmiumdeposition nach TA Luft: 2 µg/m ² d; zulässige Fracht nach BBodSchV: 1,6 µg/m ² d.	10
Abb. 9:	Jahresmittelwerte der Cer-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	10
Abb. 10:	Jahresmittelwerte der Chrom-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Zulässige Fracht nach BBodSchV: 82 µg/m ² d.	11
Abb. 11:	Jahresmittelwerte der Eisen-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	11
Abb. 12:	Jahresmittelwerte der Kobalt-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	12
Abb. 13:	Jahresmittelwerte der Kupfer-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Zulässige Fracht nach BBodSchV: 99 µg/m ² d.	12
Abb. 14:	Jahresmittelwerte der Lanthan-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	13
Abb. 15:	Jahresmittelwerte der Mangan-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	13
Abb. 16:	Jahresmittelwerte der Molybdän-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	14
Abb. 17:	Jahresmittelwerte der Nickel-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Immissionswert für Nickeldeposition nach TA Luft: 15 µg/m ² d; zulässige Fracht nach BBodSchV: 27,4 µg/m ² d..	14
Abb. 18:	Jahresmittelwerte der Niob-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	15
Abb. 19:	Jahresmittelwerte der Thallium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Immissionswert für Thallium im Staubniederschlag nach TA Luft: 2 µg/m ² d.	15
Abb. 20:	Jahresmittelwerte der Vanadium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	16
Abb. 21:	Jahresmittelwerte der Zink-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Zulässige Fracht nach BBodSchV: 329 µg/m ² d.	16
Abb. 22:	Jahresmittelwerte der Zinn-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.	17
Abb. 23:	Jahresmittelwerte Gesamstaubniederschlag im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Immissionswert für Staubniederschlag zum Schutz vor Belästigungen oder erheblichen Nachteilen nach TA Luft: 350 mg/m ² d.	17

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Jahresmittelwerte der Deposition im ländlichen Hintergrund [µg/m ² d] 2004 – 2023 (MW Land = Jahresmittelwert der ländlichen geprägten DBS, Stabw = Standardabweichung, MUC / ANS = München (bis 2013) und Ansbach (ab 2017), AUG = Augsburg, BID = Bidingen, EIN = Eining, GRA = Grassau, KUL = Kulmbach, NES = Neusling, MOE = Möhrendorf, OSH = Oberschleißheim, SCY = Scheyern, SYL = Sylvensteinspeicher, WBB = Weibersbrunn)	18
---------	---	----

Hinweise zu Probenahme, Analytik, Berechnung und Darstellung

Probenahme

- Die Bestimmung des Staubniederschlags nach dem Bergerhoff-Verfahren (Auffanggefäße aus Kunststoff) erfolgt nach VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 (Berlin: Beuth 2012). Für die Messung wurden bis 2009 Schraubdeckelgefäße, anschließend bis 2018 Tupper-Becher und seither Lock&Lock-Becher verwendet.
- Abb. 1 zeigt die Lage der Dauerbeobachtungsstationen (DBS) an denen das Bergerhoff-Verfahren durchgeführt wird, sowie ggf. das Jahr der Aufnahme ins Messnetz bzw. der Deaktivierung einer DBS. Die Staubniederschlagsmessung findet an den ländlichen DBS, einer städtischen Hintergrundstation (Augsburg) und an einer verkehrsbelasteten städtischen Station (München, Ansbach) statt. Eine Beschreibung der aktiven Stationen findet sich unter [Stationen des immissionsökologischen Messnetzes - LfU Bayern](#).

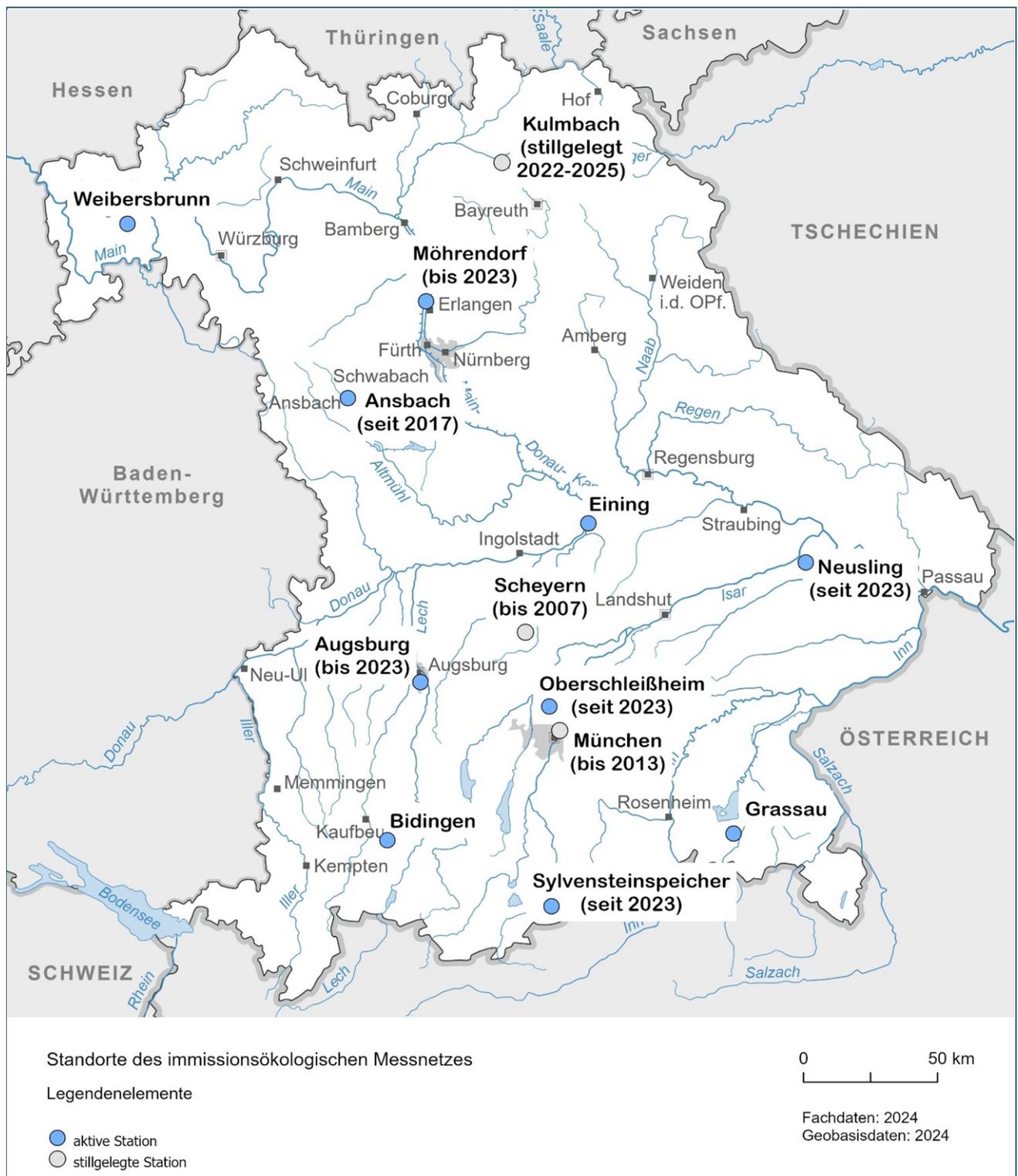


Abb. 1: Standorte des immissionsökologischen Messnetzes

Analytik

- Quecksilber im Staubbiederschlag wurde wegen der hohen Flüchtigkeit nicht bestimmt.
- Probenaufbereitung, Aufschluss und Analytik seit Februar 2011: Zur Bestimmung von Staubmenge und Staubinhaltsstoffen des Staubbiederschlags wird das in DIN EN 15841 beschriebene Verfahren verwendet. Hierbei wird der Inhalt der Sammelgefäße im Trockenschrank eingengt, anschließend durch ein Sieb aus Polyamid in tarierte Bechergläser aus Quarzglas überführt und eingedampft. Durch Differenzwägung wird die Staubmenge bestimmt. Der Rückstand wird mit 1% HNO₃ in Aufschlussgefäße aus Quarzglas überführt und

nach Zugabe von 10 ml Salpetersäure und 1 ml Salzsäure in einem Mikrowellendruckaufschlussautomaten (bis Okt. 2014: SP-D, Fa. CEM; ab Nov. 2014: Multiwave GO, Fa. Anton Paar) bei 200°C aufgeschlossen. Nach Überführen in ein Zentrifugenröhrchen und Verdünnung der Aufschlusslösung unter Zugabe von Rhodium und Lutetium als internem Standard erfolgt die Bestimmung der Elementgehalte mittels Massenspektrometrie (ICP-MS, inductively coupled plasma – mass spectrometry) gemäß DIN EN ISO 17294. Die verwendeten ICP-MS-Geräte (bis Juli 2018: Agilent 7500 cx; ab Aug. 2018: Agilent 7800) sind mit heliumbetriebenen Kollisionszellen zur Minimierung polyatomarer Interferenzen ausgestattet. Die Kalibration erfolgte arbeitstäglich mit Hilfe von Multielementlösungen und wurde mit Hilfe von Kontrollstandards überprüft.

- Probenaufbereitung, Aufschluss und Analytik bis Jan. 2011: Zur Bestimmung von Staubmenge und Staubinhaltsstoffen des Staubniederschlags wird das in VDI 2267 Blatt 15 Variante C beschriebene Verfahren verwendet. Hierbei wird der Inhalt der Sammelgefäße durch ein Sieb aus Polyamid in tarierte Bechergläser überführt und eingedampft. Durch Differenzwägung wird die Staubmenge bestimmt. Dann werden 10 ml HNO₃ und 2 ml H₂O₂ zugegeben und im Becherglas auf dem Heizblock zur Trockene eingedampft. Der Rückstand wird mit 2 % HNO₃ aufgenommen, in ein Zentrifugenröhrchen überführt und auf 25 ml aufgefüllt. Nach Verdünnung der Aufschlusslösung erfolgt die Bestimmung der Elementgehalte mittels Massenspektrometrie (ICP-MS, inductively coupled plasma – mass spectrometry) gemäß DIN EN ISO 17294. Das verwendete ICP-MS (7500 cx, Fa. Agilent) ist mit einer heliumbetriebenen Kollisionszelle zur Minimierung polyatomarer Interferenzen ausgestattet.
- Durch die Änderung des Aufschlussverfahrens ab Februar 2011 ergeben sich für manche Elemente Änderungen in der Wiederfindung¹ (z.B. Zinn). Hier ist die Vergleichbarkeit der Jahresmittelwerte gegenüber den Vorjahren nur bedingt möglich. Bei den betroffenen Elementen findet sich ein Hinweis in der Grafik.
- Wegen analytischer Unsicherheiten können für Chrom und Nickel keine Jahresmittelwerte für 2011 angegeben werden.

Berechnung und Darstellung

- Werte unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze werden mit der halben Bestimmungsgrenze angesetzt.
- Als Ausreißer für die ländlich geprägten DBS werden Werte identifiziert, die größer sind als der Jahresmittelwert plus die zweifache Standardabweichung des logarithmierten Datensatzes. Identifizierte Ausreißer werden expertengestützt plausibilisiert und seit ca. 2020 nur aus dem Datensatz entfernt, wenn zu vermuten ist, dass sie nicht flächenrepräsentativ sind. Die Ermittlung der Ausreißer für die städtischen Stationen erfolgt expertengestützt. So führen einzelne Ereignisse¹ wie z.B. die Saharastaubeinträge² im März 2022 für einige Elemente wie z.B. Aluminium, Barium, Eisen, Kobalt, Lanthan und Vanadium zu einer deutlichen Erhöhung des Jahresmittelwerts und der zugehörigen Standardabweichung.
- Der Jahresmittelwert für Deposition von Staub und Staubinhaltsstoffe wird für jede der immissionsökologischen DBS (Abb. 1) aus den Depositionen der dreizehn 28-tägigen Expositionszeiträume berechnet. Für das erste und letzte Intervall eines Jahres, in dem meist über den Jahreswechsel gemessen wird, wird die Deposition im Messzeitraum taggenau gewichtet und zwischen Dezember und Januar aufgeteilt.
- Die arithmetischen Mittelwerte für den ländlichen Hintergrund sowie zugehörige Standardabweichungen werden jeweils aus den Jahresmittelwerten der vorwiegend ländlich geprägten DBS berechnet (Tab. 1) und für einen Messzeitraum von bis zu 20 Jahren in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Neben den Jahresmittelwerten für den ländlichen Hintergrund wird jeweils der Jahresmittelwert für die DBS Augsburg dargestellt, die sich im Bereich einer städtischen Hintergrundbelastung befindet, sowie für eine verkehrsbelastete städtische DBS.

¹ Detailliertere Informationen zu Analytik und Ursachen für mögliche Ausreißer finden sich unter <https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/auswertungen/weitere/index.htm> „Staubniederschlag und Inhaltsstoffe“

² Saharastaubeinträge dokumentiert unter https://www.dwd.de/DE/forschung/atmosphaerenbeob/zusammensetzung_atmosphaere/aerosol/inh_nav/saharastaub_node.html

Die verkehrsbelastete DBS München war bis 2013 in Betrieb und wurde 2017 durch die DBS Ansbach ersetzt. Die Jahresmittelwerte dieser beiden DBS sind in einer Datenreihe zusammengefasst. Die an der DBS Ansbach gemessenen Werte sind für einige Elemente und den Staubbiederschlag deutlich höher als die an der DBS München gemessenen Werte. Dies liegt vermutlich an den jeweiligen Charakteristika der Standorte: Die DBS München befand sich in einem Park ca. 25 m von einer vielbefahrenen Hauptstraße entfernt. Straße und Station waren durch einen mehrreihigen Gehölzstreifen getrennt. Die Bäume des Parks in unmittelbarer Nähe der Station wurden zunehmend größer und behinderten die freie Anströmbarkeit. Daher musste die Station 2013 aufgegeben werden. Die DBS Ansbach befindet sich direkt (Entfernung 2m) an einer vielbefahrenen Straßenkreuzung ([Stationsbeschreibung Dauerbeobachtungsstation Ansbach \(bayern.de\)](#)).

- Wenn signifikante Trends für die Jahresmittelwerte an den ländlichen DBS im aktuellen 10-Jahres-Zeitraum vorliegen sind sie in den Diagrammen dargestellt.
- Grenzwerte für Schadstoffdepositionen sind in der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft (Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz i. d. F. v. 24.07.2002) enthalten und sollen den Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition sicherstellen. Für die Elemente, zu denen in der TA Luft Immissionswerte vorliegen, ist der Immissionswert bei der Darstellung des jeweiligen Elements in der Abbildungsunterschrift dokumentiert.
Daneben sind ggf. die zulässigen jährlichen Frachten über alle Wirkungspfade nach BBodSchV (Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung i. d. F. v. 27.9.2017, Anhang 2, Ziffer 5) angegeben.
An allen ländlichen geprägten immissionsökologischen Dauerbeobachtungsstationen (DBS) sowie an der städtischen Hintergrundstation Augsburg sind die Immissionswerte eingehalten.

