

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
Fritz-Schupp-Straße 4
45899 Gelsenkirchen

Telefon +49(209)98308 0
Telefax +49(209)98308 11

www.mbbm-ind.com

Dipl.-Landsch.-ökol. Henning Beuck
Telefon +49(209)98308 41
henning.beuck@mbbm-ind.com

26. Februar 2024
M172445/03 Version 1 BCK/BCK

Greensteel Projekt GmbH in Völklingen

Immissionsmessungen im Umfeld der Saarstahl AG in Völklingen

Messbericht

Bericht Nr. M172445/03

Auftraggeber:	Greensteel Projekt GmbH Werkstraße 1 66763 Dillingen
Auftragsnummer:	900 9480014687 vom 07.10.2022
Bearbeitet von:	Dipl.-Landsch.-ökol. Henning Beuck M. Sc. Christian Plank Dipl. Ing. (FH) Marcus Paewinsky Dr. Falk Fähmel
Berichtsumfang:	Insgesamt 107 Seiten, davon 99 Seiten Textteil, 5 Seiten Anhang A und 3 Seiten Anhang B

Müller-BBM Industry Solutions GmbH
Niederlassung Gelsenkirchen
HRB München 86143
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:
Joachim Bittner, Walter Grotz,
Dr. Carl-Christian Hantschk,
Dr. Alexander Ropertz

Inhaltsverzeichnis

1	Situation und Aufgabenstellung	7
2	Örtliche Situation	8
2.1	Standort und Topografie	8
2.2	Beschreibung der Anlage	9
2.3	Meteorologische Situation	9
3	Ermittlung der Messorte	12
3.1	Zielsetzung/Methodik	12
3.2	Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung	12
3.3	Vorwissen zur Emissions- und Immissionssituation	17
3.4	Auswahl und Festlegung der Messorte	19
3.5	Messzeitraum	20
3.6	Messumfang	21
3.7	Beurteilungskriterien der Messkomponenten	22
4	Messverfahren	23
4.1	Partikel PM ₁₀ (Konzentration)	23
4.2	Partikel PM _{2,5} (Konzentration)	23
4.3	Metalle im PM ₁₀ (Konzentration)	24
4.4	Benzo(a)pyren im PM ₁₀ (Konzentration)	25
4.5	Staubniederschlag StN (Deposition)	26
4.6	Metalle im Staubniederschlag (Deposition)	26
4.7	Quecksilberdeposition	28
4.8	Benzo(a)pyren-Deposition	28
4.9	PCDD/F und PCB im Staubniederschlag (Deposition)	29
4.10	PCDD/F und PCB in der Außenluft (Konzentration)	30
4.11	Stickstoffdioxid (NO ₂)	31
4.12	Windrichtung und Windgeschwindigkeit	32
4.13	Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen	32
5	Ergebnisse und Bewertung	34
5.1	Meteorologische Situation im Messzeitraum	34
5.2	Witterungsverlauf	35
5.3	Partikel PM ₁₀	35

5.4	Partikel PM _{2,5}	38
5.5	Metalle als Bestandteil der Partikel PM ₁₀ (Konzentration)	40
5.6	Benzo(a)pyren als Partikelbestandteil PM ₁₀ (Konzentration)	57
5.7	Staubniederschlag StN (Deposition)	58
5.8	Metalle im Staubniederschlag (Deposition)	60
5.9	Quecksilberdeposition	78
5.10	Depositionen von Benzo(a)pyren	81
5.11	PCDD/F und PCB im Staubniederschlag (Deposition)	83
5.12	PCDD/F und PCB in der Außenluft (Konzentration)	88
5.13	Stickstoffdioxid (NO ₂)	92
6	Grundlagen und Literatur	95

Zusammenfassung

Die Greensteel Projekt GmbH plant auf dem Werksgelände der Saarstahl AG in Völklingen ein Projekt. Im Rahmen eines anstehenden immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens („EAF-Projekt“) sollte für relevante Luftschadstoffe eine belastbare und räumlich repräsentative Datengrundlage zur aktuellen Immissionssituation bereitgestellt werden.

Vor Beginn der Messungen wurde das Messkonzept mit dem Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz (MUKMAV) und dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA) abgestimmt.

Die Ergebnisse der vom 29.09.2022 bis 29.09.2023 durchgeführten Immissionsmessungen können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Die Konzentrationen der Partikel PM₁₀ lagen im Messzeitraum an den Messpunkten MP 01a und MP 02a mit 12 µg/m³ bzw. 13 µg/m³ auf einem niedrigen und vergleichbaren Niveau deutlich und sicher unterhalb des Beurteilungswerts von 40 µg/m³ für das Jahresmittel gemäß TA Luft.
- Der PM₁₀-Tagesmittelwert von 50 µg/m³ – mit einer tolerierten Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen im Jahr – wurde innerhalb des Messzeitraums an den Messpunkten MP 01a und MP 02a an keinem Tag erreicht.
- Die Konzentrationen der Partikel PM_{2,5} lagen im Messzeitraum am MP 01a bei 7 µg/m³ und am MP 02a bei 9 µg/m³ und damit ebenfalls auf einem niedrigen und vergleichbaren Niveau, deutlich und sicher unterhalb des Beurteilungswerts von 25 µg/m³ für das Jahresmittel gemäß TA Luft.
- Die Konzentrationen von allen Metallen im PM₁₀ lagen im Mittel an den MP 01a und MP 02a auf einem für städtisch/industrielle Verhältnisse niedrigen und im Verhältnis zu den Beurteilungswerten überwiegend vergleichbaren Niveau. Die Immissionswerte der TA Luft und alle weiteren herangezogenen Beurteilungswerte wurden an allen Messpunkten sicher eingehalten. Die höchsten Ausschöpfungen der Beurteilungswerte lagen für Chrom vor, mit 16 % (MP 01a) und 27 % (MP 02a). Für alle anderen Metalle lag die Ausschöpfung des jeweiligen Beurteilungswertes an allen Messpunkten bei ≤ 11 %.
- Die B(a)P-Konzentrationen im PM₁₀ lagen im Messzeitraum am Messpunkt MP 01a bei 0,08 ng/m³ und am Messpunkt MP 02a bei 0,11 ng/m³. Der Zielwert gemäß 39. BImSchV von 1 ng/m³ als Jahresmittelwert wurde im Messzeitraum somit deutlich unterschritten (Ausschöpfung 8 % bzw. 11 %).
- Die Mittelwerte des Staubniederschlags lagen am MP 01a bei 0,05 g/(m² × d), am MP 01b bei 0,10 g/(m² × d) und am MP 02b bei 0,19 g/(m² × d). Der Beurteilungswert von 0,35 g/(m² × d) als Jahresmittelwert gemäß TA Luft wurde damit an allen Messpunkten eingehalten (am MP 02a wurde kein Staubniederschlag gemessen).

- Die Immissionswerte der TA Luft für die Deposition von Arsen, Cadmium, Nickel, Thallium und Blei wurden im Messzeitraum an den Messpunkten MP 01a und MP 01b eingehalten.
- Der Immissionswert der TA Luft für die Deposition von Nickel von $15 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ wurde am MP 02b mit $14 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ knapp eingehalten. Der Immissionswert der TA Luft für die Deposition von Blei von $100 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ wurde am MP 02b mit $126 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ überschritten.
- Mit $760 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ lag die Deposition von Zink am MP 02b oberhalb des aus der BBodSchV abgeleiteten Hilfswertes von $329 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$. Für alle anderen nicht in der TA Luft regulierten Metalle wurden die jeweiligen Beurteilungswerte an allen Messpunkten eingehalten.
- An allen Messpunkten lagen die Ergebnisse für die Deposition von Quecksilber auf einem sehr niedrigen Niveau deutlich unterhalb des Immissionswertes von $1 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ gemäß Nr. 4.5.1 TA Luft. Die Ausschöpfung betrug $< 10 \%$ an allen Messpunkten.
- Der Immissionswert von $0,5 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ für die Deposition von Benzo(a)pyren gemäß TA Luft wurde an allen Messpunkten mit Jahresmittelwerten zwischen $0,01 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ und $0,03 \mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ sicher eingehalten. Die Ausschöpfung des Beurteilungswertes lag bei $< 10 \%$.
- Die mittleren Depositionswerte von Dioxinen, Furanen (PCDD/F) und dioxinähnlichen PCB (WHO-PCB) lagen zwischen $1,4 \text{ pg WHO-TEQ}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ am MP 01a und $3,6 \text{ pg WHO-TEQ}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ am MP 02b. Der Beurteilungswert als Jahresmittelwert gemäß TA Luft von $9 \text{ pg WHO-TEQ}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ wurde somit an allen Messpunkten sicher eingehalten (maximale Ausschöpfung des Beurteilungswertes 40% am MP 02b).
- Die Konzentrationen der Dioxine, Furane (PCDD/F) und dioxinähnlichen PCB (WHO-PCB) lagen im Mittel zwischen $9 \text{ fg}/\text{m}^3$ WHO-TEQ am MP 01a und $12 \text{ fg}/\text{m}^3$ WHO-TEQ am MP 02a. Der Orientierungswert als Jahresmittelwert von $150 \text{ fg}/\text{m}^3$ WHO-TEQ gemäß LAI wurde somit an allen Messpunkten sicher eingehalten (Ausschöpfung des Beurteilungswertes jeweils $< 10 \%$).
- Die mittleren NO_2 -Konzentrationen lagen im Messzeitraum mit $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am MP 01a und $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an MP 02a sicher unterhalb des Immissionswertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahresmittel gemäß Nr. 4.2.1 TA Luft (maximale Ausschöpfung des Beurteilungswertes 48% am MP 02a).

Zur Plausibilitätsprüfung und zum Vergleich wurden die Ergebnisse verfügbaren Messdaten aus dem IMMESA-Messnetz des LUA Saarland gegenübergestellt. Die im Rahmen der durchgeführten Immissionsmessungen festgestellten Konzentrationen und Depositionen können in diesem Zusammenhang für alle untersuchten Parameter als plausibel eingestuft werden.

Für diesen Bericht zeichnen verantwortlich:



Dipl.-Landsch.-ökol. Henning Beuck
Telefon +49 (0)209 98308 – 41
Projektverantwortlicher



Dr. Falk Fähmel
Telefon +49 (0)209 98308 - 60
Berichtserstellung / Qualitätssicherung



Dipl.-Ing. (BA) Rebecca Thiel
Telefon +49 (0)89 85602 – 359
Fachlich Verantwortliche

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.



Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt nur für den in der
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

1 Situation und Aufgabenstellung

Die Greensteel Projekt GmbH plant auf dem Werksgelände der Saarstahl AG in Völklingen ein Projekt. Im Rahmen eines anstehenden immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens („EAF-Projekt“) soll für relevante Luftschadstoffe eine belastbare und räumlich repräsentative Datengrundlage zur aktuellen Immissionssituation bereitgestellt werden. Vor diesem Hintergrund wurde die Müller-BBM Industry Solutions GmbH mit der Durchführung entsprechender Immissionsmessungen beauftragt.

Zur Bewertung der zu erwartenden immissionsseitigen Auswirkungen des Vorhabens wurde eine orientierende Immissionsprognose gemäß TA Luft durchgeführt [48]. Als Grundlage für die Messplanung diente darüber hinaus eine Stellungnahme der Firma proTerra [49]. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der vorhandenen Vorbelastung durch andere Quellen wurden darin Empfehlungen zu möglichen Messorten formuliert.

Vor Beginn der Messungen wurde das Messkonzept mit dem Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz (MUKMAV) und dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz (LUA) abgestimmt. Die Messplanung wurde durch die Behörden freigegeben [52].

Die Messungen wurden an vier Messpunkten über einen Zeitraum von 12 Monaten durchgeführt. Zwischenergebnisse wurden in der Notiz M172445/02 dokumentiert und regelmäßig an den Auftraggeber übermittelt [53].

Im vorliegenden Abschlussbericht werden die Beschreibung der örtlichen Situation, die Darstellung der Messumfänge und der Messorte, die eingesetzten Messverfahren sowie die Messergebnisse und deren Bewertung für den insgesamt 12-monatigen Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023 zusammengefasst.

2 Örtliche Situation

2.1 Standort und Topografie

Die Stadt Völklingen ist eine saarländische Mittelstadt, die dem Regionalverband Saarbrücken angehört. Die Stadt liegt an der Saar, etwa 4 km nördlich der französischen Grenze (Abbildung 1).

Das Betriebsgelände der Saarstahl AG liegt im Stadtgebiet Völklingen und wird östlich und südlich von der Saar begrenzt, westlich vom UNESCO Weltkulturerbe Völklinger Hütte. Im Norden schließen direkt Gleisanlagen der Deutsche Bahn AG an. Weiter nördlich befindet sich die Wohnbebauung der Stadt Völklingen. Auf der anderen Seite der Saar, in östlicher Richtung, befindet sich mit Fürstenhausen die nächstgelegene Wohnbebauung.