Jahresmittelwerte der atmosphärischen Deposition

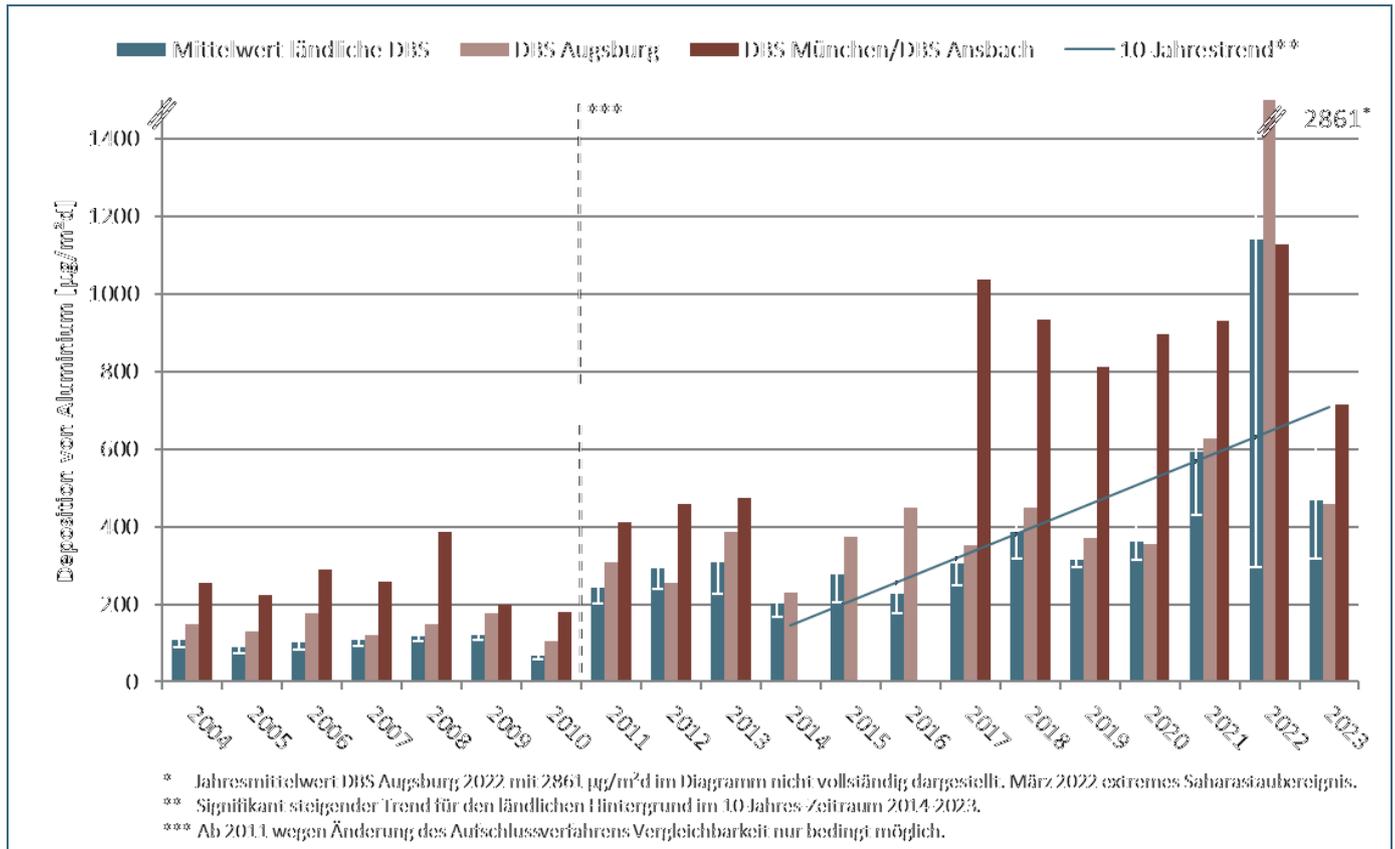


Abb. 2: Jahresmittelwerte der Aluminium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

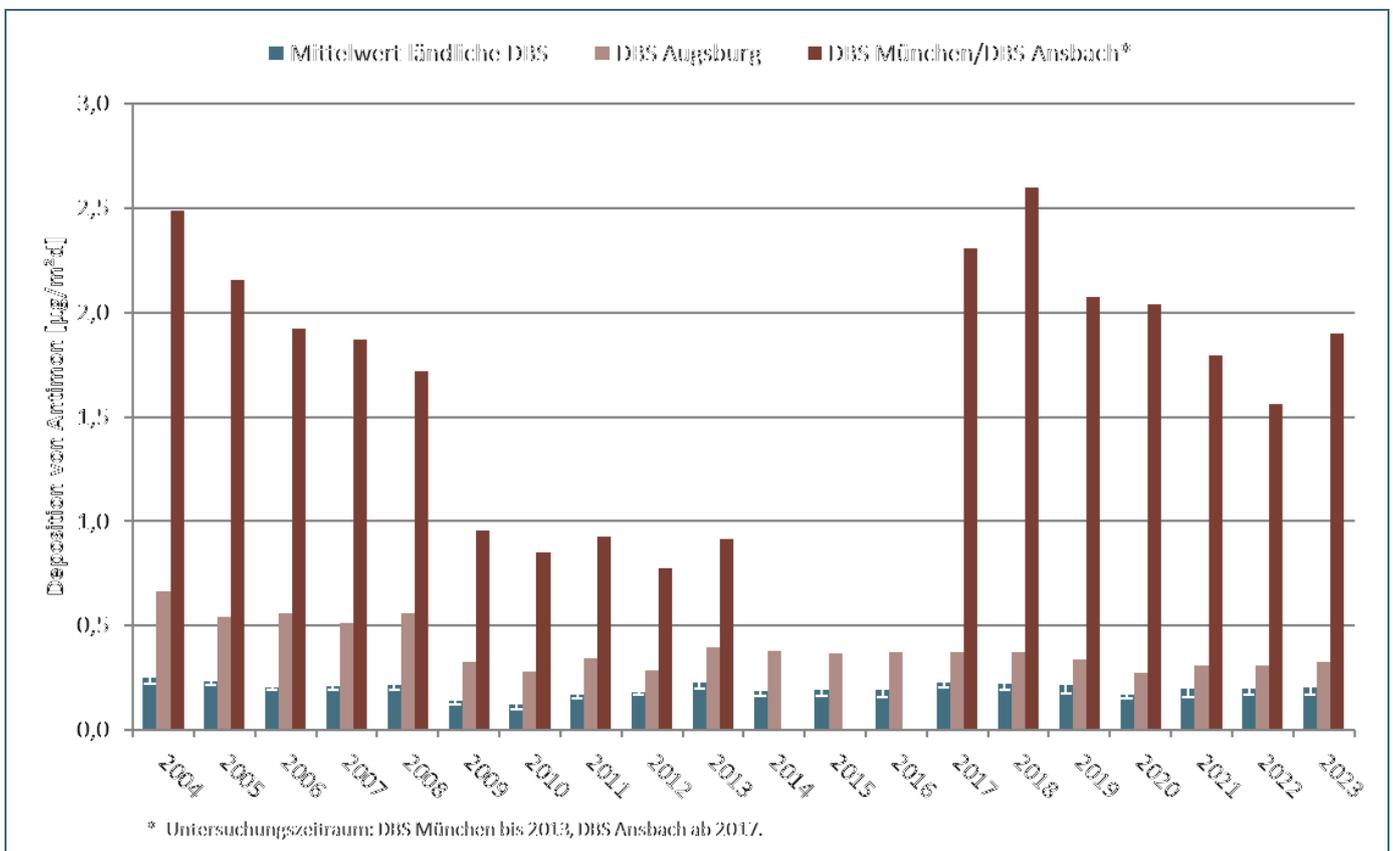


Abb. 3: Jahresmittelwerte der Antimon-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

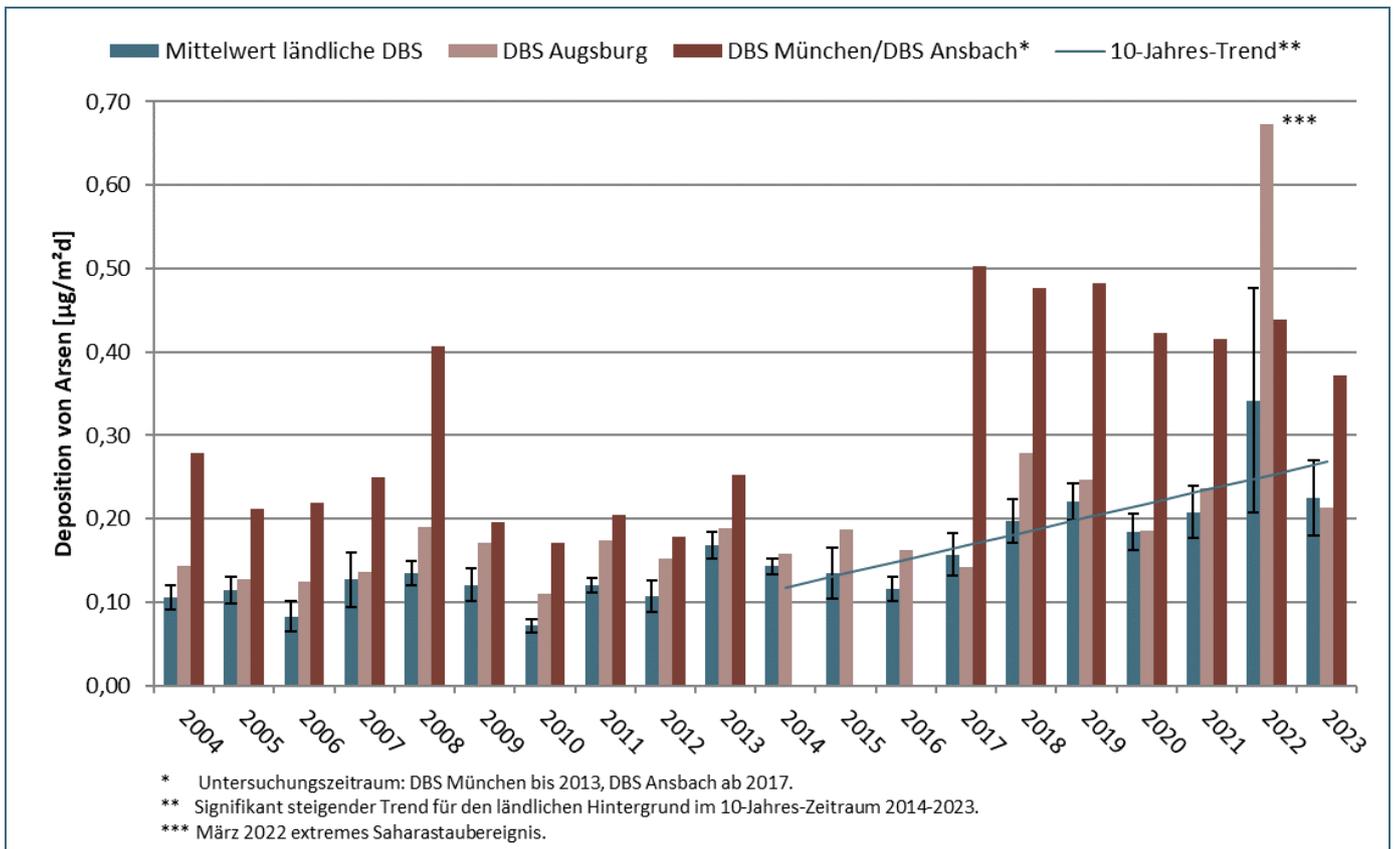


Abb. 4: Jahresmittelwerte der Arsen-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Immissionswert für Arsen im Staubbiederschlag nach TA Luft: $4 \mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$.

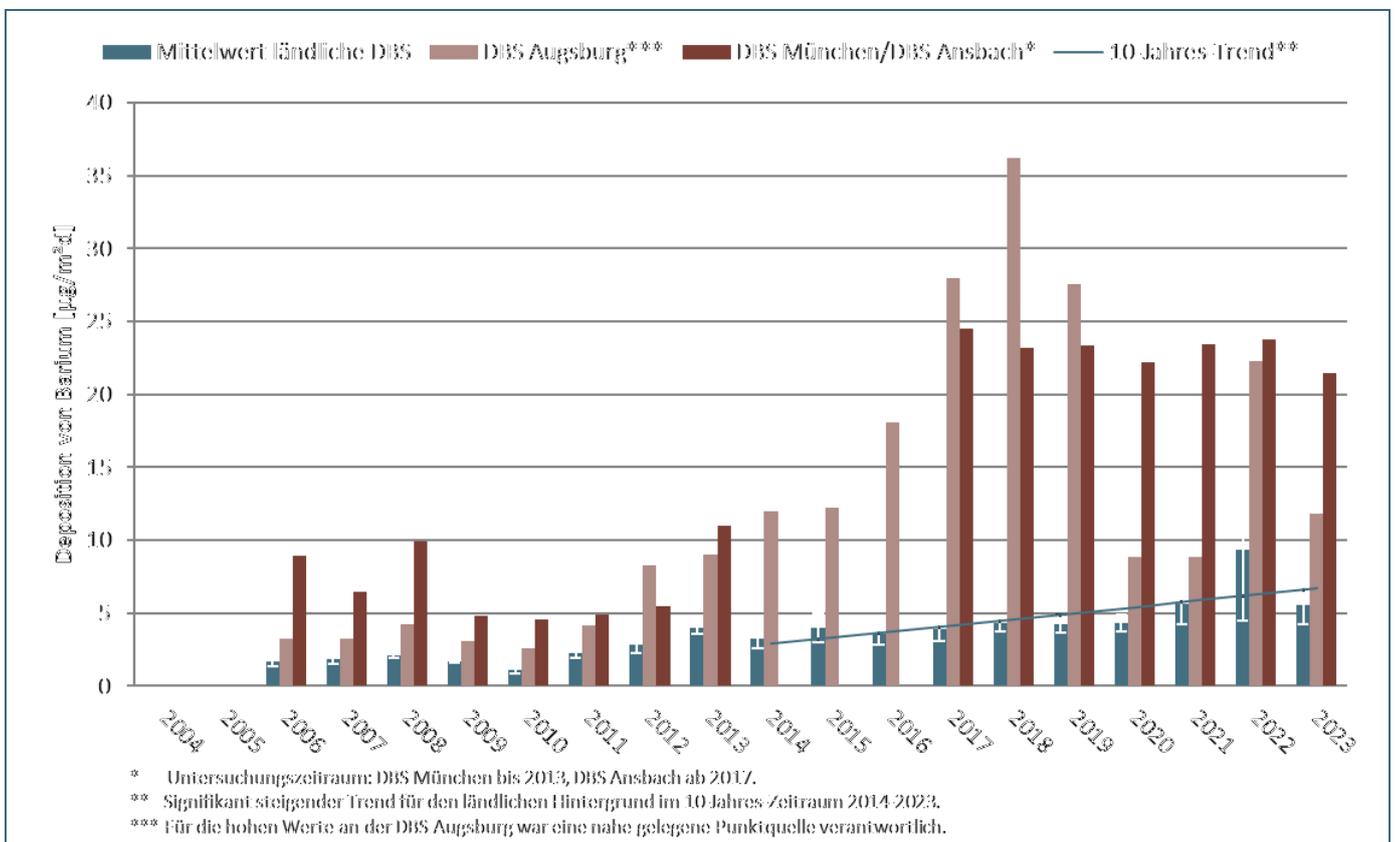


Abb. 5: Jahresmittelwerte der Barium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

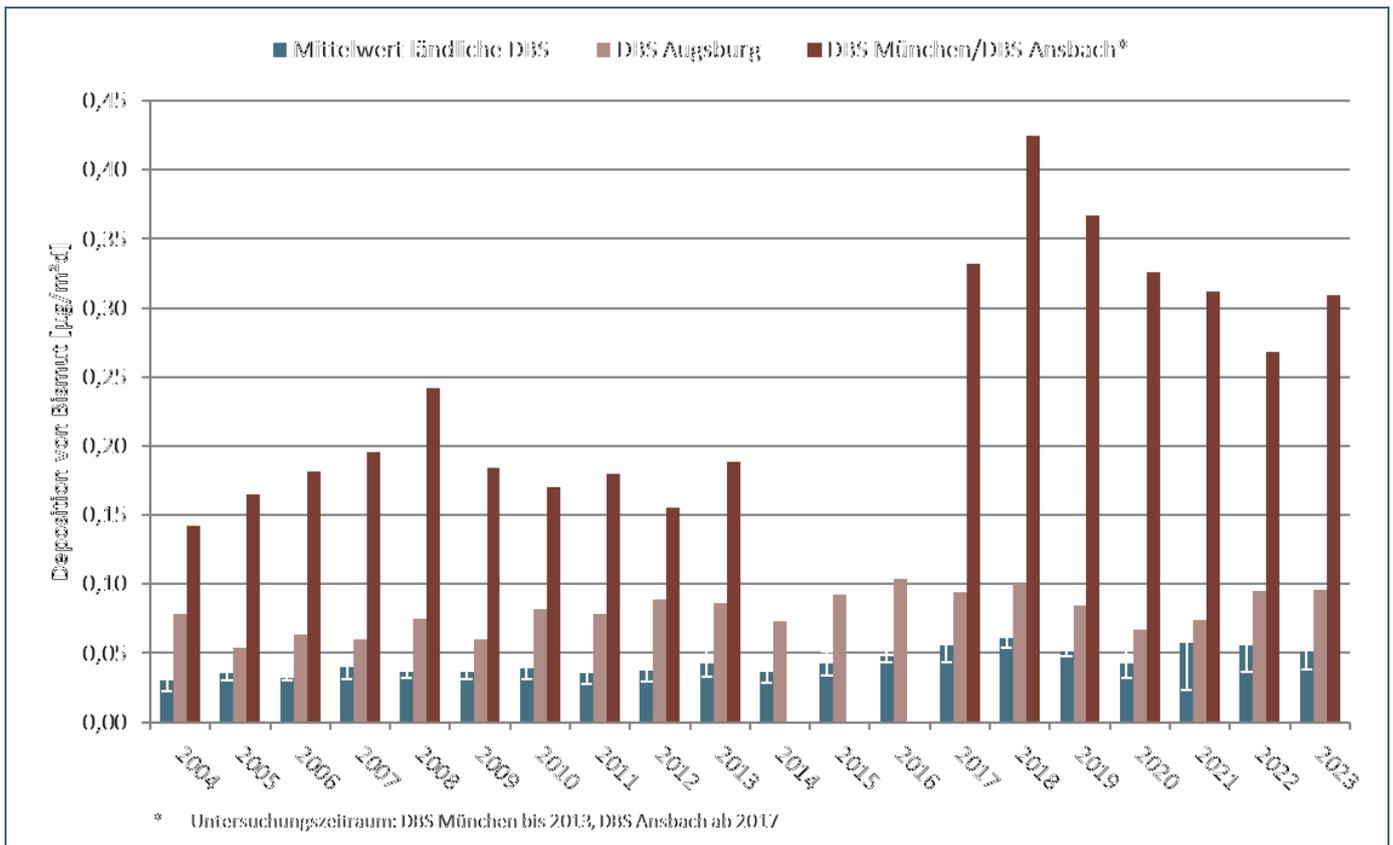


Abb. 6: Jahresmittelwerte der Bismut-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

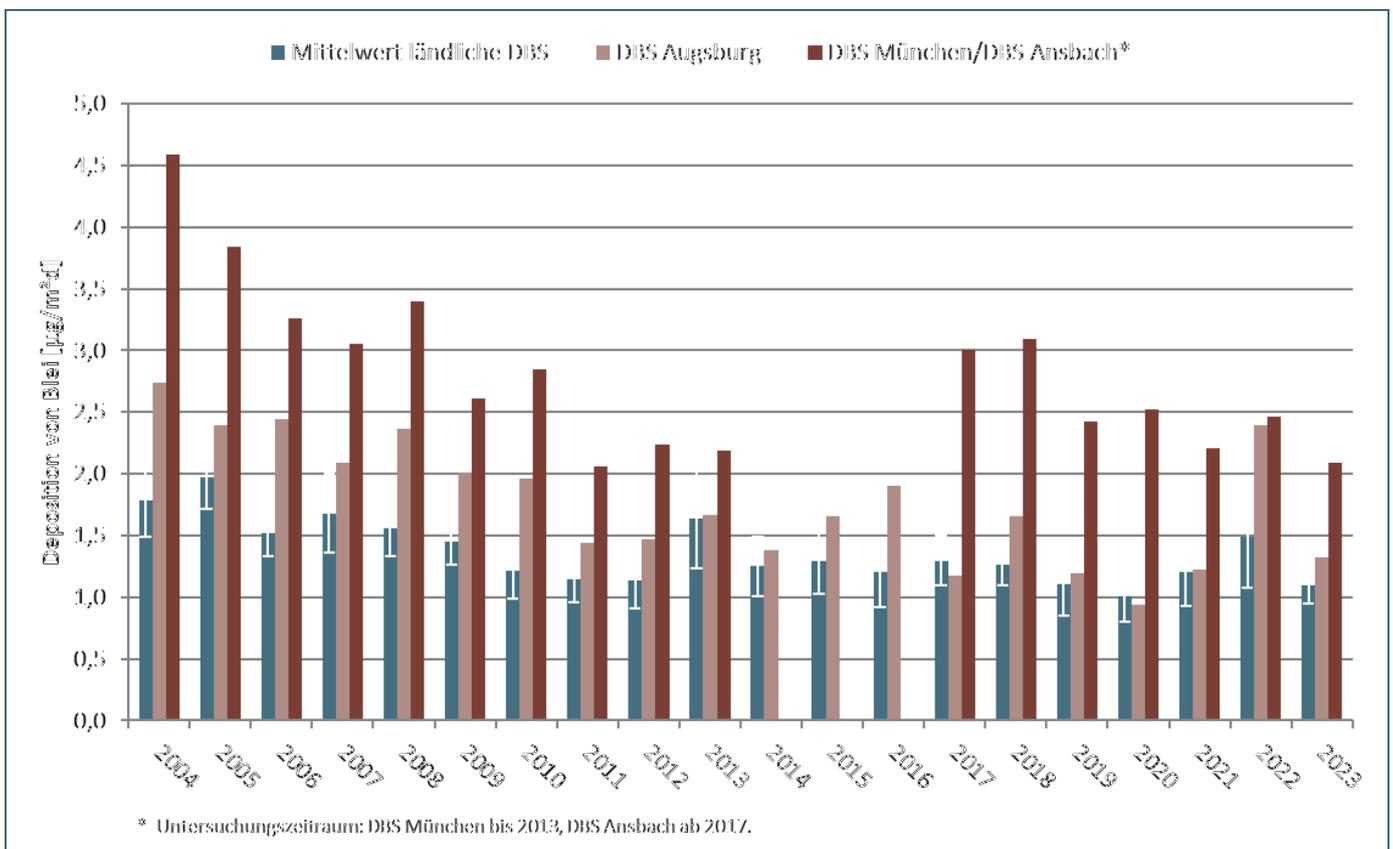


Abb. 7: Jahresmittelwerte der Blei-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.
 Immissionswert für Bleideposition nach TA Luft: 100 µg/m²d; zulässige Fracht nach BBodSchV: 110 µg/m²d.

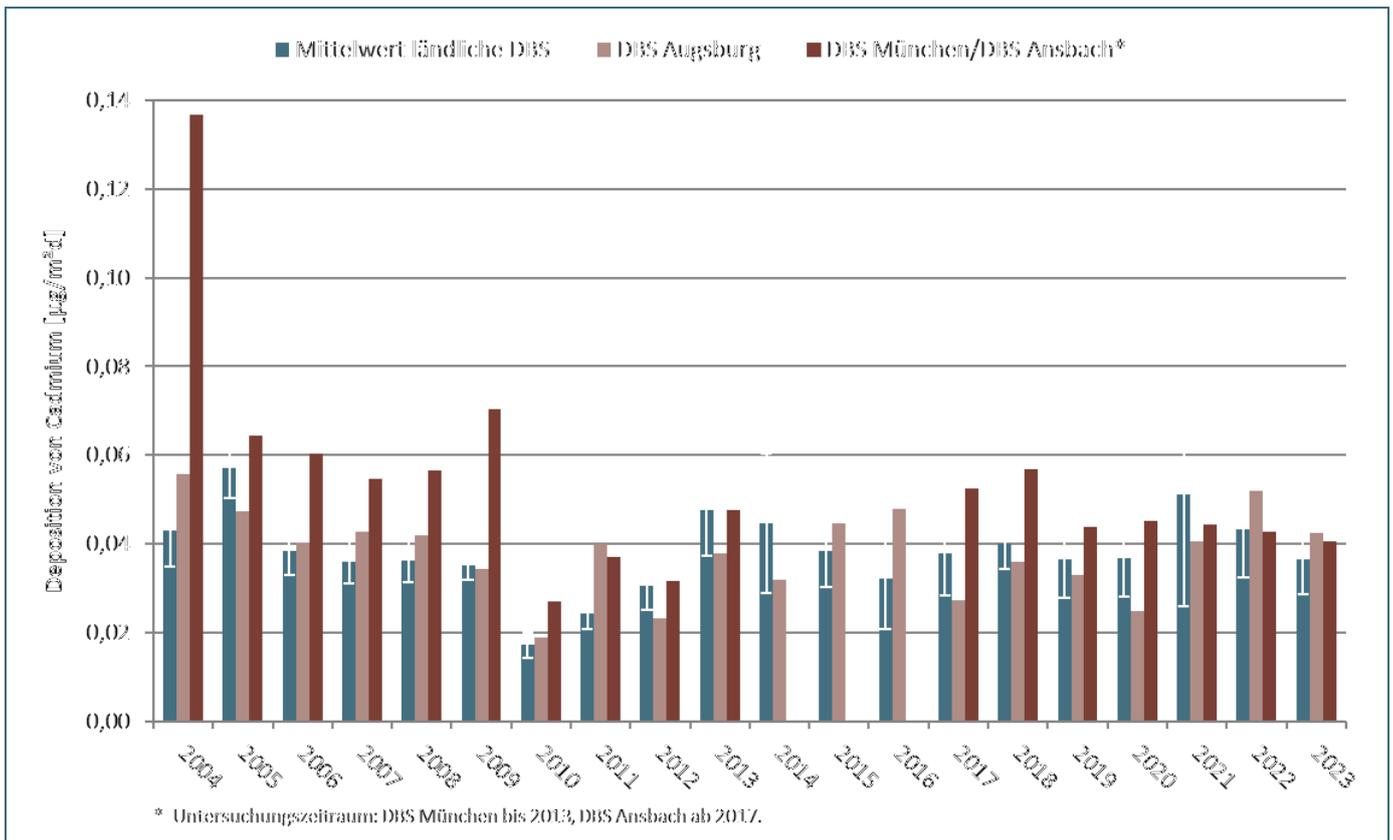


Abb. 8: Jahresmittelwerte der Cadmium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Immissionswert für Cadmiumdeposition nach TA Luft: 2 µg/m²d; zulässige Fracht nach BBodSchV: 1,6 µg/m²d.

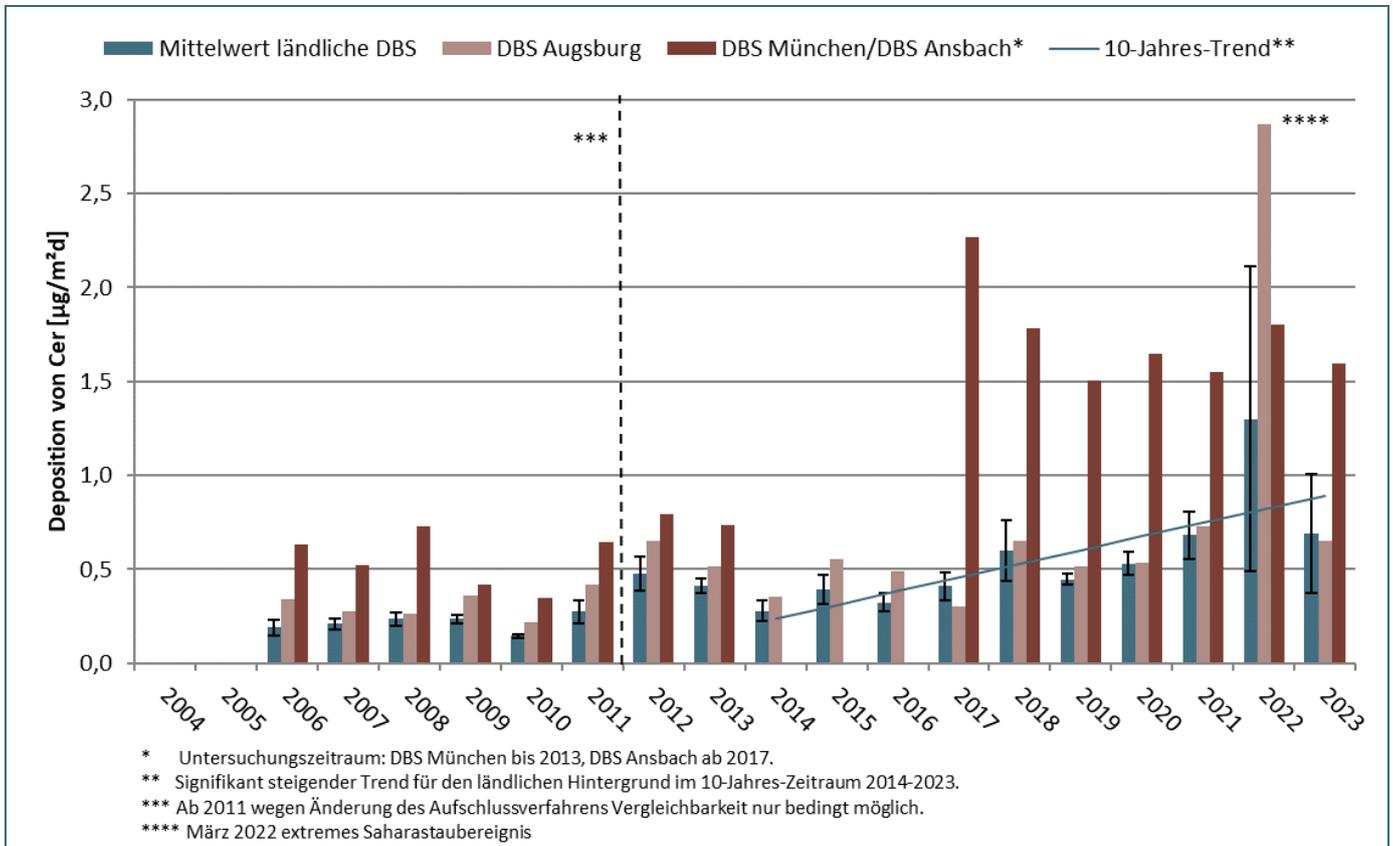


Abb. 9: Jahresmittelwerte der Cer-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