Das Betriebsgelände des Stahlwerks liegt auf einer Höhe von ca. 187,5 m über NN. In nordwestlicher Richtung des Betriebsgeländes steigt das Gelände auf ca. 325 m (Röchling-Höhe) an. Im Süden bzw. Südwesten finden sich die Erhöhungen Hühnerscherberg (305 m) und Galgenberg (280 m), die durch das Rosseltal voneinander getrennt sind.

Der geplante Elektrolichtbogenofens befindet sich im westlichen Teil des Betriebsgeländes (Abbildung 2).

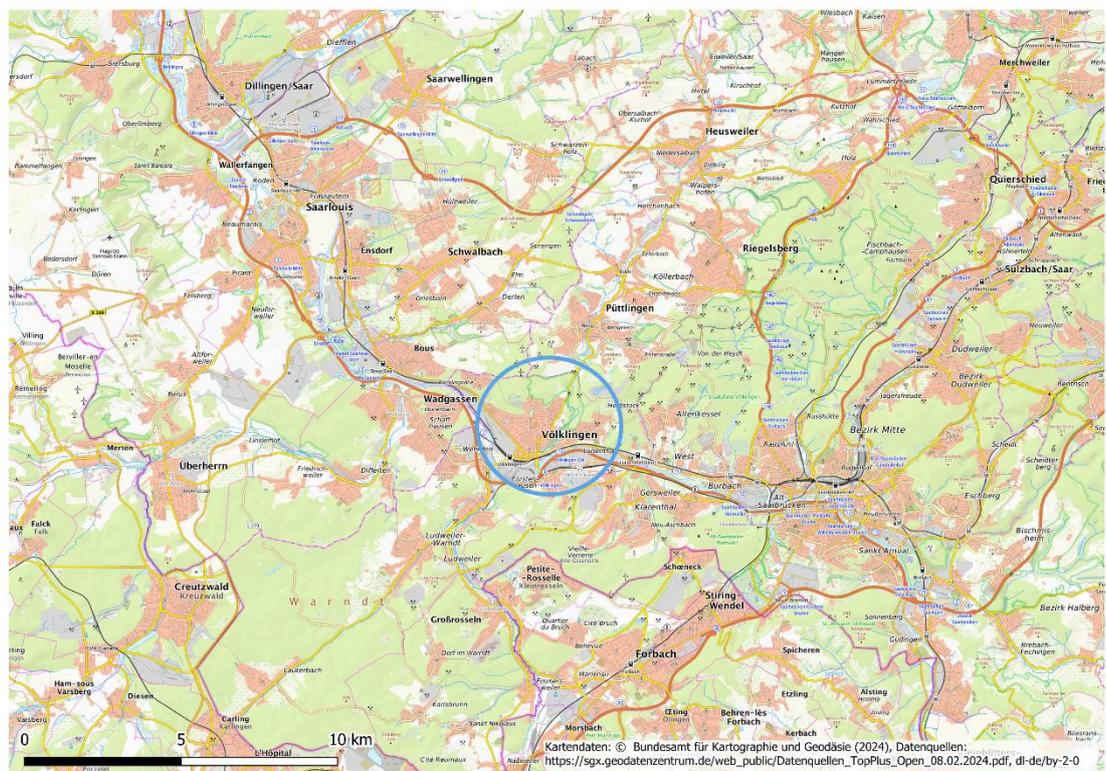


Abbildung 1. Topographische Lage der Stadt Völklingen im Saarlandes [55].



Abbildung 2. Luftbild des vorgesehenen Aufstellbereiches (Quelle: proTerra [49])

2.2 Beschreibung der Anlage

In drei LD-Konvertern und vier Stranggießanlagen wird in eigenen Hochöfen hergestelltes Roheisen zu Stahl-Knüppeln oder Vorblöcken vergossen. Rund 800 Mitarbeiter produzieren so bis zu 2,7 Millionen Tonnen Stahl pro Jahr. Die Stahlsorten reichen von Grundgütern, legierten und unlegierten Qualitäts- und Edelstählen über Kaltstauchgütern, Automatenstahl und Gewebedraht bis hin zu weichen Ziehgütern, Schweißdraht, Spannstählen sowie Seildraht.

Im geplanten Elektrolichtbogenofen soll Rohstahl produziert werden. Als Einsatzstoffe sind hauptsächlich Schrott und DRI/HBI geplant. Der erschmolzene Rohstahl soll in einem Pfannenofen behandelt werden und über die bestehenden Stranggießanlagen vergossen werden. Es ist geplant, sämtliche betrieblichen Vorgänge in geschlossenen Hallen vorzunehmen.

2.3 Meteorologische Situation

Die Saarstahl AG betreibt auf ihrem Gelände eine meteorologische Messstation (UTM 32: Ostwert 343470, Nordwert 5458167). Die Parameter Windrichtung und Windgeschwindigkeit werden auf einer Messhöhe von ca. 20 m auf dem Dach eines Gebäudes kontinuierlich aufgezeichnet.

Für die Jahre 2009 bis 2021 wurde nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 aus den Messdaten das in Abbildung 3 dargestellte Jahr 2009 als repräsentatives Jahr für mehrjährige Verhältnisse ermittelt und für die Ausbreitungsrechnungen verwendet [48].

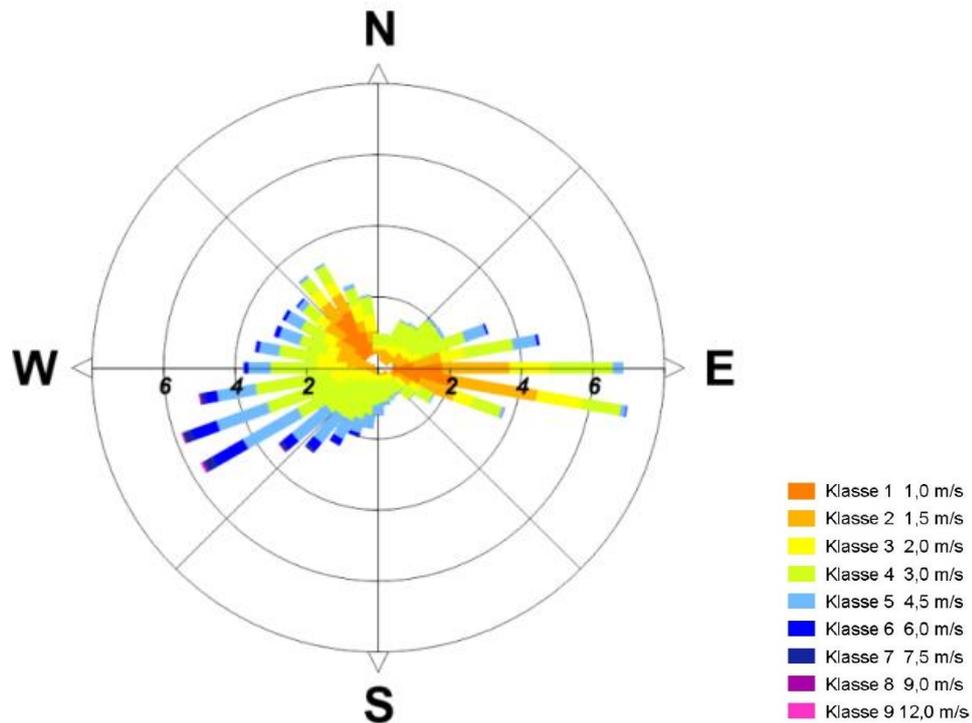


Abbildung 3. Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen im repräsentativen Jahr 2009, gemessen an der meteorologischen Messstation der Saarstahl AG. Quelle: iMA [48]

Die Häufigkeitsverteilung weist zwei Maxima aus west-südwestlichen und östlichen Richtungen auf. Winde aus West und Südwest weisen die höchsten Windgeschwindigkeiten. Windrichtungen, die mit schwachen Winden einhergehen, Ost und Nordwest, ergeben sich aus der Kanalisierung des Verlaufs der Saar und treten vornehmlich bei wolkenarmen Bedingungen auf [48].

Die Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen ist in Abbildung 4 dargestellt. Die neutralen Ausbreitungsklassen (III1 + III2) sind mit ca. 51 % am stärksten vertreten. Die stabilen Klassen (I + II) treten in 40 % der Fälle auf, während die labilen Ausbreitungsklassen (IV + V) eine Häufigkeit von 9 % aufweisen.

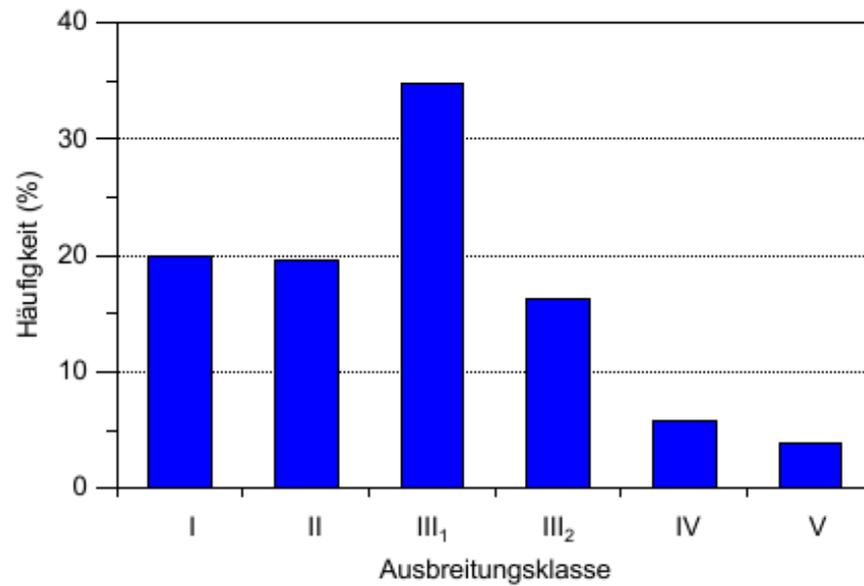


Abbildung 4. Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen. Quelle: iMA [48].

Zur Berücksichtigung der nassen Deposition wurde in der Ausbreitungsrechnung eine Zeitreihe der Niederschlagsintensität verwendet, die vom Umweltbundesamt (UBA) zur Verfügung gestellt wird. Der Gesamtniederschlag im verwendeten Jahr 2009 beläuft sich auf 813 mm. Es regnete insgesamt während 947 Stunden.

3 Ermittlung der Messorte

3.1 Zielsetzung/Methodik

Für ein anstehendes Genehmigungsverfahren („EAF Projekt“) im Rahmen der Standortentwicklung wurden Immissionsmessungen mit der Zielsetzung durchgeführt, für relevante Luftschadstoffe eine aktuelle Datenbasis der lufthygienischen Ausgangssituation bereitzustellen.

Die für die Messplanung erforderlichen Ausbreitungsrechnungen wurden von der Fa. iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG erarbeitet [48]. Eine darauf aufbauende Stellungnahme zur Festlegung der Beurteilungspunkte erarbeitete die proTerra Umweltschutz- und Managementberatung GmbH [49].

Die exakte Festlegung der Messpunkte erfolgte auf einem Orts- und Besprechungstermin am 28.09.2022 in Völklingen unter Beteiligung des Betreibers, Vertretern der Genehmigungsbehörde, der Fa. proTerra und Müller-BBM [52].

3.2 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

Zum Vorhaben liegt ein Gutachten vor, in dem mittels Ausbreitungsrechnungen nach Anhang 3 TA Luft der Immissionsbeitrag des Vorhabens im Umfeld der Anlage rechnerisch ermittelt wurde [48]. Die emissionsseitigen Eingangsdaten sowie die Modellkonfiguration können dem Gutachten entnommen werden. Auf dieser Basis und unter zusätzlicher Berücksichtigung der Vorbelastung durch andere Quellen wurden in einer Stellungnahme Empfehlungen zu möglichen Messorten formuliert [49].

Aufgrund der unterschiedlichen atmosphärischen Prozesse wird zwischen Ergebnissen für die Konzentration und die Deposition unterschieden. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die räumlichen Verteilungen der prognostizierten Zusatzbelastungen für Stickstoffdioxid NO₂ exemplarisch für die Konzentration (Abbildung 5) und Staubbiederschlag exemplarisch für die Deposition (Abbildung 7). Die Gutachter halten hierzu zusammenfassend fest [48]:

„[...] Das absolute Immissionsmaximum von Stickstoffdioxid (NO₂) wird ca. 5 km ost-nordöstlich des Schornsteins in Altenkessel ausgewiesen. Die maximalen Konzentrationen der sonstigen luftgetragenen Schadstoffe (inerte gasförmige Schadstoffe sowie Partikel) [...] liegen etwa 3,5 km ost-nordöstlich des Stahlwerks zwischen den Völklinger Ortsteilen Heidstock und Lilienthal. Ein sekundäres Konzentrationsmaximum wird für NO₂ östlich von Werbeln, einem Ortsteil von Wadgassen, ermittelt. Das sekundäre Maximum liegt in einem Steinbruch. Für die sonstigen Luftschadstoffe liegt das sekundäre Maximum ca. 500 m weiter südlich in einem Waldgebiet.“

„Das Maximum der Schadstoffdeposition (Staub und Staubinhaltsstoffe) wird direkt am Schornsteinstandort ausgewiesen. [...] Der Ort des maximalen Immissionsbeitrags in den nächstgelegenen Wohngebieten liegt am süd-westlich sowie am östlich der Saar gegenüberliegenden Ufer. Hier werden an der Hallerstraße sowie im Ortsteil Fürstenhausen an der Fürstenstraße die höchsten Depositionswerte berechnet.“

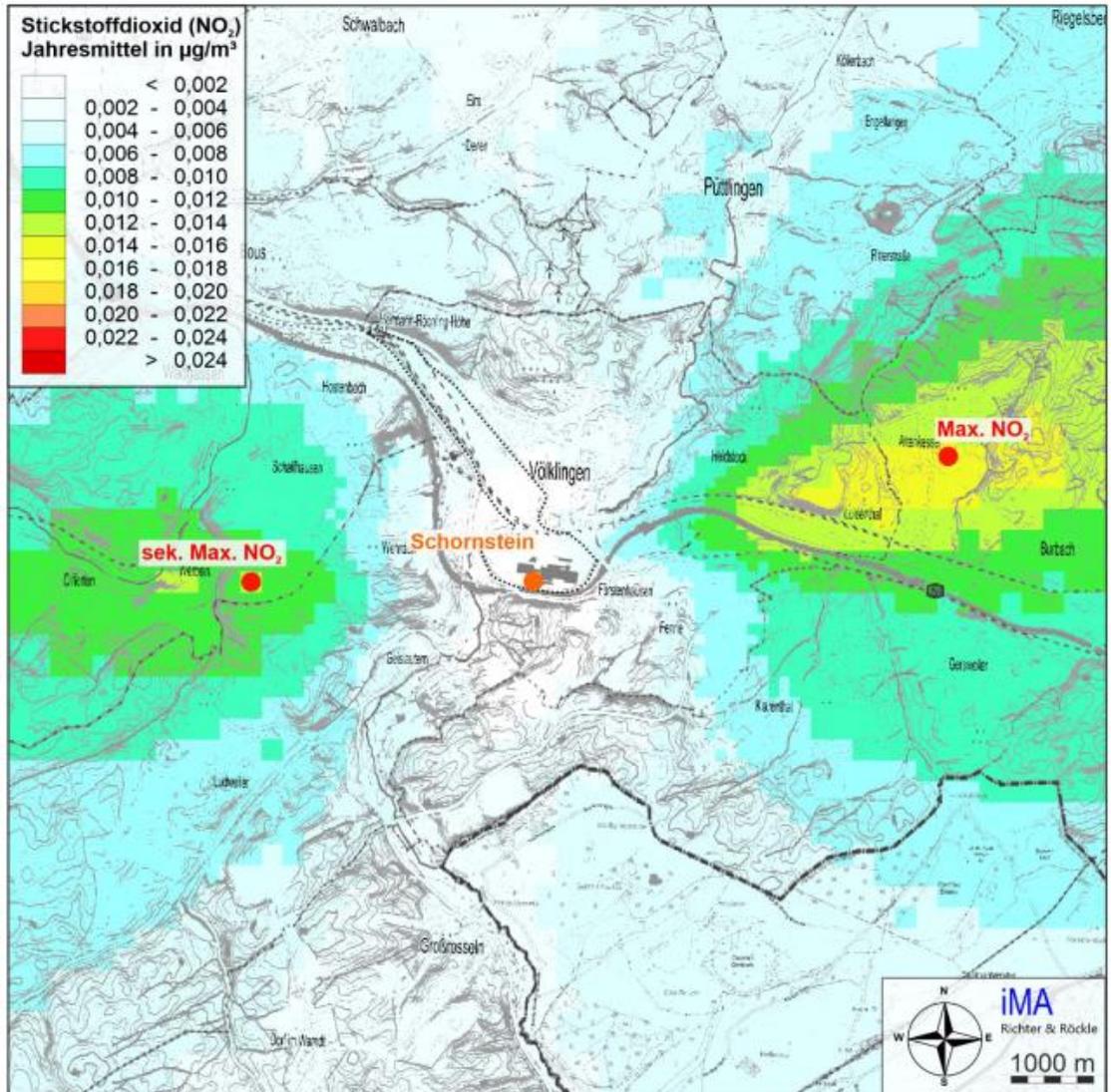


Abbildung 5. Immissionsbeitrag des geplanten EAF-Schornteins. Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung von Stickstoffdioxid NO₂ Quelle: [48], [49].

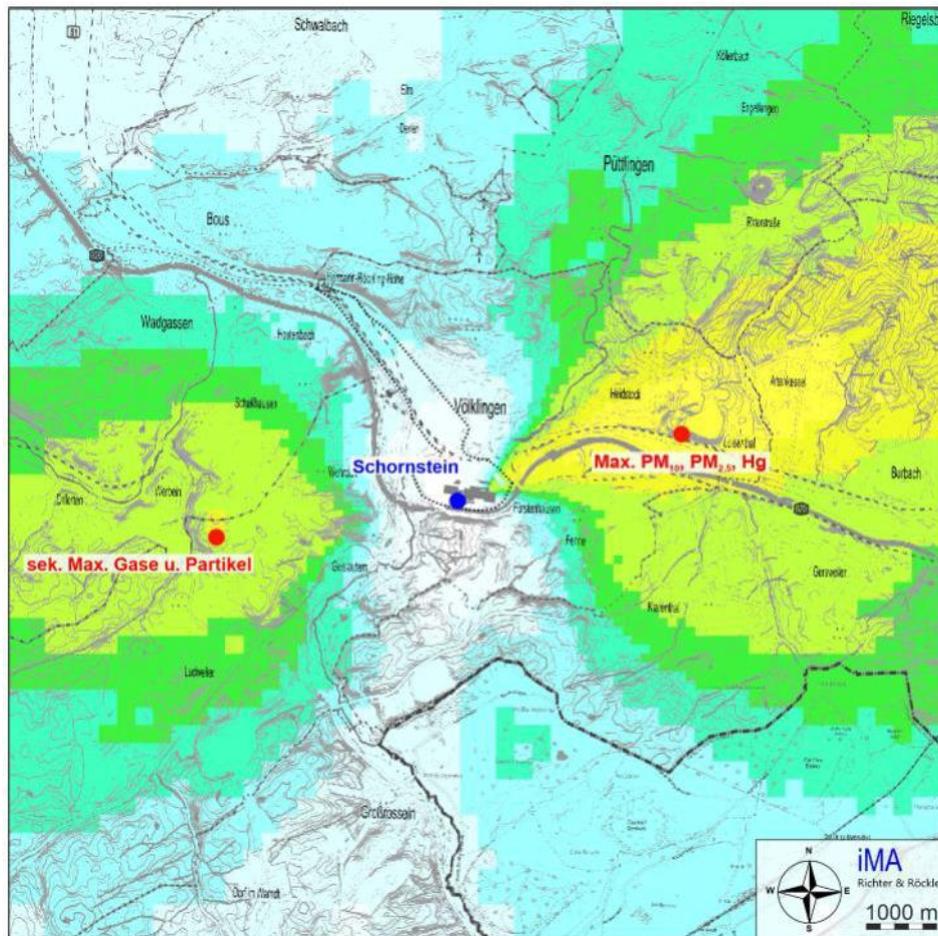


Abbildung 6. Immissionsbeitrag des geplanten EAF-Schornsteins. Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung von PM10 Quelle: [48], [49].

Im Ergebnis liegen die prognostizierten Immissionszusatzbelastungen des geplanten Vorhabens für die Konzentration aufgrund der Kaminhöhe von 121 m relativ weit vom Standort entfernt. Die maximalen Depositionsbelastungen außerhalb des Betriebsgeländes sind für Geislautern und Fürstenhausen berechnet (siehe Abbildung 6). Sie nehmen mit zunehmendem Abstand zur Quelle rasch ab.

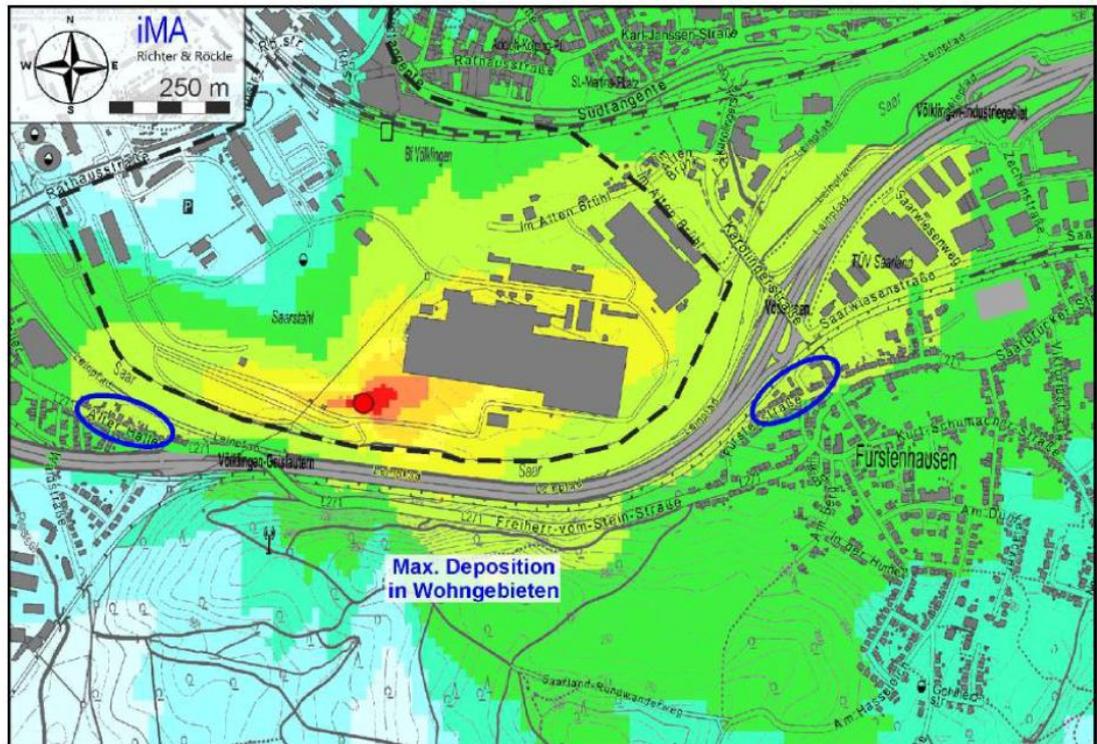


Abbildung 7. Immissionsbeitrag des geplanten EAF-Schornsteins. Räumliche Verteilung der Zusatzbelastung von Staubniederschlag. Quellen: [48], [49].

Es kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die Immissionssituation im Untersuchungsgebiet aller Voraussicht nach maßgeblich durch einwirkende Immissionen aus weiteren Quellen geprägt wird. Das sind insbesondere die Emissionen des LD-Stahlwerks der Saarstahl AG, aber auch weitere Emittenten, z. B. Verkehr und Hausbrand, die jeweils anteilig auf die im Beurteilungsgebiet vorherrschende Immissionssituation einwirken. Hierzu ist das Vorwissen der örtlichen Emissions- und Immissionsverhältnisse heranzuziehen. Da dieses Vorwissen nur eingeschränkt vorhanden ist, wurde eine ergänzende Ausbreitungsrechnung des LD-Stahlwerks zusammen mit dem neuen EAF betrachtet, um die Punkte der mutmaßlich höchsten Gesamtzusatzbelastung zu bestimmen ([48], [49]).

In Abbildung 8 und Abbildung 9 sind die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung der Gesamtzusatzbelastung aus EAF und LD-Stahlwerk dargestellt. Maxima für die berechneten Zusatzbelastungen von PM_{10} und Staubniederschlag sind in blau gekennzeichnet.