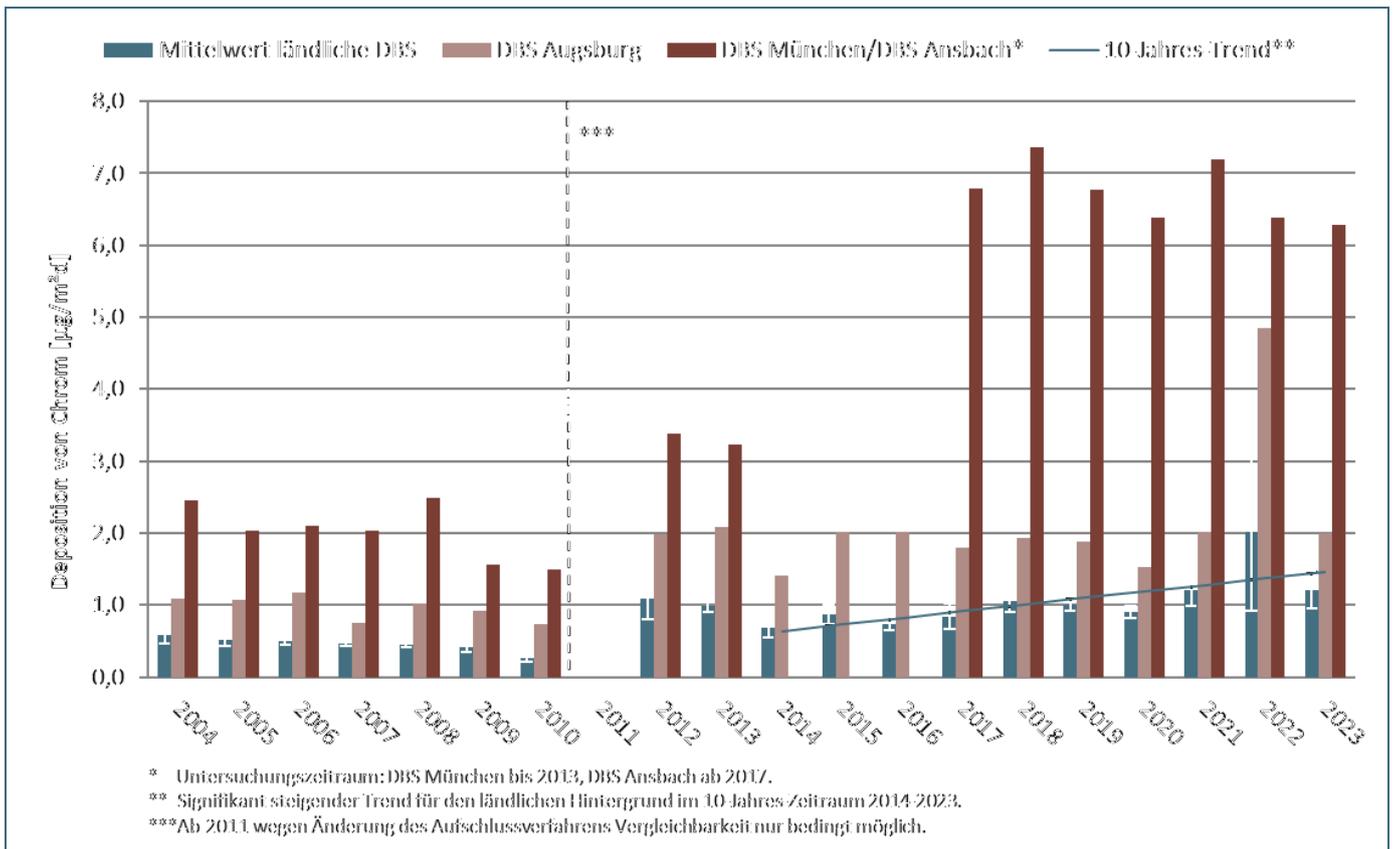


Abb. 10: Jahresmittelwerte der Chrom-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Zulässige Fracht nach BBodSchV: 82 µg/m²d.

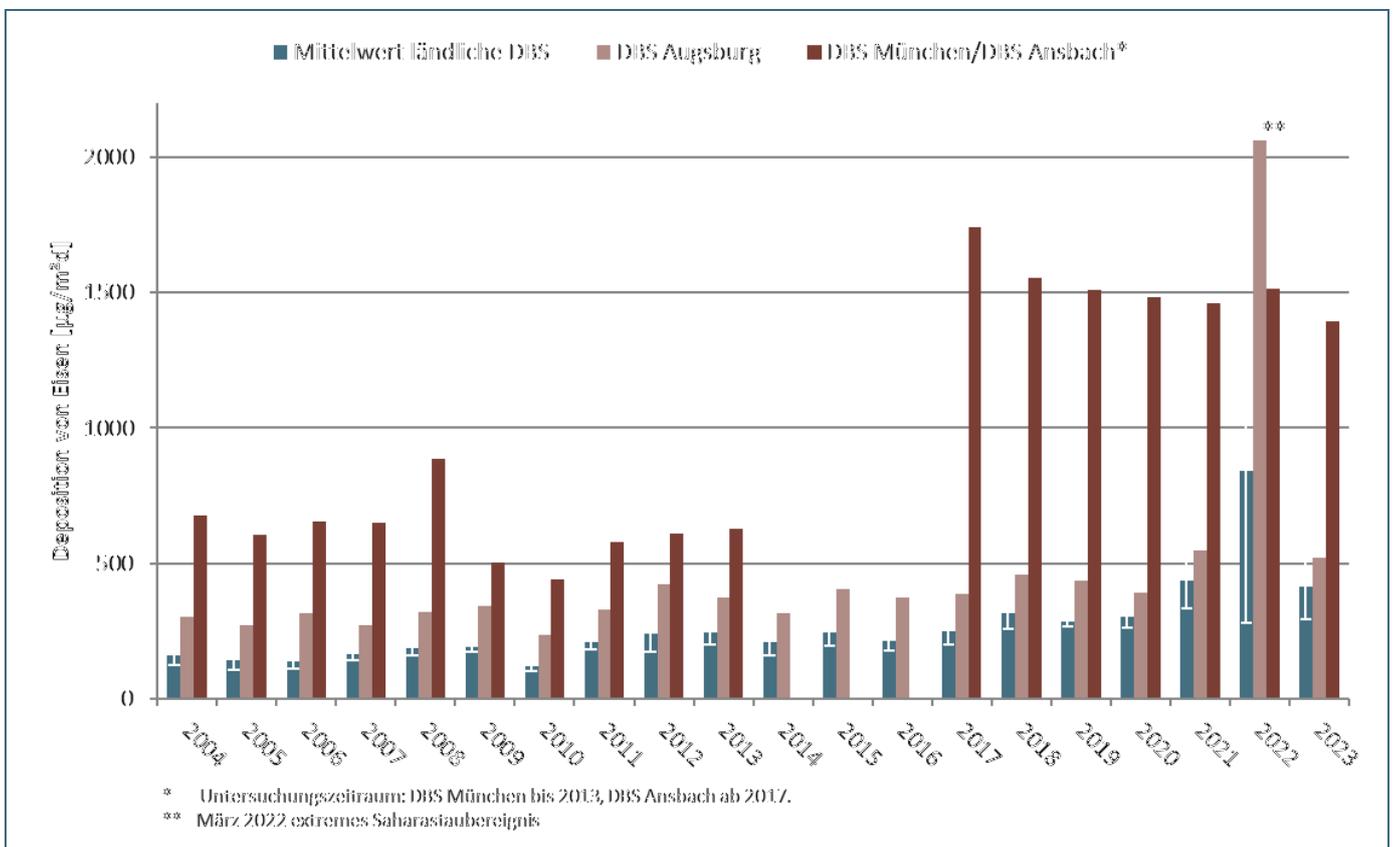


Abb. 11: Jahresmittelwerte der Eisen-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

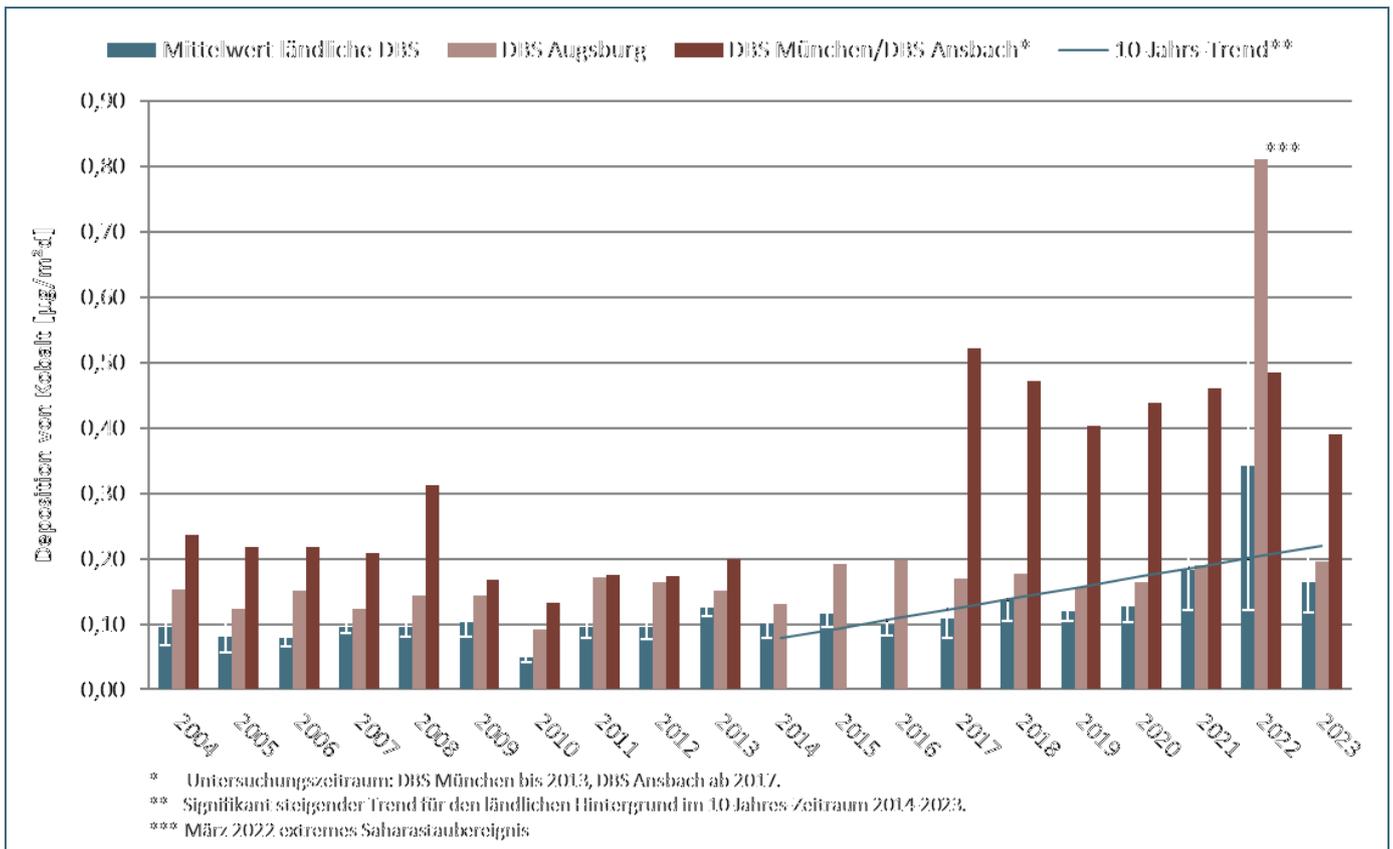


Abb. 12: Jahresmittelwerte der Kobalt-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

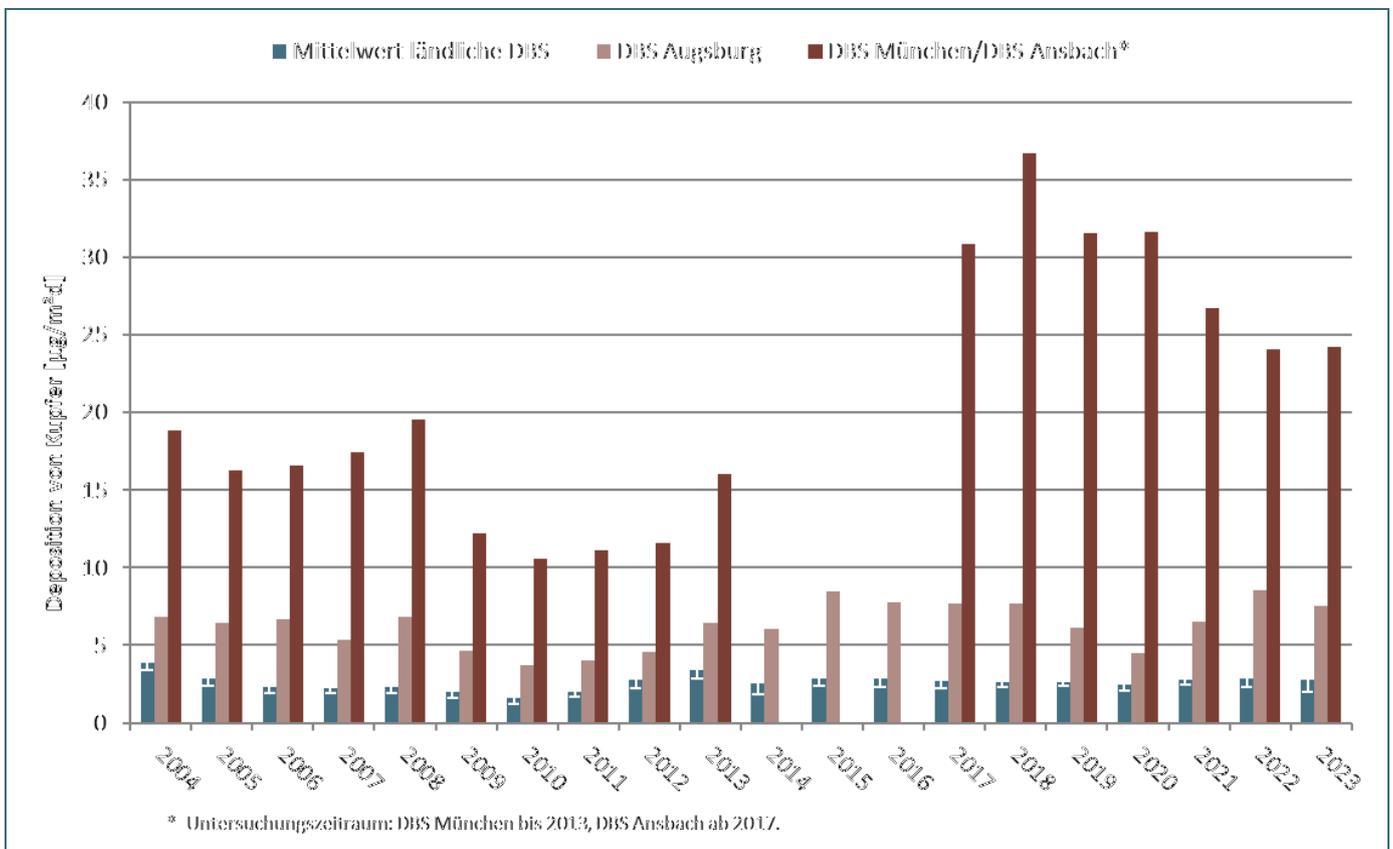


Abb. 13: Jahresmittelwerte der Kupfer-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.
 Zulässige Fracht nach BBodSchV: 99 µg/m²d.