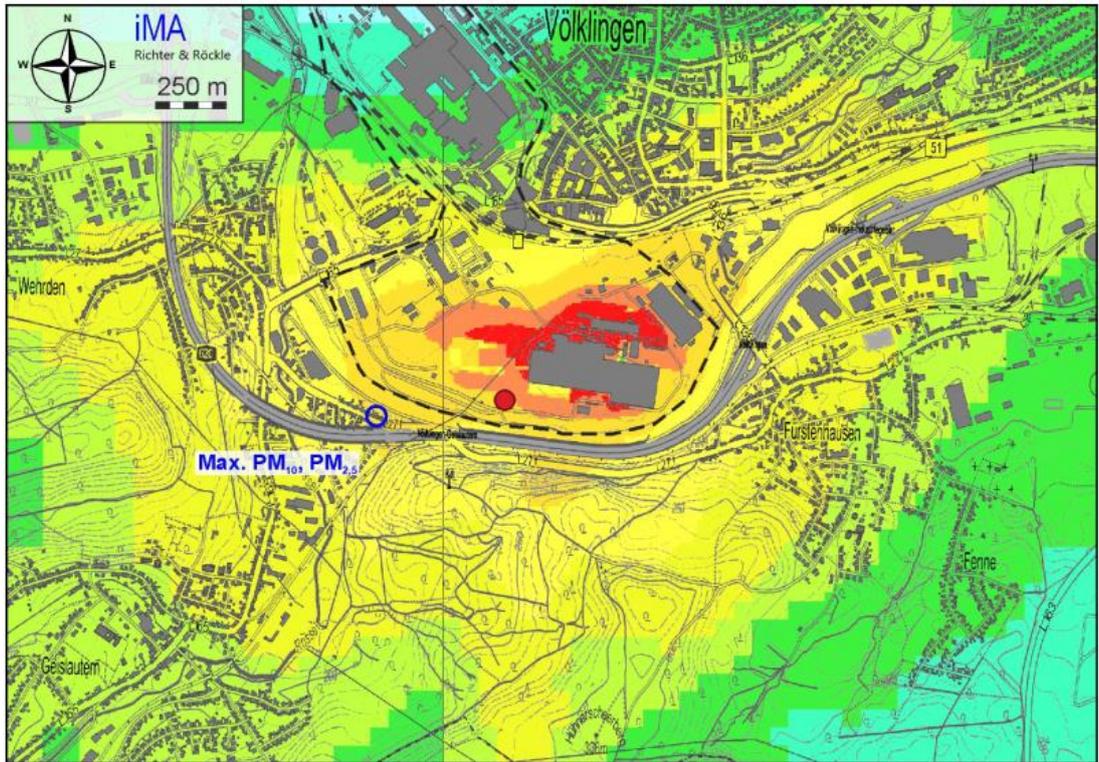


Abbildung 8. PM₁₀-Gesamtzusatzbelastung durch EAF + Stahlwerk (Quellen: [48], [49]).

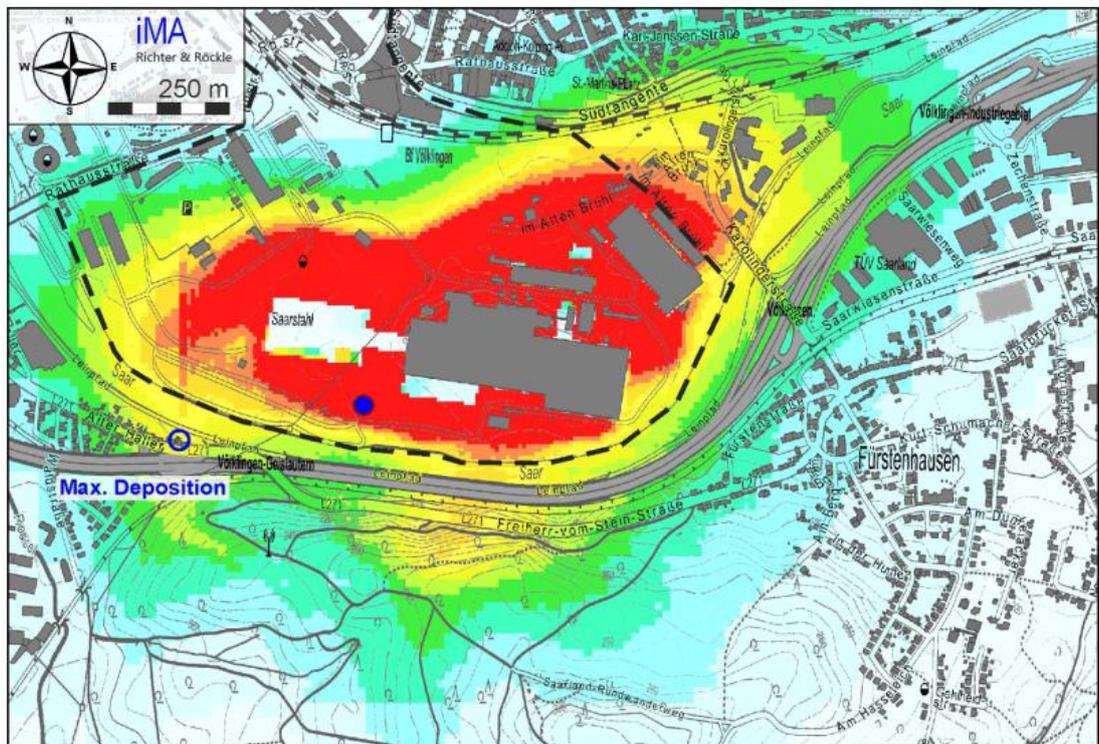


Abbildung 9. StN-Gesamtzusatzbelastung durch EAF + Stahlwerk (Quellen: [48], [49]).

\\S-GKN-FS02.MBBM-GROUP.COM\MALLEFIRMEN\Proj\172\M172445\M172445_03_Ber_1D.DOCX:26. 02. 2024

3.3 Vorwissen zur Emissions- und Immissionssituation

Als weitere Grundlage zur Messplanung stehen Daten des Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz – Saarland (LUA) zur Verfügung. Das LUA betreibt im Rahmen der flächendeckenden Überwachung der Luftqualität das Immissionsmessnetz Saar (IMMESA). Teil dieses Messnetzes ist die Station Völklingen-City (VKCY) im Stadtgebiet Völklingen (siehe Abbildung 10). An der Station VKCY werden die Parameter Partikel PM₁₀ inkl. Metallen Arsen, Blei, Cadmium und Nickel als Bestandteil der Partikel PM₁₀ sowie die Gase Stickstoffdioxid NO₂, Schwefeldioxid SO₂ und Ozon O₃ seit mehreren Jahren kontinuierlich ermittelt. Ergänzend finden am Standort meteorologische Messungen statt.

Die folgenden Tabellen zeigen für die Station VKCY die verfügbaren Immissionskenngrößen der hier relevanten Messparameter zum Zeitpunkt der Messplanung im Jahr 2022¹. Alle herangezogenen Beurteilungswerte wurden in den letzten Jahren sicher eingehalten. Die Ergebnisse dokumentieren zusammenfassend ein heterogen genutztes, städtisches Areal, in dem mit intensiven industriellen Nutzungen, Verkehr und Wohnnutzungen eine Reihe von Emittenten jeweils anteilig auf die Immissionssituation einwirken.

Tabelle 1. An der IMMESA Messstation Völklingen-City (VKCY) in den Jahren 2019 bis 2021 gemessene Kenngrößen der Partikel PM₁₀.

Jahr	Jahresmittel	Tagesmittel	
		Max. Wert	> 50 µg/m ³
Einheit	µg/m ³	µg/m ³	Anzahl
2019	15	49	0
2020	13	44	0
2021	13	63	1
Beurteilung	40	50 / 35*	

Quelle: Luftgüte im Saarland. IMMESA-Jahresberichte 2019 - 2021

* Der Immissionsgrenzwert für das Tagesmittel beträgt 50 µg/m³ bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr

Tabelle 2. An der IMMESA Messstation Völklingen-City (VKCY) in den Jahren 2019 bis 2021 gemessene Kenngrößen von Metallen als Bestandteil der Partikel PM₁₀.

Jahr	Arsen	Cadmium	Nickel	Blei
Einheit	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
2019	0,4	0,1	2,7	20
2020	0,4	0,2	2,9	50
2021	0,4	0,2	4,0	30
Beurteilung	6	5	20	500

Quelle: Luftgüte im Saarland. IMMESA-Jahresberichte 2019 - 2021

Hinweise zu Beurteilungswerten siehe oben

¹ Zum Zeitpunkt der Berichtstellung dieses Messberichtes liegen inzwischen auch Ergebnisse für das Jahr 2022 vor. Diese sind im Abschnitt 5 aufgeführt.

Tabelle 3. An der IMMESA Messstation VKCY in den Jahren 2019 bis 2021 gemessene Kenngrößen für Stickstoffdioxid NO₂.

Jahr	Jahresmittel
Einheit	µg/m ³
2019	18
2020	15
2021	15
Beurteilung	40*

Quelle: Luftgüte im Saarland. IMMESA-Jahresberichte 2019 - 2021

* Immissionsgrenzwert als Jahresmittelwert für das Kalenderjahr gem. 39. BImSchV

Neben der Station VKCY betreibt das LUA Messpunkte zur Erfassung des Staubniederschlags und von Metalldepositionen im Stadtgebiet Völklingen (siehe Abbildung 10 auf Seite 20). Die Ergebnisse für die Jahre 2019 bis 2021 sind in Tabelle 4 zusammengefasst [50].

Die herangezogenen Beurteilungswerte wurden in den letzten Jahren eingehalten. Ausgenommen davon sind Chrom mit Jahresmittelwerten bis 119 µg/(m² × d) und Nickel mit Jahresmittelwerten bis 20 µg/(m² × d).

Messungen von Quecksilber, PCDD/F+ WHO-PCB und PAK-Deposition werden in Völklingen und Umgebung nach Kenntnis der Unterzeichner aktuell nicht durchgeführt.

Tabelle 4. Jahresmittelwerte für Staubbiederschlag und die Metalldeposition im Messnetz des LUA für die Jahre 2019 bis 2021 [50].

	Mess- punkt	Staub g/(m ² x d)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	Tl	Zn
			µg/(m ² x d)									
2019	8	0,26	0,4	0,7	0,7	15	11	4	10	0,4	0,01	89
	9	0,08	1,2	0,5	1,4	89	11	9	25	0,9	0,04	184
	10	0,10	0,4	0,6	0,7	29	14	4	12	0,3	0,02	75
	11	0,09	0,5	1,1	0,9	119	7	6	24	0,4	0,02	177
	12	0,21	0,8	1,1	1,5	65	8	18	14	0,3	0,03	96
	SP3	0,06	0,4	1,1	0,5	25	6	5	14	0,5	0,02	83
	SP4	0,06	0,4	0,9	0,6	46	6	4	14	0,3	0,02	89
2020	8	0,15	0,8	0,4	0,8	16	9	4	11	0,4	0,04	85
	9	0,10	0,9	0,3	1,0	44	9	5	15	0,6	0,04	106
	10	0,11	0,7	0,5	0,7	25	7	4	17	0,3	0,03	71
	11	0,10	1,0	0,4	1,2	59	6	6	17	0,4	0,05	103
	12	0,19	0,8	0,6	1,1	49	8	16	18	0,4	0,04	109
	SP3	0,08	0,6	1,1	0,8	29	6	6	19	0,5	0,03	80
	SP4	0,11	0,8	0,5	1,0	58	7	6	17	0,4	0,04	103
2021	8	0,04	0,3	0,6	0,6	18	6	3	9	0,4	0,02	114
	9	0,09	1,4	0,6	1,5	72	11	7	27	0,8	0,04	190
	10	0,13	0,4	0,2	1,0	28	10	6	15	0,3	0,02	78
	11	0,07	0,5	0,6	1,1	87	7	9	33	0,5	0,03	232
	12	0,09	0,7	0,9	1,7	73	7	20	21	0,4	0,03	114
	SP3	0,06	0,4	0,2	1,2	23	7	6	22	0,5	0,02	74
	SP4	0,08	0,8	0,8	1,0	46	6	5	22	0,4	0,03	132

3.4 Auswahl und Festlegung der Messorte

Die Auswahl und Festlegung der konkreten Messorte erfolgte gemäß der in Abschnitt 3.1 dargestellten Zielsetzungen. Sie basieren auf der mit dem Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz und dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz abgestimmten Vorgehensweise und der gemeinsamen Ortseinsicht vom 28.09.2022 [52].

Tabelle 5. Informationen zu den Messpunkten.