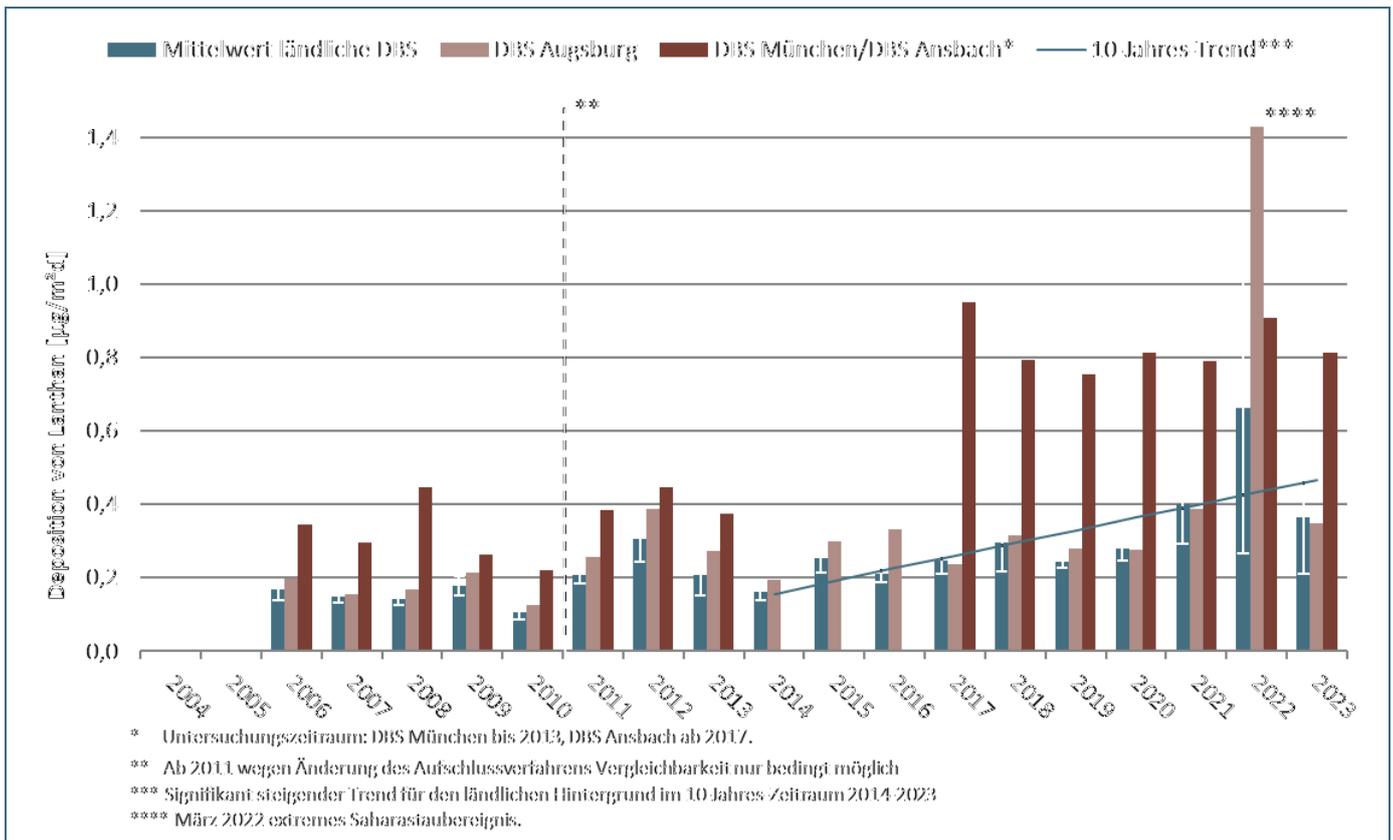


Abb. 14: Jahresmittelwerte der Lanthan-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

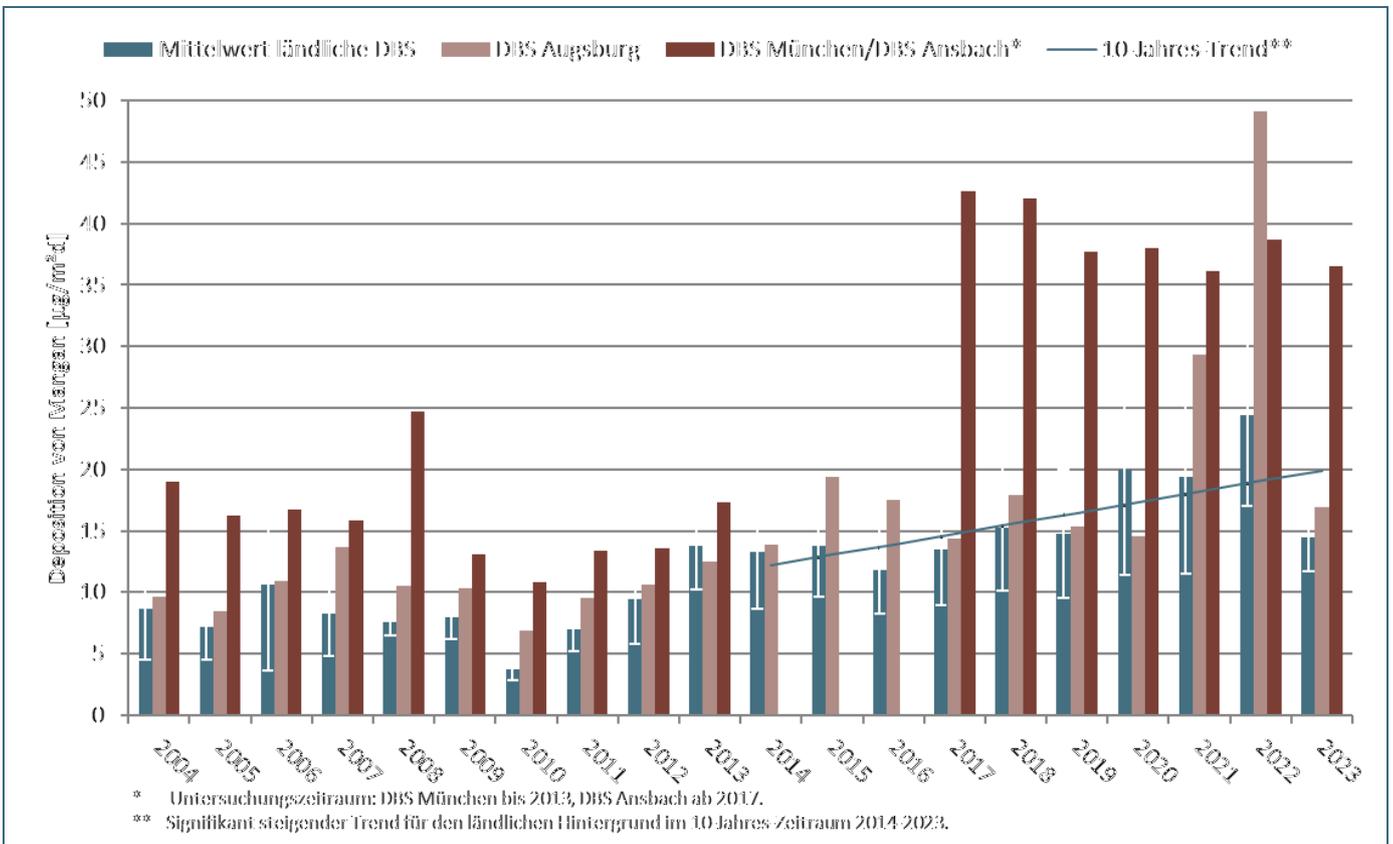


Abb. 15: Jahresmittelwerte der Mangan-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

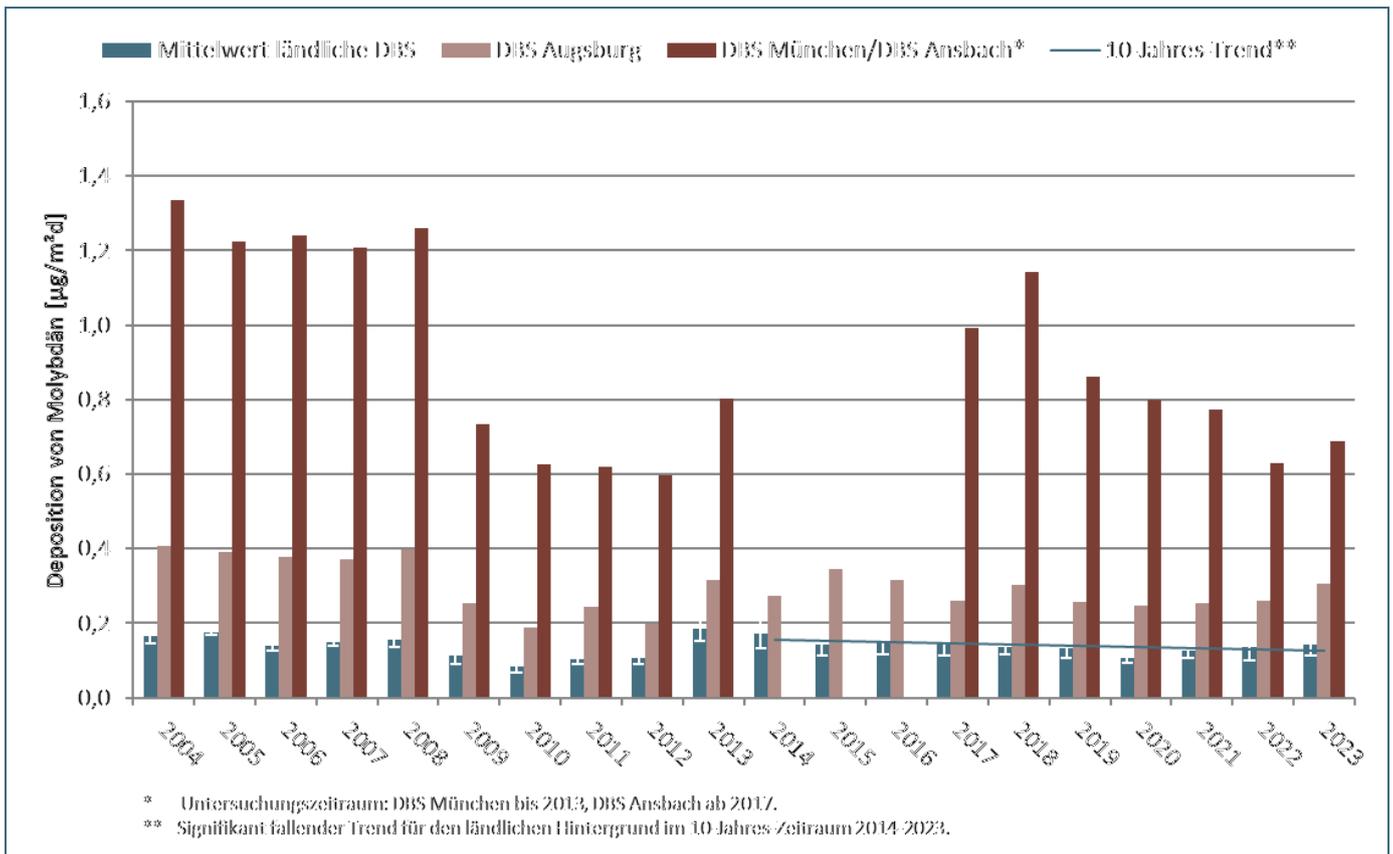


Abb. 16: Jahresmittelwerte der Molybdän-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

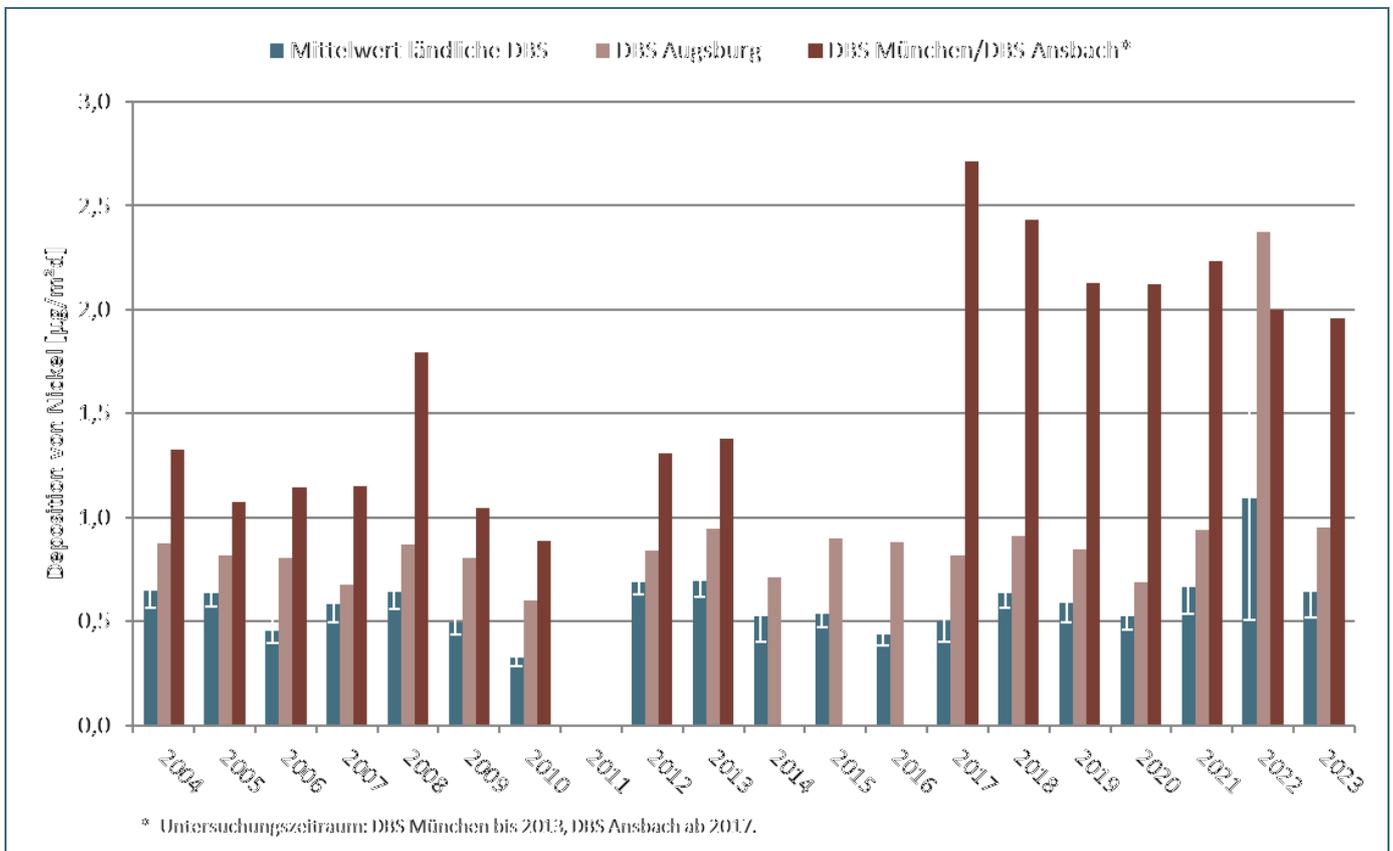


Abb. 17: Jahresmittelwerte der Nickel-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.
 Immissionswert für Nickeldeposition nach TA Luft: 15 µg/m²d; zulässige Fracht nach BBodSchV: 27,4 µg/m²d..

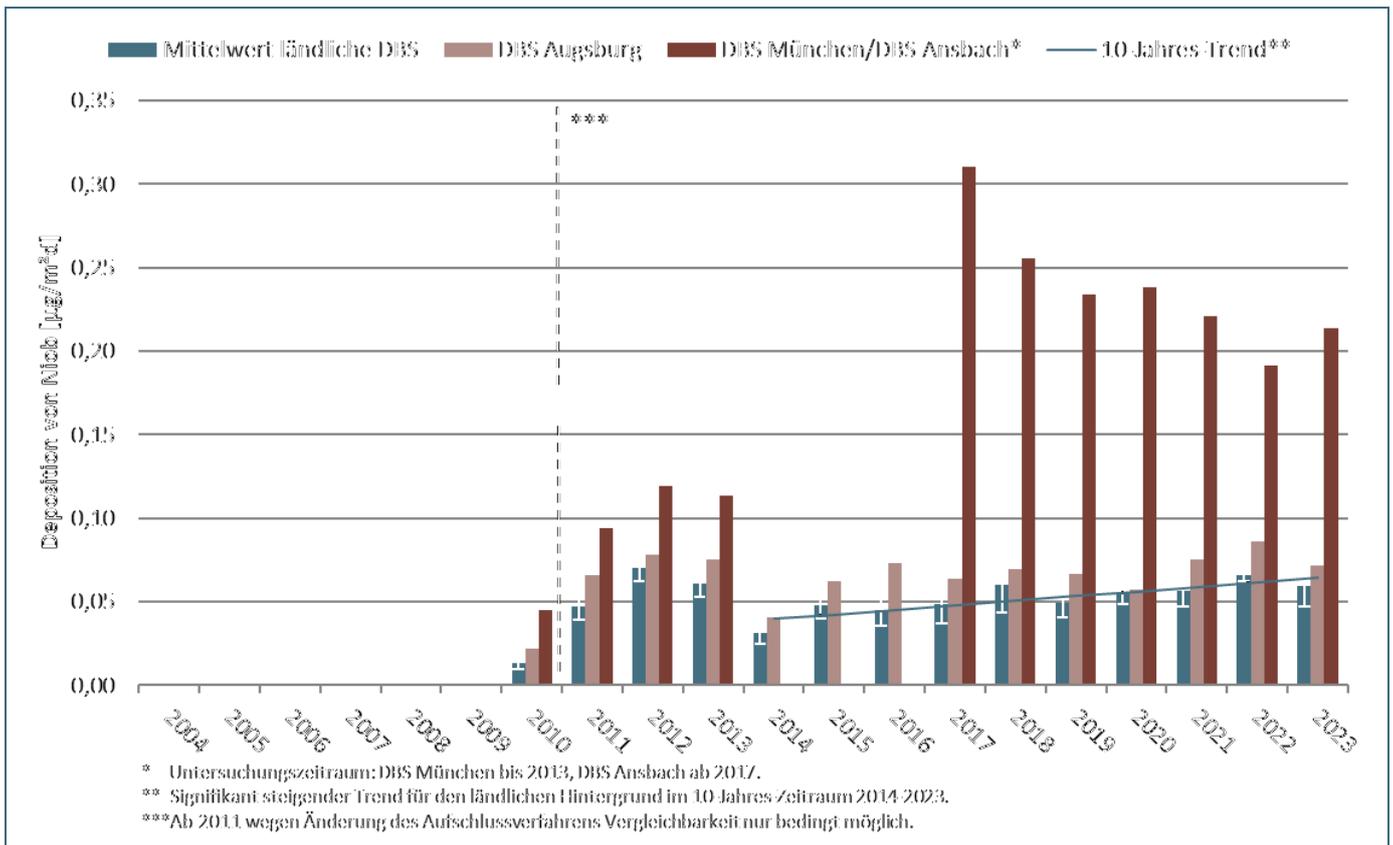


Abb. 18: Jahresmittelwerte der Niob-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

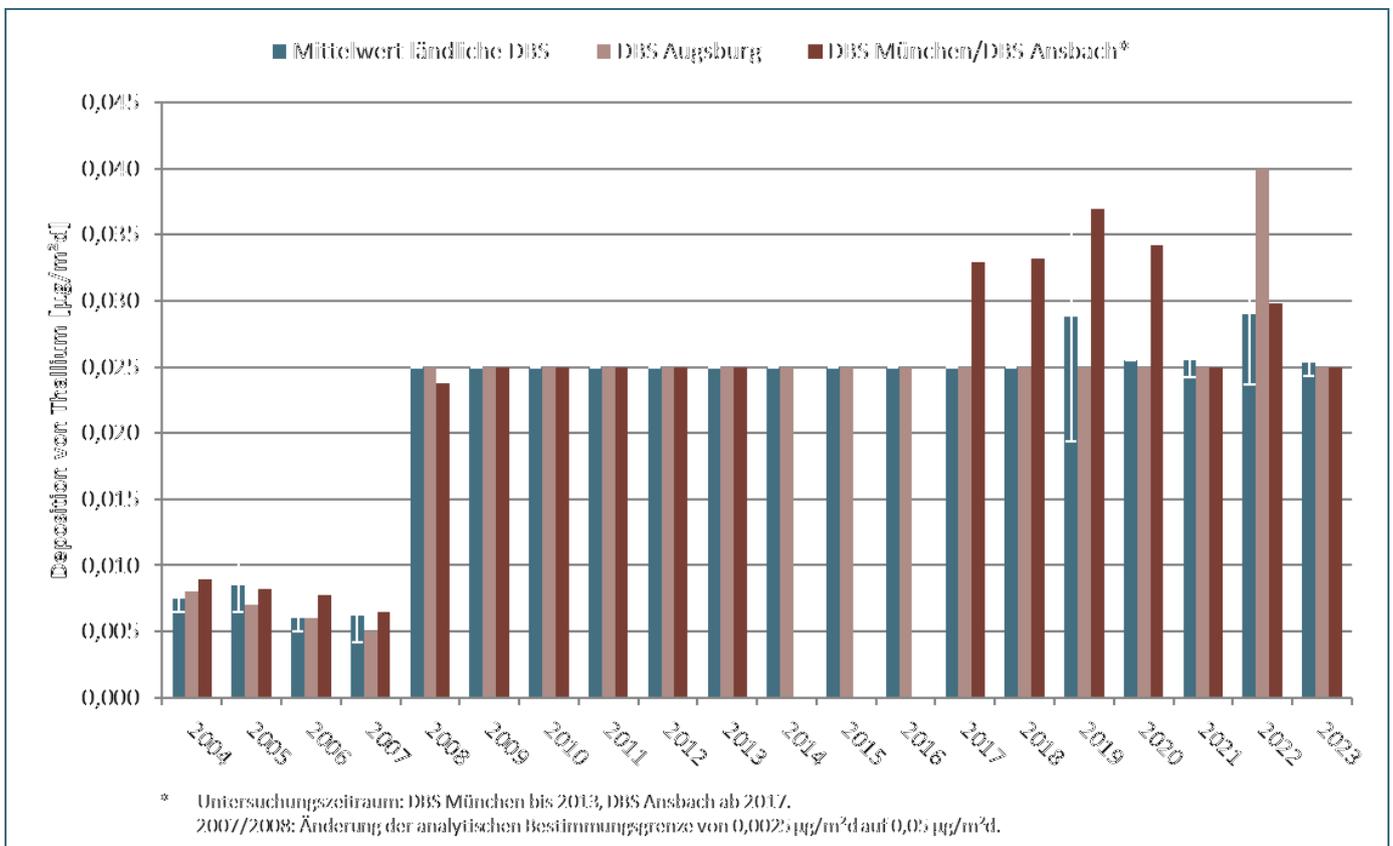


Abb. 19: Jahresmittelwerte der Thallium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS. Immissionswert für Thallium im Staubbiederschlag nach TA Luft: 2 µg/m²d.

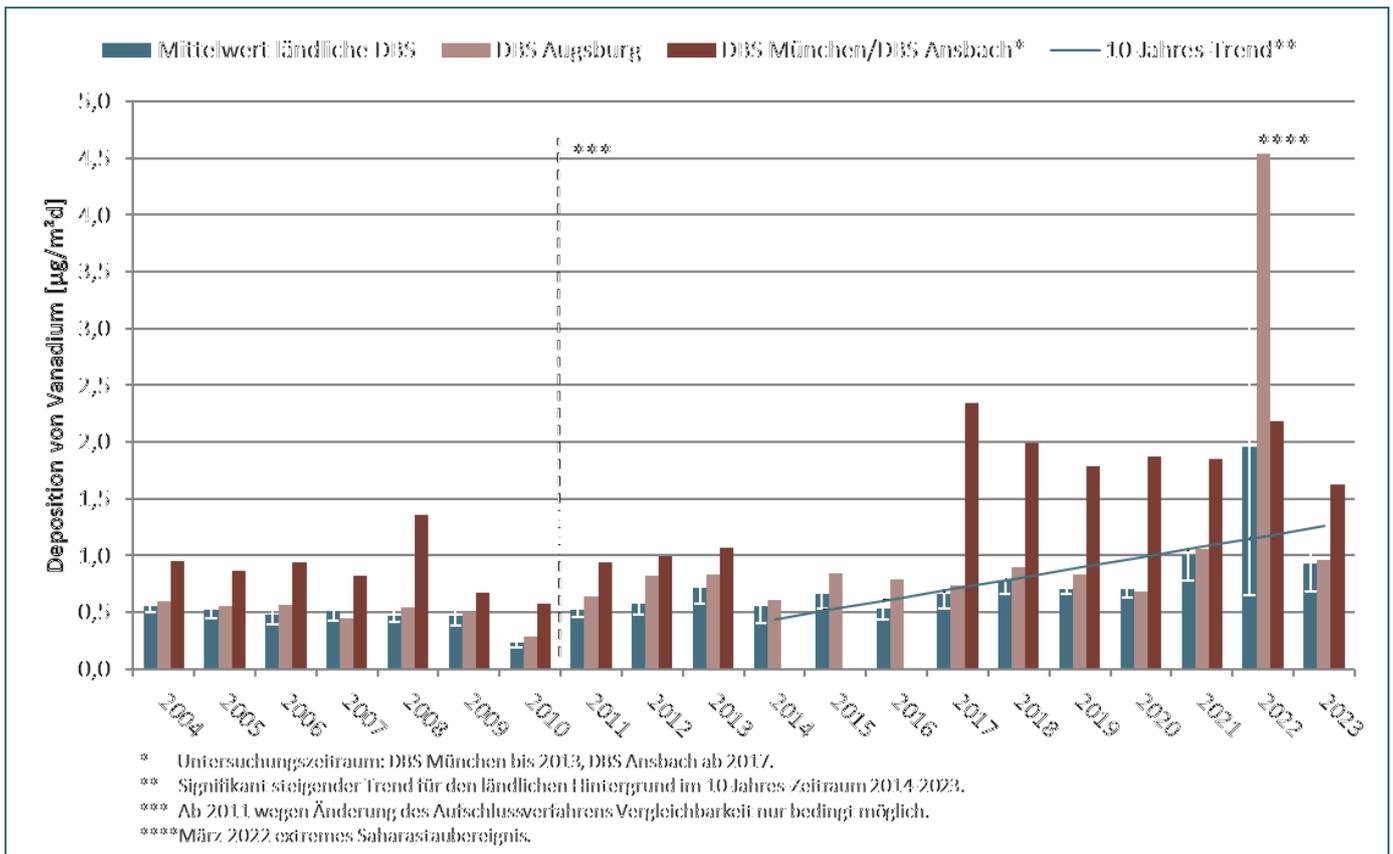


Abb. 20: Jahresmittelwerte der Vanadium-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

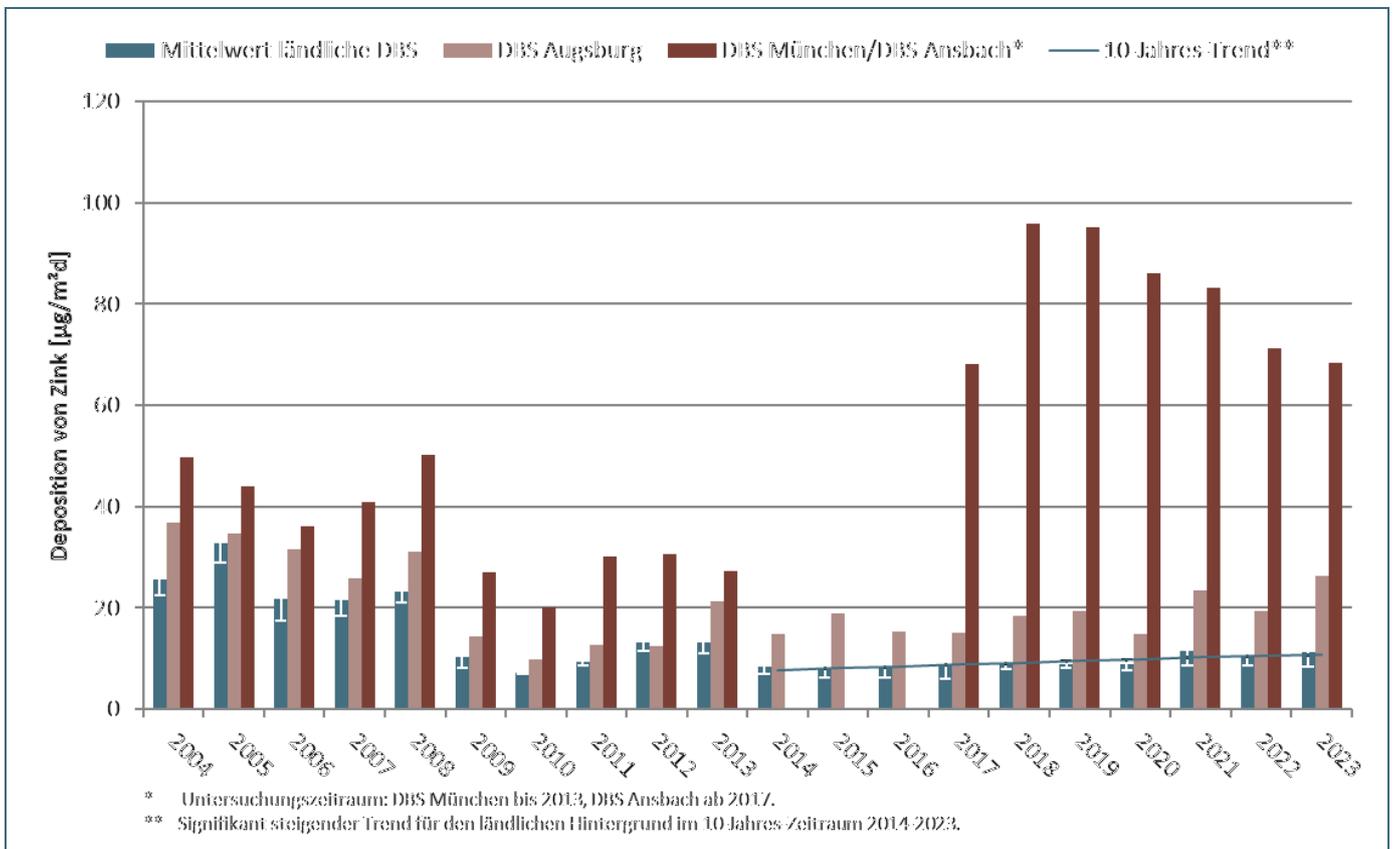


Abb. 21: Jahresmittelwerte der Zink-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.
 Zulässige Fracht nach BBodSchV: 329 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{d}$.