MP-Nr.	Adresse und Bemerkung	Koordinaten	
		UTM	ETRS89 32N
MP 01a	In der Himmelwies, 66333 Völklingen-Geislautern. Standort der meteorologischen Messungen, Konzentration und Deposition	Ost	34 27 65
		Nord	54 559 19
MP 01b	Bootsanleger Nähe Rathausstr., 66333 Völklingen. Standort Deposition	Ost	34 29 01
		Nord	54 569 42
MP 02a	Str. des 13. Januar, 66333 Völklingen-Luisenthal. Standort Konzentration, Gelände Fa. Niederer	Ost	34 69 38
		Nord	54 569 42
MP 02b	Bootshaus, Karolingerstraße 11, 66333 Völklingen. Standort Deposition	Ost	34 43 11
		Nord	54 570 65

Für den MP 01a wurde unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen sowie dem verfügbaren Vorwissen eine Fläche auf dem Gelände der VSE Net GmbH südwestlich des Geländes der Saarstahl AG ausgewählt. Für die Beurteilung der Staubdeposition wurde in dieser Ausbreitungsrichtung zusätzlich ein zum Stahlwerk nähergelegener Messpunkt MP 01b an der Bootsanlegestelle der Saarbrücke Rathausstraße ausgewählt.

Weitere Messpunkte wurden in östlicher bzw. nordöstlicher Richtung in gleicher Strategie eingerichtet: Für die Beurteilung der Partikelkonzentration wurde ein Messpunkt MP 02a in Völklingen-Luisenthal installiert. Zur Beurteilung der Staubdeposition wurde ein zum Stahlwerk näher gelegener Messpunkt MP 02b am Kanu-Club unterhalb der Karolingerbrücke eingerichtet.

Eine fotografische Dokumentation der Messpunkte findet sich in Anhang A.

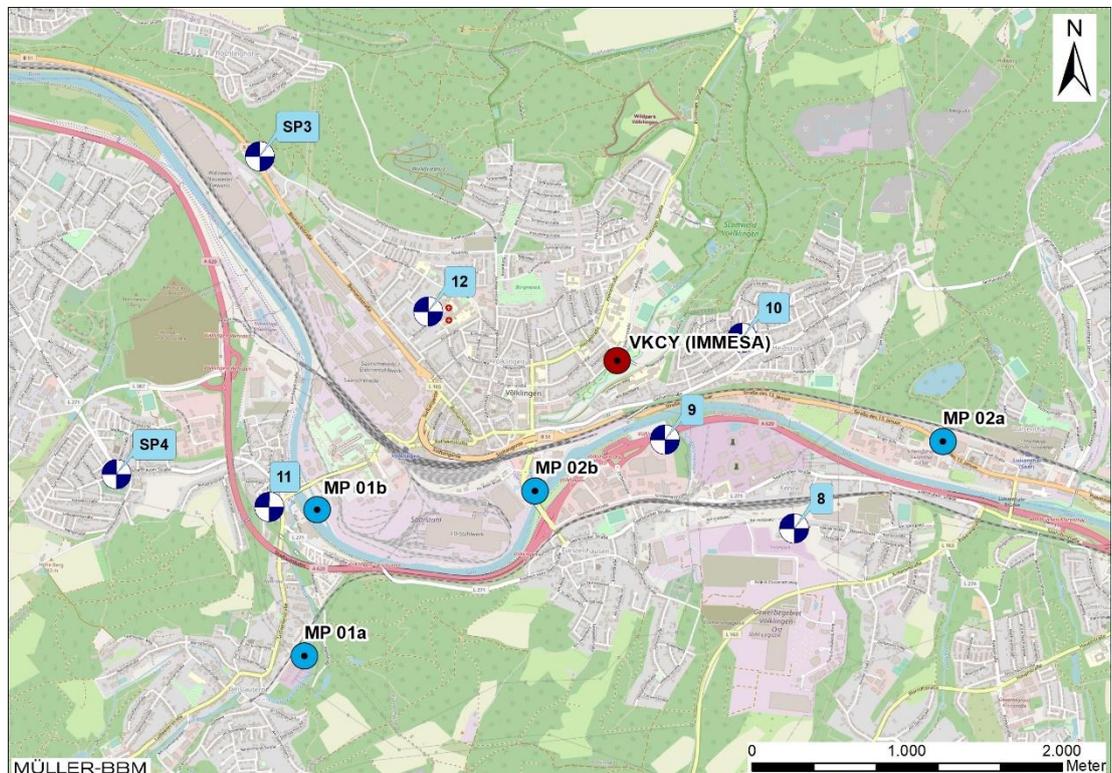


Abbildung 10. Räumliche Lage der Messpunkte MP 01a, MP 01b, MP 02a und MP 02b sowie der Messpunkte 8 bis 11, SP3 und SP4 aus dem internen Depositionsmessnetz des LUA und die Station VKCY in Völklingen.

3.5 Messzeitraum

Die Vorbelastungsmessungen wurden entsprechend den Vorgaben der TA Luft (2021) Nr. 4.6.2.4 über einen Messzeitraum von einem Jahr (29.09.2022 bis 29.09.2023) durchgeführt.

3.6 Messumfang

An den in Abschnitt 3.4 dargestellten Messpunkten MP 01a, MP 01b, MP 02a und MP 02b wurden die folgenden Komponenten messtechnisch bestimmt:

Tabelle 6. Messumfang an Messpunkten MP 01a, MP 01b, MP 02a und MP 02b.

Parameter	Messmethode	akkreditiert*	Mittelungsdauer je Probe	Messpunkte
Partikel PM ₁₀ (Schwebstaub)	grav. Referenzmessverfahren nach DIN EN 12341 (2023-10)	Ja	24 Stunden (Kalendertag)	MP 01a, MP 02a
Partikel PM _{2,5} (Schwebstaub)	grav. Referenzmessverfahren nach DIN EN 12341 (2023-10)	Ja	24 Stunden (Kalendertag)	MP 01a, MP 02a
Metalle im PM ₁₀ (Schwebstaub)	Analytik mittels ICP-MS gemäß VDI 2267 Blatt 1 (2019-12) bzw. DIN EN 14902 (2005-10)	Ja	Monatsmischprobe aus Tagesproben	MP 01a, MP 02a
Benzo(a)pyren im PM ₁₀ (Schwebstaub)	Analytik mittels GC-MS gemäß DIN EN 15549 (2008-06)	Ja	Monatsmischprobe aus Tagesproben	MP 01a, MP 02a
Staubniederschlag StN (Deposition)	Sammlung in Auffanggefäßen nach VDI 4320 Bl. 2 (2012-01)	Ja	30 ±2 Tage	MP 01a, MP 01b, MP 02b
Metalle im Staubniederschlag (Deposition)	Analytik mittels ICP-MS gem. VDI 2267 Bl. 2 (2019-02) bzw. DIN EN 15841 (2010-04)	Ja	30 ±2 Tage	MP 01a, MP 01b, MP 02b
Deposition von Quecksilber	Sammlung in Glasgefäßen und Analytik gemäß DIN EN 15853 (2010-11)	Ja	30 ±2 Tage	MP 01a, MP 01b, MP 02b
Deposition von PAK inkl. Benzo(a)pyren	Sammlung in Glasgefäßen vom Typ Trichter-Flasche und GC/MS-Analytik, DIN EN 15980 (2011-08)	Ja	ca. 30 Tage	MP 01a, MP 01b, MP 02b
Deposition von Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB (PCDD/F + dl-PCB)	Sammlung in Glasgefäßen und GC/HRMS-Analytik gemäß VDI 2090 Bl. 1 (2001-01)	Ja	Quartalsmittelwerte (aus Monatsproben)	MP 01a, MP 01b, MP 02b
Konzentrationen von Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB (PCDD/F + dl-PCB)	Aktive Anreicherung an Planfiltern und PU-Schäumen, Analytik mittels GC/HRMS gem. VDI 3498 Bl. 2 (2002-07)	Ja	Quartalsmittelwerte (aus 2-Wochen-Proben)	MP 01a, MP 02a
Stickstoffdioxid NO ₂	Sammlung durch Passivsammler, Analytik mittels Fotometrie gemäß DIN EN 16339 (2013-11)	Ja	30 ±2 Tage	MP 01a, MP 02b
Windrichtung und -geschwindigkeit (Meteorologie)	Messung mit Schalenanemometer und Windfahne gemäß VDI 3786 Blatt 2 (2018-05)	Ja	Kontinuierlich, z. B. Bildung von Stundenmittelwerten	MP 01a

* gem. unserer Akkreditierungsurkunde D-PL 14119-01-03 durch die DAkKS akkreditiert

Eine detaillierte Beschreibung der eingesetzten Messverfahren folgt in Abschnitt 4.

3.7 Beurteilungskriterien der Messkomponenten

Die Beurteilung einer Immissionsbelastung erfolgt durch den Vergleich gemessener Immissionskenngößen (z. B. Mittelwerte) mit entsprechenden Beurteilungswerten. Hierbei sind der zeitliche Bezug (z. B. Jahresmittelwert), die Verbindlichkeit (z. B. Immissionswert) und das Schutzzut (z. B. menschliche Gesundheit) zu berücksichtigen.

Bei anlagenbezogenen Immissionsmessungen sind grundsätzlich zunächst die Immissionswerte der TA Luft heranzuziehen. Sie sind identisch mit den Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV, so dass immissionsseitig sowohl mit als auch ohne Anlagenbezug eine im Wesentlichen homogene Beurteilungsgrundlage existiert [2], [3].

Darüber hinaus existieren noch weitere, jedoch nicht unmittelbar rechtsverbindliche Beurteilungskriterien. Sie können in der Regel dann zur Beurteilung herangezogen werden, wenn für Messkomponenten in der TA Luft oder der 39. BImSchV keine Immissionswerte bzw. Immissionsgrenzwerte vorliegen. Hierzu zählen unter anderem die *Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung* und *Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung* der Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI). Mitglieder der LAI sind die Abteilungsleiterinnen und Abteilungsleiter der für den Immissionsschutz zuständigen obersten Behörden der Länder und des Bundes. Das Fachgremium veröffentlicht regelmäßig Handlungsempfehlungen und Auslegungshinweise zu Fragen der Lufteinhaltung und des Immissionsschutzes, z. B. den Bericht „*Bewertung von Luftschadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind*“ [5].

4 Messverfahren

4.1 Partikel PM₁₀ (Konzentration)

Richtlinie:

DIN EN 12341: Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes [16], [17]

Die Probenahme erfolgte ca. 2 m über Grund kalendertäglich durch Ansaugen der Umgebungsluft, Abtrennung der Partikel > PM₁₀ und Abscheidung der PM₁₀-Fraktion an Planfiltern. Zur Probenahme wurden Low-Volume-Sampler LVS 3.1 (KleinfILTERgeräte) mit geregelter Pumpe sowie Filterwechsler des Typs PNS16T und PM₁₀-Abscheidköpfe der Firma Comde-Derenda GmbH eingesetzt.

Transport und Lagerung der Filter erfolgte in geschlossenen Filtermagazinen und in klimatisierten Räumen (isolierter Transportbehälter mit Kühlelementen, Labor). Die Filterwechsler sind mit einer Peltierkühlung versehen, die die Filter auf einer Temperatur < 20 °C hält. Die Filter wurden jeweils 24 h lang beaufschlagt und vor und nach der Beaufschlagung richtlinienkonform konditioniert und gewogen. Alle beprobten Filter wurden tagscharf bzw. datumsgenau zurückgestellt, um nachträgliche Inhaltsstoffanalysen zu ermöglichen. Zur Qualitätssicherung wurden Blindproben mitgeführt.

Analysenwaage:	Sartorius, Typ MSA225-100-DA/DI PMV-Nr. 8033/8034
Probenahmesystem:	Low-Volume-Sampler (LVS 3.1) inkl. Filterwechsler Typ PNS16T, Firma Comde-Derenda GmbH
	MP 01a: LVS 3.1: PMV-Nr. 9891; PNS-16: PMV-Nr. 7784
	MP 02a: LVS 3.1 Tower: PMV-Nr. 9821
Filtermedium:	Quarzfaserfilter, Munktell MK360, Durchmesser 47 mm
Bestimmungsgrenze:	3 µg/m ³ bei ca. 55 m ³ Probenvolumen
Beurteilungskriterium:	40 µg/m ³ als Jahresmittelwert 50 µg/m ³ als Tagesmittelwert (mit 35 zulässigen Überschreitungen) [2], [3]
Messunsicherheit:	< 25 % (erw. Messunsicherheit bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k = 2 gemäß Datenqualitätszielen für ortsfeste Messungen [2])

4.2 Partikel PM_{2,5} (Konzentration)

Richtlinie:

DIN EN 12341: Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes [16], [17]

Die Probenahme erfolgte ca. 2 m über Grund kalendertäglich durch Ansaugen der Umgebungsluft, Abtrennung der Partikel > PM_{2,5} und Abscheidung der PM_{2,5}-Fraktion an Planfiltern. Zur Probenahme wurden Low-Volume-Sampler LVS 3.1 (KleinfILTERgeräte) mit geregelter Pumpe sowie Filterwechsler des Typs PNS16T und PM₁₀-Abscheidköpfe der Firma Comde-Derenda GmbH eingesetzt.

Transport und Lagerung der Filter erfolgte in geschlossenen Filtermagazinen und in klimatisierten Räumen (isolierter Transportbehälter mit Kühlelementen, Labor). Die Filterwechsler sind mit einer Peltierkühlung versehen, die die Filter auf einer Temperatur < 20 °C hält. Die Filter wurden jeweils 24 h lang beaufschlagt und vor und nach der Beaufschlagung richtlinienkonform konditioniert und gewogen. Alle beprobten Filter wurden tagscharf bzw. datumsgenau zurückgestellt.

Analysenwaage:	Sartorius, Typ MSA225-100-DA/DI PMV-Nr. 8033/8034
Probenahmesystem:	Low-Volume-Sampler (LVS 3.1) inkl. Filterwechsler Typ PNS16T, Firma Comde-Derenda GmbH MP 01a: LVS 3.1: PMV-Nr. 10037; PNS-16: PMV-Nr. 7608 MP 02a:LVS 3.1: PMV-Nr. 10035; PNS-16: PMV-Nr. 6467
Filtermedium:	Quarzfaserfilter, Munktell MK360, Durchmesser 47 mm
Bestimmungsgrenze:	3 µg/m ³ bei ca. 55 m ³ Probenvolumen
Beurteilungskriterium:	25 µg/m ³ als Jahresmittelwert [2], [3]
Messunsicherheit:	< 25 % (erw. Messunsicherheit bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k = 2 gemäß Datenqualitätszielen für ortsfeste Messungen [2])

4.3 Metalle im PM₁₀ (Konzentration)

Richtlinien:

DIN EN 14902: Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM₁₀-Fraktion des Schwebstaubes [18]

VDI 2267 Blatt 1: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Elementkonzentration nach Filterprobenahme, Bestimmung von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V und Zn mithilfe von Graphitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS), optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) und induktiv gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) [19]

Die gemäß Nr. 4.1 gesammelten Proben wurden jeweils monatlich im Hinblick auf die Analyse der Metalle As, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl und V aufgearbeitet und nach VDI 2267, Blatt 1, mittels ICP-MS analysiert. Der Aufschluss erfolgte als geschlossener Mikrowellenaufschluss mit HNO₃/HF/H₂O₂. Es wurden definierte Teilmengen der Filter verwendet, um weitere Inhaltsstoffanalysen durchführen zu können. Teilproben der Aufschlusslösungen wurden zusätzlich für ggf. notwendige Nachanalysen entsprechend zurückgestellt.

Analysengerät:	ICP-MS, Firma Thermo, Typ ICAP RQ, PMV-Nr. 11478
Analysebedingungen:	Hot Plasma (ca. 8000 K)
Kalibrierverfahren:	5-Punktkalibrierung mit internem Standard (Rh-103)
Bestimmungsgrenzen:	siehe Tabelle 7
Beurteilungskriterien:	siehe Tabelle 7

Messunsicherheit: Elementabhängig, z. B. Pb: < 25 %, As, Cd und Ni: < 40% (erw. Messunsicherheiten bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k = 2 gemäß Datenqualitätszielen für ortsfeste Messungen [2])

Tabelle 7. Analytische Bestimmungsgrenzen für Metalle als Bestandteil der Partikel PM₁₀ sowie Gegenüberstellung zu den Beurteilungswerten.

Metall	Bestimmungsgrenze BG Metall im PM ₁₀ *	Beurteilungswert		Anteil BG an Beurteilungswert %
		ng/m ³	Quelle	
Arsen	As	0,06	6	1) ≤ 1
Cadmium	Cd	0,006	5	1) ≤ 1
Kobalt	Co	0,06	100	3) ≤ 1
Chrom	Cr	0,06	17	7) ≤ 1
Kupfer	Cu	0,06	100	4) ≤ 1
Mangan	Mn	0,06	150	8) ≤ 1
Nickel	Ni	0,06	20	1) ≤ 1
Blei	Pb	0,06	500	2) ≤ 1
Antimon	Sb	0,06	80	3) ≤ 1
Zinn	Sn	0,06	1.000	5) ≤ 1
Thallium	Tl	0,006	280	6) ≤ 1
Vanadium	V	0,06	20	9) ≤ 1
Zink	Zn	0,06	1.000	10) ≤ 1

* Typische Bestimmungsgrenzen (BG), bezogen auf den Aufschluss von 30 x 1/4 Filter, bei einem Probenahmevolumen von 55,2 m³ je Filter. Die Nachweisgrenzen sind in der Regel um den Faktor 2 niedriger als die angegebenen Bestimmungsgrenzen.

¹⁾ Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV ²⁾ Immissionswert gemäß Nr. 4.2.1 TA Luft

³⁾ Eikmann et al. 1999, Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen

⁴⁾ 1/100 MAK für Kupfer und seine Verbindungen (MAK- und BAT-Werte-Liste 2018)

⁵⁾ 1/100 AGW für organische Zinnverbindungen (TRGS 900, Ausgabe 10/2000)

⁶⁾ FoBIG 1995, Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe ⁷⁾ Orientierungswert gemäß LAI, 2004

⁸⁾ WHO - Air Quality Guidelines, 2001 ⁹⁾ Zielwert gemäß LAI, 1997 ¹⁰⁾ 1/100 MAK für Zink und seine anorganischen Verbindungen, alveolengängige Fraktion (MAK- und BAT-Werte-Liste 2018)

4.4 Benzo(a)pyren im PM₁₀ (Konzentration)

Richtlinien:

DIN EN 15549: Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo(a)pyren in der Luft [22]

DIN ISO 16362: Außenluft – Bestimmung partikelgebundener aromatischer Kohlenwasserstoffe mit Hochleistungs-Flüssigchromatographie

Die Probenahme erfolgte wie unter 4.1 beschrieben. Nach erfolgter gravimetrischer Auswertung wurden definierte Teilmengen der beaufschlagten Filter verwendet (siehe Metalle im PM₁₀, Nr.4.3) und als Monatsmischproben auf Benzo(a)pyren analysiert. Zur Qualitätssicherung wurden Blindproben mitgeführt.

Die Bestimmung des Benzo(a)pyren erfolgte mittels GC/MS.

Probenahmesysteme:	Siehe Abschnitt 4.1 zu Partikel PM ₁₀
Analysengerät:	Thermo Trace GC Ultra/MS ISQ PMV-Nr. 8344/8345 Shimadzu GC-2010 plus/MS TQ 8040 PMV 10003/10004
Bestimmungsgrenze:	absolut: 4 ng/Probe relativ: 0,003 ng/m ³ (bei ca. 1.500 m ³ Probenvolumen)
Beurteilungskriterium:	1 ng/m ³ als Zielwert für das Kalenderjahr [2]
Messunsicherheit:	< 50 % (erw. Messunsicherheit bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k = 2, gemäß Datenqualitätsziel für ortsfeste Messungen [2])

4.5 Staubniederschlag StN (Deposition)

Richtlinie:

VDI 4320, Blatt 2: Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode [23]

Die Probenahme erfolgte durch Sammeln der deponierten Stäube in Bergerhoff-Auffanggefäßen aus Kunststoff mit einer lichten Weite von 12 cm. Die Gefäße wurden in Körben in einer Höhe von ca. 1,5 m über Grund exponiert. Die Expositionsdauer betrug 30 ±2 Tage. Der Probentransfer erfolgte in den verschlossenen Auffanggefäßen. Im Labor wurden die Proben richtlinienkonform in Bechergläser überführt, eingedampft und der Trockenrückstand gravimetrisch bestimmt. Zur Qualitätssicherung wurden die Messpunkte doppelt beprobt und Blindproben mitgeführt. Alle Depositionsproben wurden zurückgestellt, um ggf. nachträgliche Inhaltsstoffanalysen zu ermöglichen.

Analysenwaage:	Sartorius, Typ MSA225-100-DA/DI PMV-Nr. 8033/8034
Bestimmungsgrenze:	absolut: 1,5 mg/Probe relativ: 0,0044 g/(m ² × d) bei 30-tägiger Exposition
Beurteilungskriterium:	0,35 g/(m ² ×d) als Jahresmittelwert gemäß TA Luft [3]
Messunsicherheit:	< 25 % (erw. Messunsicherheit bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k = 2)

4.6 Metalle im Staubniederschlag (Deposition)

Richtlinien:

VDI 4320, Blatt 2 Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode [23]

VDI 2267 Blatt 2: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Ti, V und Zn als Bestandteil der atmosphärischen Deposition nach Probenahme mit Bulk- und Wet-only-Sammlern mittels GF-AAS, ICP-OES und ICP-MS [20]

DIN EN 15841: Luftbeschaffenheit - Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei und Nickel in atmosphärischer Deposition [21]

Die Probenahme erfolgte wie unter 4.5 beschrieben. Die Auffanggefäße wurden mit Salpetersäure ausgespült und die Staubproben in die Aufschlussgefäße überführt. Der Aufschluss erfolgte als geschlossener Mikrowellenaufschluss mit HNO₃/HF/H₂H₂.

Die Analyse erfolgte mittels ICP-MS.

Analysengerät: ICP-MS, Firma Thermo, Typ ICAP RQ, PMV-Nr. 11478

Messunsicherheit: Elementabhängig; < 70 % (erweiterte Messunsicherheiten bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k = 2 gemäß Datenqualitätsziel für ortsfeste Messungen [2])

Bestimmungsgrenze: siehe Tabelle 8

Beurteilungskriterium: siehe Tabelle 8

Tabelle 8. Analytische Bestimmungsgrenzen für Metalle als Bestandteil des Staubniederschlags (StN) sowie Gegenüberstellung zu den Beurteilungswerten.

Metall	Bestimmungsgrenze BG Metalle im StN *	Beurteilungswert		Anteil BG an Beurteilungswert	
		µg/(m ² d)	µg/(m ² d) Quelle		%
Arsen	As	0,04	4	1)	≤ 1
Cadmium	Cd	0,004	2	1)	≤ 1
Nickel	Ni	0,04	15	1)	≤ 1
Thallium	Tl	0,004	2	1)	≤ 1
Blei	Pb	0,04	100	1)	≤ 1
Kobalt	Co	0,04	80	3)	≤ 1
Chrom	Cr	0,04	41	2)	≤ 1
Kupfer	Cu	0,04	82	2)	≤ 1
Antimon	Sb	0,04	10	3)	≤ 1
Zinn	Sn	0,04	75	3)	≤ 1
Zink	Zn	0,04	329	2)	≤ 1
Vanadium	V	0,04	410	4)	≤ 1

* Typische Bestimmungsgrenzen, bezogen auf eine 30-tägige Probenahme

1) Immissionswert nach Nr. 4.5.1 TA Luft 2) Hilfswert, hergeleitet über Anlage 1 Tab. 3 der BBodSchV

3) Modifiziert nach Kühling/Peters (1994), bezogen auf einen Anreicherungszeitraum von 200 Jahren

4) LAI 1997

4.7 Quecksilberdeposition

Richtlinien:

DIN EN 15853: Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Quecksilberdeposition [30]

VDI 2267, Blatt 8: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von Quecksilber, Probenahme durch Sorption als Amalgam und Bestimmung mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit Kaltdampftechnik [31]

Die Probenahme erfolgte durch Sammeln der deponierten Stäube in Bergerhoff-Auffanggefäßen aus Glas mit einer lichten Weite von 8,7 cm. Die Auffanggefäße wurden in Körben in einer Höhe von ca. 1,5 m über Grund exponiert. Die Expositionsdauer betrug 30 ± 2 Tage. Nach der Exposition wurden die Proben ggf. mit 5 ml Salzsäure (30 %ige HCl) je Liter Probe stabilisiert. Der Proben transfer erfolgte in den verschlossenen Auffanggefäßen.

Im Labor wurde das Volumen der Proben bestimmt. Die Proben wurden ohne weitere Aufarbeitung hinsichtlich ihres Gehaltes an Quecksilber mittels Kaltdampf - AAS analysiert. Zur Qualitätssicherung wurden die Messpunkte doppelt beprobt und Blindproben mitgeführt.