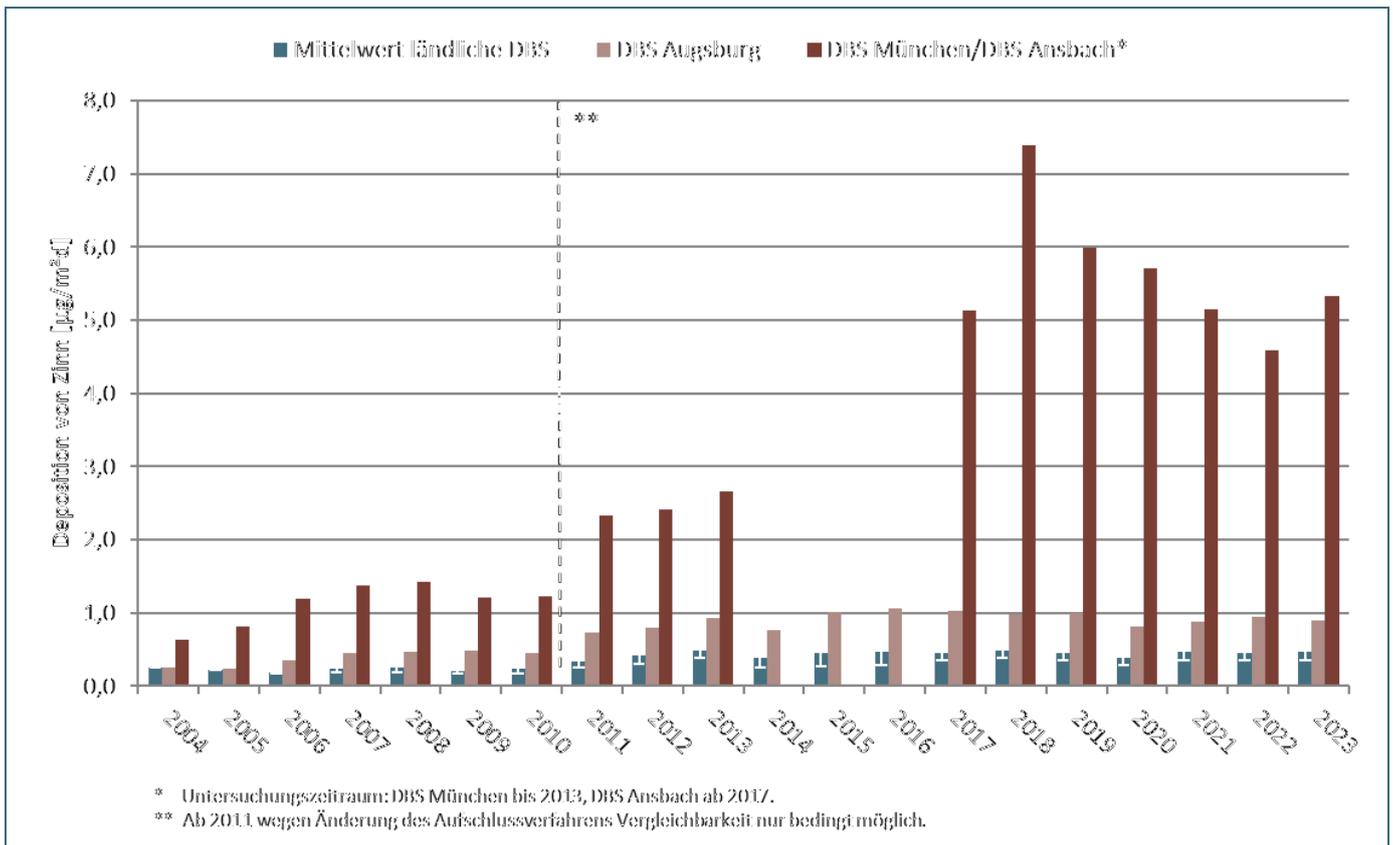


Abb. 22: Jahresmittelwerte der Zinn-Deposition im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.

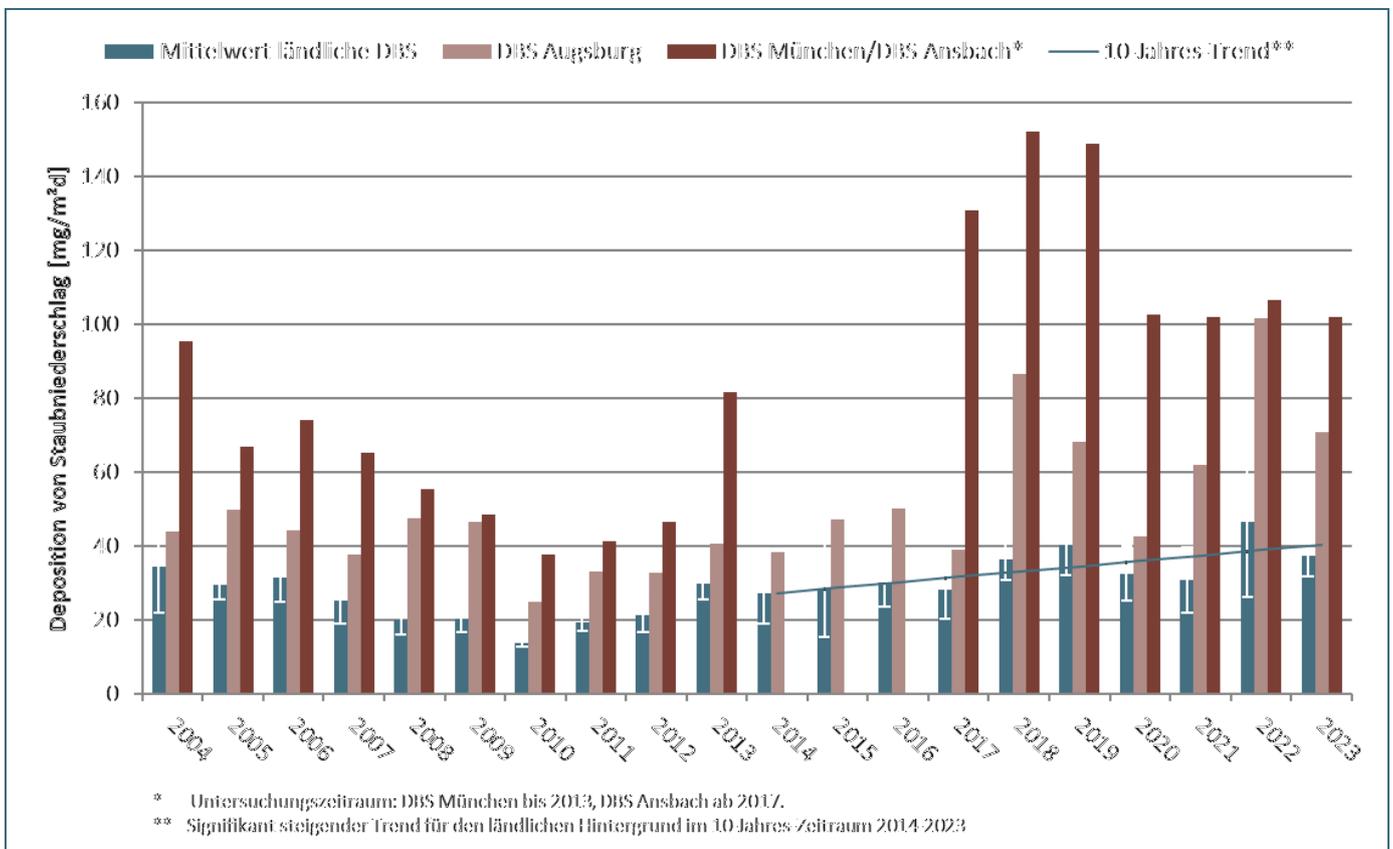


Abb. 23: Jahresmittelwerte Gesamtstaubniederschlag im ländlichen Hintergrund und an den städtischen DBS.
 Immissionswert für Staubniederschlag zum Schutz vor Belästigungen oder erheblichen Nachteilen nach TA Luft:
 350 $\text{mg}/\text{m}^2\text{d}$.

	DBS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Kobalt	MUC / ANS	0,24	0,22	0,22	0,21	0,31	0,17	0,13	0,18	0,17	0,20				0,52	0,47	0,40	0,44	0,46	0,49	0,39	
	AUG	0,15	0,12	0,15	0,12	0,14	0,14	0,09	0,17	0,16	0,15	0,13	0,19	0,20	0,17	0,18	0,16	0,16	0,19	0,81	0,19	
	BID	0,07	0,06	0,07	0,09	0,09	0,12	0,04	0,09	0,08	0,00	0,08	0,11	0,08	0,08	0,12	0,10	0,10	0,14	0,51	0,13	
	EIN	0,09	0,06	0,07	0,09	0,09	0,08	0,04	0,09	0,09	0,14	0,07	0,11	0,08	0,08	0,14	0,11	0,11	0,13	0,29	0,15	
	GRA	0,08	0,08	0,06	0,11	0,10	0,14	0,05	0,10	0,13	0,11	0,13	0,13	0,11	0,12	0,11	0,12	0,14	0,14	0,70	0,16	
	KUL	0,13	0,12	0,09	0,09	0,12	0,09	0,06	0,13	0,10	0,15	0,13	0,15	0,12	0,16	0,20	0,14	0,17	0,27	0,20		
	NES																					0,26
	MOE					0,10	0,10	0,05	0,08	0,09	0,12	0,10	0,10	0,09	0,11	0,14	0,13	0,11	0,18	0,18	0,13	
	OSH																					0,18
	SCY	0,13	0,09	0,09	0,10																	
SYL																					0,18	
WBB	0,07	0,07	0,09	0,11	0,08	0,10	0,05	0,08	0,08	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,23	0,17	0,11	
MW Land	0,10	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,13	0,10	0,12	0,10	0,11	0,14	0,12	0,13	0,18	0,34	0,16		
Stabw	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,06	0,22	0,05	
Kupfer	MUC / ANS	18,8	16,3	16,6	17,5	19,6	12,2	10,6	11,1	11,6	16,1				30,9	36,7	31,6	31,7	26,7	24,1	24,2	
	AUG	6,9	6,5	6,7	5,3	6,8	4,7	3,7	4,0	4,6	6,5	6,0	8,4	7,7	7,7	7,7	6,1	4,5	6,6	8,5	7,5	
	BID	3,4	2,9	1,6	1,8	1,7	1,7	1,2	1,8	1,9	2,8	2,6	2,0	2,5	2,1	2,2	2,6	1,9	2,2	2,7	1,9	
	EIN	3,7	2,9	2,2	2,3	2,1	1,5	1,3	1,6	2,7	3,1	1,6	3,0	2,2	2,3	2,6	2,3	2,3	2,6	2,7	2,2	
	GRA	3,6	2,3	2,8	2,4	2,7	2,5	1,9	2,3	3,6	4,5	3,9	3,7	3,8	3,3	3,1	3,0	3,2	2,9	4,0	3,0	
	KUL	3,9	3,7	2,6	2,5	2,3	2,3	2,0	2,2	2,6	3,6	2,3	2,7	2,9	3,2	2,5	2,6	2,5	3,1	2,6		
	NES																					2,6
	MOE					2,5	2,2	1,8	2,1	2,8	3,4	2,6	3,0	2,7	2,6	2,5	2,9	2,3	2,7	3,0	2,7	
	OSH																					4,3
	SCY	4,8	2,5	2,4	2,2																	
SYL																					3,4	
WBB	4,0	2,7	2,5	2,1	2,6	2,0	1,4	1,8	3,0	3,2	2,5	2,9	3,0	2,8	2,6	2,6	2,5	3,2	2,3	2,1		
MW Land	3,9	2,8	2,3	2,2	2,3	2,0	1,6	2,0	2,8	3,4	2,6	2,9	2,9	2,7	2,6	2,7	2,5	2,8	2,9	2,8		
Stabw	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,6	0,8	0,5	0,6	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,6	0,8		
Lanthan	MUC / ANS			0,34	0,29	0,45	0,26	0,22	0,38	0,45	0,38				0,95	0,79	0,76	0,81	0,79	0,91	0,81	
	AUG			0,20	0,16	0,17	0,22	0,13	0,26	0,39	0,27	0,19	0,30	0,33	0,24	0,32	0,28	0,28	0,39	1,43	0,35	
	BID			0,11	0,12	0,11	0,18	0,07	0,21	0,28	0,23	0,13	0,21	0,15	0,17	0,23	0,21	0,25	0,32	1,00	0,28	
	EIN			0,36	0,24	0,20	0,21	0,17	0,28	0,40	0,25	0,18	0,45	0,34	0,39	0,40	0,29	0,31	0,57	0,67	0,45	
	GRA			0,09	0,15	0,13	0,22	0,09	0,22	0,33	0,11	0,19	0,27	0,20	0,23	0,20	0,23	0,28	0,28	1,26	0,33	
	KUL			0,16	0,11	0,14	0,14	0,09	0,20	0,29	0,23	0,17	0,23	0,20	0,27	0,40	0,23	0,32	0,39	0,33		
	NES																				0,70	
	MOE					0,13	0,16	0,09	0,17	0,19	0,19	0,15	0,18	0,19	0,21	0,28	0,26	0,24	0,35	0,36	0,26	
	OSH																					0,35
	SCY			0,14	0,15																	
SYL																					0,34	
WBB			0,14	0,13	0,15	0,17	0,13	0,17	0,34	0,23	0,15	0,18	0,18	0,22	0,26	0,25	0,28	0,48	0,35	0,22		
MW Land			0,17	0,15	0,14	0,18	0,11	0,21	0,31	0,21	0,16	0,25	0,21	0,25	0,29	0,24	0,28	0,40	0,66	0,37		
Stabw			0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06	0,05	0,02	0,04	0,02	0,04	0,08	0,02	0,03	0,11	0,39	0,15		
Mangan	MUC / ANS	19	16	17	16	25	13	11	13	14	17				43	42	38	38	36	39	37	
	AUG	10	9	11	14	11	10	7	10	11	13	14	19	18	14	18	15	15	29	49	17	
	BID	5	6	5	6	6	8	2	5	7	8	10	12	8	8	10	8	8	16	30	15	
	EIN	7	5	6	7	7	5	3	6	6	11	8	14	8	9	14	15	28	12	20	13	
	GRA	6	5	9	6	9	9	4	6	8	15	14	11	14	13	10	9	12	12	37	13	
	KUL	10	9	7	9	8	7	5	10	12	17	18	21	17	18	18	17	27	33	20		
	NES																				20	
	MOE					9	10	5	8	16	15	12	15	11	14	23	20	26	20	20	12	
	OSH																				16	
	SCY	16	11	23	15																	
SYL																					12	
WBB	8	7	15	7	7	9	3	8	8	16	19	10	13	19	18	19	18	23	20	15		
MW Land	9	7	11	8	8	8	4	7	9	14	13	14	12	13	15	15	20	19	24	14		
Stabw	4	3	7	3	1	2	1	2	4	3	5	4	4	4	5	5	9	8	7	3		
Molybdän	MUC / ANS	1,34	1,23	1,24	1,21	1,26	0,73	0,63	0,62	0,60	0,80				0,99	1,14	0,86	0,80	0,77	0,63	0,69	
	AUG	0,41	0,39	0,38	0,37	0,40	0,26	0,19	0,24	0,20	0,32	0,27	0,34	0,32	0,26	0,30	0,26	0,25	0,25	0,26	0,31	
	BID	0,16	0,18	0,12	0,14	0,15	0,10	0,08	0,08	0,10	0,19	0,21	0,12	0,13	0,12	0,13	0,14	0,10	0,17	0,13	0,17	
	EIN	0,16	0,17	0,14	0,17	0,13	0,08	0,06	0,09	0,09	0,15	0,13	0,11	0,12	0,11	0,13	0,10	0,10	0,10	0,12	0,10	
	GRA	0,16	0,17	0,14	0,16	0,17	0,14	0,10	0,11	0,13	0,23	0,23	0,18	0,20	0,19	0,17	0,16	0,13	0,15	0,20	0,16	
	KUL	0,15	0,18	0,14	0,14	0,14	0,11	0,08	0,11	0,09	0,15	0,13	0,13	0,14	0,15	0,12	0,11	0,08	0,12	0,11		
	NES																				0,13	
	MOE					0,17	0,12	0,09	0,12	0,13	0,18	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12	0,13	0,10	0,12	0,11	0,11	
	OSH																				0,17	
	SCY	0,18	0,19	0,13	0,15																	
SYL																					0,16	
WBB	0,20	0,17	0,15	0,16	0,18	0,12	0,11	0,12	0,12	0,21	0,18	0,17	0,19	0,19	0,15	0,17	0,12	0,16	0,14	0,13		
MW Land	0,17	0,18	0,14	0,15	0,16	0,11	0,08	0,10														