Analysengerät:	Hg-Analysator, Nippon Instruments Cooperation, RA-4300, PMV-Nr. 9915
Kalibrierverfahren:	Standardkalibrierverfahren
Bestimmungsgrenze:	typisch 0,01 – 0,1 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ in Abhängigkeit der Niederschlagsmenge laboranalytisch: 0,025 $\mu\text{g}/\text{l}$
Beurteilungskriterium:	1 $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{d})$ als Jahresmittelwert gemäß TA Luft [3]
Messunsicherheit:	< 70 % (erw. Messunsicherheit bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von $k = 2$ gemäß Datenqualitätsziel für ortsfeste Messungen [2])

4.8 Benzo(a)pyren-Deposition

Richtlinien:

DIN EN 15980: Luftqualität – Bestimmung der Deposition von Benz[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[j]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen, Benzo[a]pyren, Dibenz[a,h]anthracen und Indeno[1,2,3-cd]pyren [25]

Die Probenahme erfolgte durch Sammeln der deponierten Stäube in oben offenen Gefäßen aus Glas (Bulk-Sammler vom Trichter-Flasche-Typ) mit einer Auffangfläche von 122,7 cm^2 . Die Auffanggefäße wurden in einer Höhe von ca. 1,5 m über Grund exponiert. Die Expositionsdauer betrug ca. 30 Tage. Der Proben transfer erfolgte in den verschlossenen Auffanggefäßen.

Die Bestimmung des Benzo(a)pyren erfolgte mittels GS/MS. Zur Qualitätssicherung wurden die Messpunkte doppelt beprobt und Blindproben mitgeführt.

Analysengerät:	Thermo Trace GC Ultra/MS ISQ PMV-Nr. 8344/8345 Shimadzu GC-2010 plus/MS TQ 8040 PMV-Nr. 10003/10004
Bestimmungsgrenze:	absolut: 1 ng/Probe (analytisch) relativ: 0,003 µg/(m ² ×d) (bei Exposition von 30 Tagen)
Beurteilungskriterium:	0,5 µg/(m ² ×d) als Jahresmittelwert gemäß TA Luft 2021 [3]
Messunsicherheit:	< 50 % (erw. Messunsicherheit bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k = 2)

4.9 PCDD/F und PCB im Staubniederschlag (Deposition)

Richtlinie:

VDI 2090, Blatt 1: Messen von Immissionen – Bestimmung der Deposition von schwerflüchtigen organischen Substanzen – Bestimmung der PCDD/F-Deposition; Bergerhoff-Probenahme und GC/HRMS-Analyse [26]

VDI 4320, Blatt 2: Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode [23]

Die Probenahme erfolgte durch Sammeln der deponierten Stäube in Bergerhoff-Auffanggefäßen aus Glas. Die Gefäße wurden in Körben in einer Höhe von ca. 1,5 m über Grund exponiert. Gemäß VDI 2090, Blatt 1 wurden zur Erzielung ausreichender Bestimmungsgrenzen fünf entsprechend vorgereinigte Sammelgefäße aus Glas beprobt. Zur Absicherung gegenüber Probenverlust durch Glasbruch oder Frostschäden wurden je Messstelle zusätzliche Sammelgefäße exponiert.

Die Analyse der gewonnenen Monatsproben (30 ±2 Tage) erfolgte quartalsweise nach vorgeschriebener Probenvorbereitung mittels Gaschromatographie und nachgeschalteter hochauflösender Massenspektrometrie (GC/HRMS). Die Analysen der Depositionsproben auf PCDD/F und PCB wurden durch eine dafür akkreditierte und bekanntgegebene Messstelle durchgeführt (münster analytical solution GmbH, 48149 Münster: DIN EN ISO/IEC 17025/2018, D-PL-19582-01-00).

Bestimmungsgrenze:	WHO-PCDD/F-TEQ (2005): 1,27 pg/(m ² × d) (upper bound) WHO-PCB-TEQ (2005): 0,818 pg/(m ² × d)
Beurteilungskriterium:	9 pg WHO-TEQ/(m ² × d) als Jahresmittelwert TA Luft [3]
Messunsicherheit:	< 23,5 % für WHO-PCDD/F-TEQ (2005): < 28,6 % für WHO-PCB-TEQ (2005) Relative analytische Messunsicherheiten bei einem Vertrauensbereich von 95 %, Erweiterungsfaktor von k = 2

4.10 PCDD/F und PCB in der Außenluft (Konzentration)

Richtlinien:

VDI 3498, Blatt 2: Messen von Immissionen – Messen von Innenraumluf – Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen; Verfahren mit kleinem Filter [27].

VDI 2463, Blatt 7: Messen von Partikeln – Erfassung von Schwebstaub und gasförmigen chemischen Verbindungen in der Außenluft und Innenraumluf, aktive Probenahme mittels Low-Volume-Sampler [28].

VDI 2463, Blatt 8: Messen von Partikeln – Erfassung von Schwebstaub und gasförmigen chemischen Verbindungen in der Außenluft und Innenraumluf, nicht fraktionierendes Probenahmesystem für Low-Volume-Sampler (LVS) [29].

Die Probenahme erfolgte durch Ansaugen der Umgebungsluft gemäß VDI 2463 Blatt 7 und Blatt 8. Der Probenahmekopf wurde gegenüber der VDI 2463 Blatt 8 um eine Hülse mit Polyurethanschaumfiltern erweitert. Die in der Luft dispergierten Partikel wurden auf einem Glasfaserfilter abgeschieden, filtergängige Stoffe wurden von zwei nachgeschalteten Polyurethanschaumfiltern adsorbiert.

Zur Probenahme wurden geregelte Pumpen des Typs LVS 3.1 oder MVS 6.1 mit entsprechendem Abscheidkopf für die Bestimmung von PCDD/F, PCB und anderen schwerflüchtigen Substanzen der Firma Derenda eingesetzt. Transport und Lagerung der Filter und Polyurethanschäume erfolgte in geschlossenen, lichtgeschützten Glasgefäßen. Durch Probenahmezeiträume von etwa 14 Tagen bei einem geregelten Probenahmestrom wurde gemäß VDI 3498 Blatt 2 die zeitliche Repräsentanz der Ergebnisse bei Probenahmestromen kleiner 1.500 m³ sichergestellt.

Die Analyse der gewonnenen 2-Wochenproben (14 ±2 Tage) erfolgte quartalsweise nach vorgeschriebener Probenvorbereitung mittels Gaschromatographie und nachgeschalteter hochauflösender Massenspektrometrie (GC/HRMS). Die auf dem Glasfaserfilter abgeschiedenen und im PU-Schaum adsorbierten PCDD/F und dioxinähnlichen PCB wurden dabei extrahiert und in einem mehrstufigen Trennungsprozess von störenden Komponenten gereinigt.

Die Analysen der Probenträger auf PCDD/F und PCB wurden durch eine dafür akkreditierte und bekanntgegebene Messstelle durchgeführt (münster analytical solution GmbH, 48149 Münster: DIN EN ISO/IEC 17025/2018, D-PL-19582-01-00.

Probenahmesystem:	Low-Volume-Sampler (LVS 3.1/MVS 6.1) Firma Comde-Derenda GmbH MP 01a: MVS 6.1: PMV-Nr. 11453 MP 02a: MVS 6.1: PMV-Nr. 7607
Bestimmungsgrenze: (upper bound)	WHO-PCDD/F-TEQ: 1,27 fg/m ³ WHO-PCB-TEQ: 0,82 fg/m ³
Beurteilungskriterium:	150 fg WHO-TEQ/m ³ (LAI)
Messunsicherheit:	< 25 % (erw. Messunsicherheit bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k=2)

4.11 Stickstoffdioxid (NO₂)

Richtlinie:

DIN EN 16339: Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler [37]

Die Funktionsweise der Passivsammler basiert auf der Anreicherung von Stickstoffdioxid (NO₂) an einem geeigneten Adsorbens ohne aktive Probenahme. Das Probenahmesystem besteht aus einem Kunststoffröhrchen, an dessen einen Ende sich ein mit Triethanolamin imprägniertes Edelstahl-Drahtsieb als Adsorbens befindet. Das in der Außenluft enthaltene Stickstoffdioxid (NO₂) wird durch Diffusion zu diesem Adsorbens transportiert und dort adsorbiert. Anschließend wurde die Stickstoffdioxidmenge im Labor nach wässriger Extraktion und Umsetzung mit Farbreagenz als Nitrit mittels Fotometrie analysiert. Aus der Analytmenge, dem Expositionszeitraum und der Sammelrate wird die mittlere Konzentration im Expositionszeitraum berechnet.

Gegenüber dem Referenzverfahren zur Bestimmung von Stickstoffdioxid (NO₂) weisen die Ergebnisse der Passivsammlermessungen eine erhöhte Unsicherheit auf. Nach Untersuchungen des LANUV NRW sowie auf der Basis eigener Untersuchungen können für Jahresmittelwerte die Anforderungen der EU an die Datenqualität für ortsfeste, kontinuierliche Messungen jedoch eingehalten werden [43] bis [46].

Adsorptions- einrichtungen	Sammelröhrchen NO ₂ (passam ag) Komplexierung mit Triethanolamin, Diffusionsbarriere (gesintertes Glas, Typ Vitrapor, ROBU, Porositätsklasse 0, Porenweite 160 – 250 µm)
Expositionsdauer:	etwa 30 Tage
Expositionshöhe:	2 – 4 m über Grund
Probentransfer:	verschlossene Sammelröhrchen
Probenlagerung:	lichtgeschützt, Temperatur < 20°C
UV-VIS-Fotometer:	Perkin-Elmer Lambda 35, PMV-Nr. 8075
Wellenlänge:	550 nm
Standards:	Nitritlösungen als externe Standards
Querempfindlichkeiten:	keine
Sammelrate:	0,734 ml/min (gemäß [44])
Bestimmungsgrenze:	absolut: 0,05 µg/Probe relativ: 1,7 µg/m ³ bei 30-tägiger Exposition
Beurteilungskriterium:	40 µg/m ³ als Jahresmittelwert gemäß TA Luft [3]
Messunsicherheit:	< 15 % (erweiterte Messunsicherheit bei einem Vertrauensbereich von 95 % und einem Erweiterungsfaktor von k = 2)

4.12 Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Richtlinien:

VDI 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen [38]

VDI 3786, Blatt 2 (2018-05): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen für Fragen der Luftreinhaltung – Wind [39]

Die meteorologischen Größen Windrichtung und Windgeschwindigkeit wurden mit einer automatischen Messstation am Messpunkt MP 01 erfasst und gespeichert.

Die Messdaten werden mit einem automatischen Datenlogger erfasst, zu Mittelwerten verdichtet und täglich mittels Modem in einer Messnetzzentrale dokumentiert und gesichert.

Messsystem:	Datalogger DLx MET, Adolf Thies GmbH & Co. KG Genauigkeit: $\pm 0,2$ % der Messspanne Messhäufigkeit: kontinuierliche Messung Mittelung: 10 Minuten
Windgeschw.:	Schalensternanemometer „compact“, Typ 4.3519.00.200 PMV-Nr. 12300 Messbereich: 0,5 ... 50 m/s Genauigkeit: 0,5 m/s bzw. 3 % v. Mittelwert Messhöhe: 10 m
Windrichtung:	Windfahne „compact“, Typ 4.3129.60.000 PMV-Nr. 12299 Messbereich: 0 ... 360 ° Genauigkeit: ± 2 ° Messhöhe: 10 m

4.13 Qualitätsmanagement, Akkreditierungen, qualitätssichernde Maßnahmen

Die Müller-BBM Industry Solutions GmbH betreibt ein Qualitätsmanagementsystem und ein nach der DIN ISO 45001 [40] zertifiziertes Managementsystem für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit.

Das Prüflaboratorium für Schall und Schwingungen, elektromagnetische Felder und Licht, Immissionsschutz und Gefahrstoffe und das Akustische Prüflaboratorium sowie das Kalibrierlaboratorium für Beschleunigung und akustische Messgrößen sind durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025 [41] akkreditiert.

Die Müller-BBM Industry Solutions GmbH ist gemäß § 29b des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG [1]) i. V. m. der Bekanntgabeverordnung (41. BImSchV [42]) als sachverständige Stelle bekannt gegeben. Die Bekanntgabe umfasst die Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Luftverunreinigungen, Geräuschen und Erschütterungen, die Überprüfung des ordnungsgemäßen Einbaus und der Funktion sowie die Kalibrierung kontinuierlich arbeitender Emissionsmeseinrichtungen und die Überprüfung von Verbrennungsbedingungen.

Detaillierte Informationen hinsichtlich der Stoff- und Tätigkeitsbereiche gemäß der Gruppeneinteilung der 41. BImSchV sind im [Recherchesystem Messstellen und Sachverständige](#) (www.resymesa.de) veröffentlicht. Weitere Informationen finden Sie unter www.muellerbbm.de/qualitaet.