	DBS	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Nickel	MUC / ANS	1,33	1,07	1,14	1,15	1,79	1,05	0,89		1,31	1,38				2,71	2,43	2,13	2,12	2,24	2,00	1,96	
	AUG	0,88	0,81	0,81	0,67	0,87	0,81	0,60		0,84	0,95	0,71	0,90	0,88	0,82	0,91	0,85	0,69	0,94	2,37	0,95	
	BID	0,55	0,66	0,41	0,50	0,55	0,47	0,30		0,71	0,00	0,51	0,61	0,42	0,38	0,56	0,51	0,42	0,55	1,45	0,52	
	EIN	0,61	0,54	0,44	0,73	0,56	0,39	0,28		0,64	0,59	0,36	0,55	0,38	0,40	0,65	0,46	0,53	0,55	0,96	0,60	
	GRA	0,69	0,71	0,49	0,60	0,71	0,57	0,31		0,73	0,67	0,74	0,59	0,48	0,55	0,58	0,59	0,51	0,57	2,12	0,65	
	KUL	0,60	0,69	0,54	0,59	0,76	0,54	0,35		0,68	0,78	0,50	0,53	0,47	0,62	0,76	0,64	0,60	0,72	0,67		
	NES																					0,88
	MOE					0,68	0,51	0,33		0,61	0,76	0,47	0,41	0,38	0,48	0,65	0,62	0,51	0,73	0,68	0,51	
	OSH																					0,69
	SCY	0,77	0,58	0,38	0,48																	
	SYL																					0,74
	WBB	0,66	0,64	0,47	0,62	0,60	0,49	0,38		0,76	0,68	0,59	0,54	0,49	0,57	0,63	0,72	0,57	0,86	0,68	0,56	
	MW Land	0,65	0,64	0,45	0,59	0,64	0,50	0,33		0,69	0,70	0,53	0,54	0,44	0,50	0,64	0,59	0,52	0,66	1,09	0,64	
Stabw	0,08	0,07	0,06	0,09	0,09	0,06	0,04		0,06	0,08	0,13	0,07	0,05	0,10	0,07	0,09	0,06	0,13	0,59	0,13		
Niob	MUC / ANS							0,045	0,094	0,119	0,114				0,310	0,256	0,234	0,239	0,221	0,192	0,214	
	AUG							0,022	0,066	0,078	0,075	0,041	0,062	0,073	0,064	0,070	0,067	0,057	0,076	0,086	0,072	
	BID							0,008	0,045	0,066	0,063	0,027	0,042	0,036	0,033	0,045	0,037	0,048	0,049	0,064	0,049	
	EIN							0,011	0,043	0,058	0,049	0,023	0,044	0,036	0,039	0,061	0,044	0,051	0,048	0,066	0,058	
	GRA							0,013	0,045	0,073	0,063	0,036	0,051	0,046	0,049	0,043	0,045	0,056	0,051	0,066	0,062	
	KUL							0,015	0,063	0,079	0,072	0,041	0,062	0,060	0,067	0,084	0,058	0,065	0,070	0,071		
	NES																					0,086
	MOE							0,014	0,043	0,069	0,053	0,031	0,043	0,046	0,050	0,072	0,055	0,053	0,056	0,062	0,051	
	OSH																					0,063
	SCY																					
	SYL																					0,057
	WBB							0,017	0,045	0,079	0,062	0,031	0,045	0,047	0,054	0,053	0,055	0,065	0,064	0,068	0,050	
	MW Land							0,013	0,047	0,070	0,061	0,031	0,048	0,045	0,049	0,060	0,049	0,056	0,056	0,066	0,060	
Stabw							0,003	0,008	0,008	0,008	0,006	0,008	0,009	0,012	0,016	0,008	0,007	0,009	0,003	0,012		
Thallium	MUC / ANS	0,009	0,008	0,008	0,006	0,024	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025				0,033	0,033	0,037	0,034	0,025	0,030	0,025	
	AUG	0,008	0,007	0,006	0,005	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,040	0,025
	BID	0,007	0,006	0,004	0,005	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,034	0,025	
	EIN	0,007	0,010	0,006	0,009	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,028	0,025	0,028	0,025
	GRA	0,007	0,006	0,006	0,004	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,037	0,025	
	KUL	0,007	0,009	0,006	0,006	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,023	
	NES																					0,025
	MOE					0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,048	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
	OSH																					0,025
	SCY	0,009	0,009	0,006	0,006																	
	SYL																					0,028
	WBB	0,008	0,011	0,008	0,007	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,028	0,025	0,025
	MW Land	0,008	0,009	0,006	0,006	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,029	0,026	0,026	0,029	0,025	
Stabw	0,001	0,002	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,001	0,005	0,001		
Vanadium	MUC / ANS	0,95	0,86	0,94	0,82	1,36	0,68	0,57	0,94	0,99	1,07				2,34	1,99	1,79	1,87	1,85	2,18	1,63	
	AUG	0,60	0,56	0,56	0,45	0,55	0,50	0,29	0,64	0,83	0,83	0,60	0,85	0,79	0,73	0,90	0,83	0,68	1,06	4,54	0,96	
	BID	0,49	0,45	0,42	0,40	0,41	0,55	0,19	0,53	0,45	0,84	0,56	0,71	0,53	0,53	0,74	0,73	0,68	0,89	3,08	0,84	
	EIN	0,56	0,46	0,57	0,58	0,45	0,41	0,21	0,50	0,58	0,69	0,43	0,73	0,47	0,58	0,89	0,72	0,67	0,80	1,79	0,96	
	GRA	0,52	0,45	0,39	0,45	0,41	0,60	0,25	0,60	0,74	0,46	0,77	0,85	0,69	0,81	0,65	0,77	0,81	0,82	4,02	0,94	
	KUL	0,63	0,55	0,53	0,57	0,49	0,37	0,22	0,57	0,55	0,76	0,57	0,64	0,58	0,82	0,94	0,63	0,75	1,08	0,91		
	NES																					1,43
	MOE					0,53	0,46	0,23	0,46	0,54	0,70	0,37	0,49	0,49	0,55	0,72	0,69	0,60	1,01	0,97	0,67	
	OSH																					0,96
	SCY	0,58	0,55	0,41	0,45																	
	SYL																					1,02
	WBB	0,54	0,64	0,57	0,61	0,54	0,42	0,31	0,44	0,60	0,85	0,60	0,56	0,42	0,68	0,69	0,71	0,72	1,41	0,97	0,64	
	MW Land	0,55	0,52	0,48	0,51	0,47	0,47	0,23	0,52	0,58	0,72	0,55	0,66	0,53	0,66	0,77	0,71	0,70	1,00	1,96	0,93	
Stabw	0,05	0,08	0,09	0,09	0,06	0,09	0,04	0,06	0,10	0,14	0,14	0,13	0,10	0,13	0,12	0,05	0,07	0,23	1,31	0,25		
Zink	MUC / ANS	49,7	43,9	36,1	40,9	50,1	27,1	20,0	30,1	30,7	27,4				68,1	95,8	95,2	86,1	83,2	71,2	68,4	
	AUG	36,8	34,7	31,5	25,9	31,2	14,4	9,9	12,7	12,5	21,2	14,9	19,0	15,3	15,1	18,4	19,4	14,8	23,5	19,5	26,2	
	BID	22,5	37,8	20,2	25,1	23,7	8,9	7,5	9,0	10,4	9,6	8,6	4,6	8,7	6,2	8,3	8,9	7,5	8,7	9,1	13,4	
	EIN	23,4	26,7	23,7	26,0	25,9	9,2	7,5	9,0	14,8	13,6	6,1	9,0	5,9	6,4	8,4	7,7	9,7	9,5	9,4	8,0	
	GRA	27,4	30,8	25,1	20,8	19,5	9,3	6,9	9,0	13,1	14,0	10,7	9,1	11,1	12,6	9,7	9,6	9,0	10,5	12,9	10,6	
	KUL	30,9	33,7	17,5	18,5	24,4	13,9	7,5	10,8	12,7	15,6	8,0	9,2	9,1	10,5	10,5	9,5	9,6	16,2	12,6		
	NES																					13,9
	MOE					24,4																

	DBS	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Zinn	MUC / ANS	0,63	0,82	1,20	1,38	1,42	1,20	1,22	2,33	2,42	2,67				5,14	7,40	5,99	5,72	5,15	4,60	5,33
	AUG	0,25	0,24	0,36	0,46	0,47	0,48	0,45	0,74	0,80	0,93	0,76	1,02	1,07	1,03	0,98	1,00	0,81	0,88	0,95	0,90
	BID	0,25	0,23	0,19	0,22	0,21	0,17	0,24	0,27	0,34	0,50	0,36	0,46	0,43	0,37	0,48	0,42	0,33	0,40	0,47	0,38
	EIN	0,25	0,23	0,18	0,24	0,19	0,18	0,17	0,29	0,33	0,37	0,25	0,33	0,33	0,33	0,44	0,38	0,32	0,35	0,39	0,35
	GRA	0,25	0,23	0,23	0,31	0,28	0,23	0,28	0,50	0,59	0,65	0,63	0,81	0,84	0,63	0,67	0,65	0,61	0,65	0,63	0,64
	KUL	0,25	0,23	0,16	0,21	0,21	0,21	0,18	0,31	0,34	0,40	0,33	0,37	0,43	0,43	0,44	0,36	0,33	0,48	0,36	
	NES																				0,44
	MOE					0,29	0,22	0,23	0,32	0,37	0,46	0,35	0,35	0,36	0,44	0,41	0,46	0,38	0,40	0,44	0,39
	OSH																				0,64
	SCY	0,25	0,23	0,18	0,19																
	SYL																				0,49
	WBB	0,25	0,23	0,24	0,27	0,32	0,24	0,32	0,35	0,52	0,49	0,37	0,39	0,44	0,55	0,44	0,47	0,38	0,49	0,44	0,40
	MW Land	0,25	0,23	0,20	0,24	0,25	0,21	0,24	0,34	0,42	0,48	0,38	0,45	0,47	0,46	0,48	0,46	0,39	0,46	0,45	0,47
	Stabw	0,00	0,00	0,03	0,04	0,05	0,03	0,06	0,08	0,11	0,10	0,13	0,18	0,19	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,10	0,12
Staubnieder- schlag [mg/m²d]	MUC / ANS	95	67	74	65	55	49	37	41	46	82				131	152	149	102	102	106	102
	AUG	44	50	44	38	48	47	25	33	33	40	38	47	50	39	86	68	43	62	102	71
	BID	23	26	24	16	15	22	13	21	14	27	35	13	22	18	26	39	25	24	57	40
	EIN	28	35	27	32	21	13	14	16	20	35	21	48	26	22	37	31	41	23	40	28
	GRA	31	32	37	20	24	22	14	23	21	31	39	23	35	32	36	39	31	24	84	32
	KUL	42	25	41	31	25	24	15	18	27	34	24	28	37	39	43	56	42	44	35	
	NES																				43
	MOE					18	20	13	20	24	24	21	39	26	30	39	40	26	31	32	34
	OSH																				44
	SCY	56	30	31	26																
	SYL																				41
	WBB	26	28	28	25	17	21	15	18	21	27	22	19	36	22	36	37	29	38	32	36
	MW Land	34	29	31	25	20	20	14	19	21	30	27	28	30	28	36	40	32	31	47	37
	Stabw	13	4	7	6	4	4	1	2	4	4	8	13	7	8	6	8	7	9	21	6