Neben den allgemeinen, im Qualitätsmanagement der Fa. Müller-BBM beschriebenen Maßnahmen wurden folgende spezifische Vorgehensweisen berücksichtigt:

Für alle Messparameter wurden über den Messzeitraum hinweg wiederholt Leerwerte (Blindproben) mit analysiert, aus deren Ergebnissen die Nachweisgrenze des jeweiligen Verfahrens ermittelt werden kann. Zur Absicherung gegen Probenverlust durch Kontamination wurden bei den Staubniederschlagsmessungen und Messungen der Quecksilberdeposition jeweils zwei Bergerhoff-Sammler beprobt. Auch für Messungen der Depositionen von PCDD/F und PCB wurden zusätzliche Sammelgefäße exponiert.

Die eingesetzten Partikel-Messgeräte sowie PCDD/F und PCB Pumpen sind mit einer lokalen Datenerfassung zur Zwischenspeicherung vor Ort ausgerüstet. Diese Messdatenerfassung ist jeweils über ein GSM-Modem mit der Messnetzzentrale der Firma Müller-BBM verbunden, so dass eine kontinuierliche Qualitätssicherung bzw. Plausibilitätsprüfung per Fernüberwachung erfolgen konnte. Die Überwachung erfolgte anhand von Statussignalen, mit denen sich die Funktionsfähigkeit der Geräte beurteilen lässt.

Messungen mit Passivsammlern wurden grundsätzlich als Doppelbeprobung durchgeführt. Weiterhin werden regelmäßig Vergleichsmessungen zu den kontinuierlichen Referenzmessverfahren durchgeführt.

5 Ergebnisse und Bewertung

5.1 Meteorologische Situation im Messzeitraum

Zur Beurteilung der lufthygienischen Situation wurden meteorologische Messungen am Messpunkt MP 01a durchgeführt. In Abbildung 11 ist die Häufigkeitsverteilung der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023 dargestellt.

Die Windrose wird von südwestlichen Windrichtungen dominiert. Ein Sekundärmaximum liegt für Windrichtungen aus Nordosten vor. Insgesamt waren am Standort geringe Windgeschwindigkeiten vorherrschend².

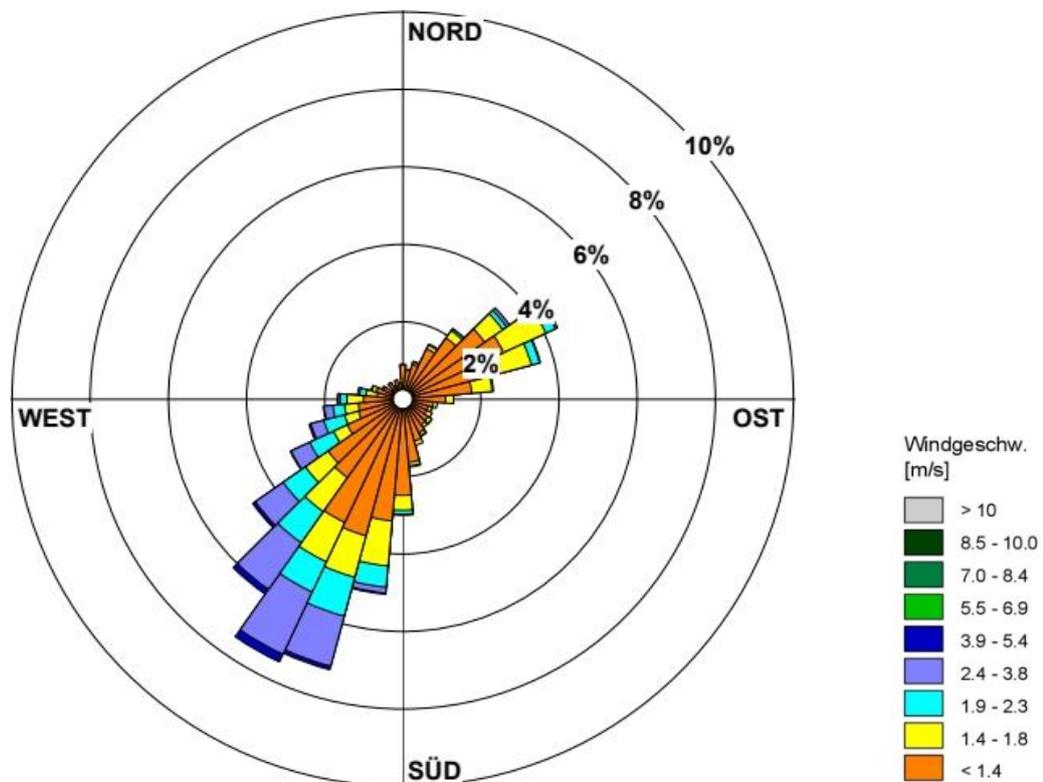


Abbildung 11. Windrichtungshäufigkeitsverteilung gemessen am Messpunkt MP 01a für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Abbildung 12 ist die zu Klassen zusammengefasste Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten dargestellt. Mit über 70 % des Messzeitraums waren umlaufende Winde und geringe Windgeschwindigkeiten < 1,4 m/s am häufigsten. Windgeschwindigkeiten > 5,4 m/s traten im einjährigen Messzeitraum am MP 01a nur in wenigen Stunden auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit im Messzeitraum betrug 1,2 m/s.

² Die geringen Windgeschwindigkeiten resultieren vermutlich aus der Lage der Messstation im Windschatten eines Waldgebietes, das die Repräsentativität der Daten einschränkt (siehe Luftbild und Foto in Anhang B).

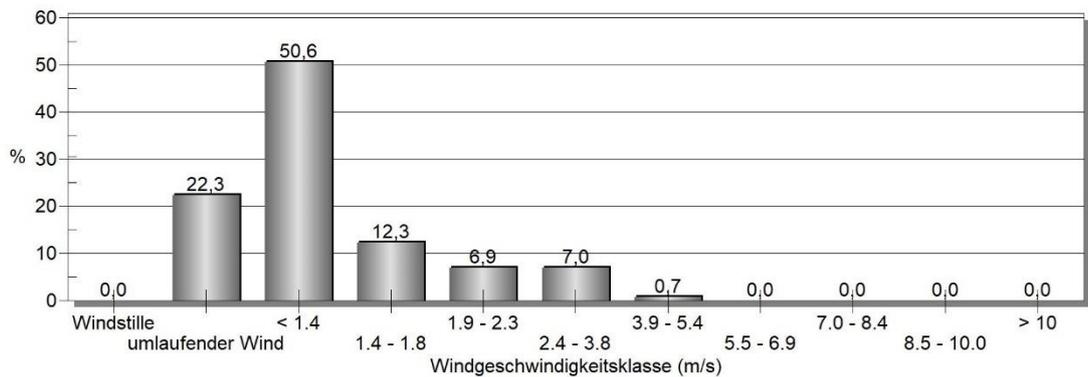


Abbildung 12. Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeitsklassen am Messpunkt MP 01a für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023

Für eine weitergehende Interpretation und Beurteilung der teilweise monatsbezogenen Immissionskenngrößen sind in Anhang B zusätzlich die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und -geschwindigkeiten in den einzelnen Messmonaten dargestellt. Dominante Windrichtungen in Einzelmonaten waren insbesondere im Mai und Juni 2023 (Nordostwind) und Juli und August 2023 (Südwestwind) anzutreffen.

5.2 Witterungsverlauf

Nachfolgend wird der großräumige Witterungsverlauf im Saarland über den Messzeitraum beschrieben. Der Herbst 2022 war von einem sehr nassen September und dem wärmsten Oktober seit Aufzeichnung gekennzeichnet. Der folgende Winter zeichnete sich durch eine Dauerfrostperiode im Dezember und durch vergleichsweise wenig Niederschlag aus. Im Frühjahr 2023 war es warm und nass. Vor allem der März wies hohe Niederschläge auf. Dem warmen und sonnigen Juni folgten niederschlagsreiche Monate Juli und August. Der September 2023 war sonnig [47].

5.3 Partikel PM₁₀

Die Ergebnisse der Messungen der Partikel PM₁₀ an den Messpunkten MP 01a und MP 02a sind in der folgenden Tabelle 9 zusammenfassend dargestellt. Die Anforderungen der TA Luft an die Datenverfügbarkeit ($\geq 75\%$) wurde an allen Messpunkten sicher erfüllt [3].

Tabelle 9. Statistische Kenngrößen der Partikel **PM₁₀-Konzentrationen** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a sowie der Stationen Völklingen-City (VKCY) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) für den Messzeitraum vom 30.09.2022 – 29.09.2023.

Kenngröße Partikel PM₁₀	Einheit	MP 01a	MP 02a	VKCY ³⁾ städtisch	TA Luft
Minimum	µg/m ³	3	3	3	-
Maximum	µg/m ³	38	46	41	-
Mittelwert	µg/m³	12	13	14	40 ¹⁾
90-Perzentil	µg/m ³	18	21	21	-
Tage > 50 µg/m³	Anzahl	0	0	0	35 ²⁾
Verfügbarkeit	%	94	99	98	-

¹⁾ Jahresmittelwert

²⁾ Zulässige Überschreitungshäufigkeit im Jahr

³⁾ Quelle: Immissionsmessnetz Saar (IMMESA), vorläufige Daten

Die Konzentrationen der Partikel PM₁₀ lagen im Messzeitraum an den Messpunkten MP 01a und MP 02a mit 12 µg/m³ bzw. 13 µg/m³ auf einem vergleichbaren und niedrigen Niveau deutlich und sicher unterhalb des Beurteilungswertes von 40 µg/m³ für das Jahresmittel gemäß TA Luft (vgl. Abbildung 13).

Der PM₁₀-Tagesmittelwert von 50 µg/m³ – mit einer tolerierten Überschreitungshäufigkeit von 35 Tagen im Jahr – wurde innerhalb des Messzeitraums an den Messpunkten MP 01a und MP 02a an keinem Tag erreicht.

Weiterführender Vergleich der Messergebnisse

Zur Plausibilitätsprüfung und zum Vergleich enthalten Tabelle 9 und die folgenden Abbildungen 14 und 15 auch vorläufige Ergebnisse der Station Völklingen-City (VKCY), städtischer Hintergrund) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA).

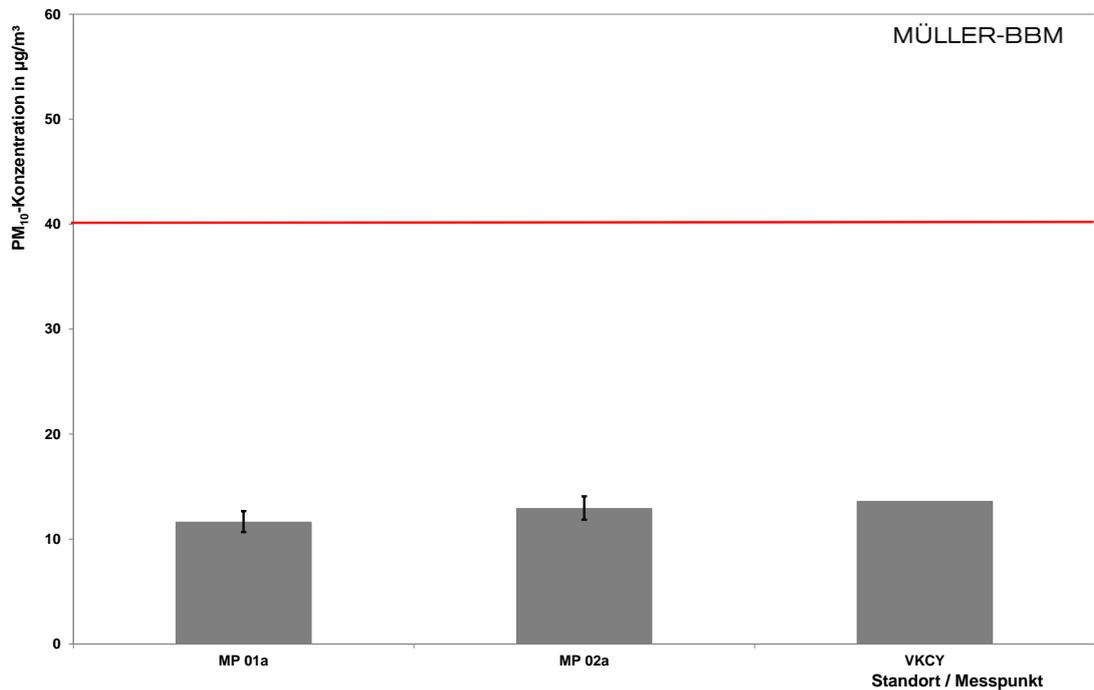


Abbildung 13. Mittelwerte der Partikel **PM_{10} -Konzentrationen** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a, Fehlerbalken indizieren die erweiterte Messunsicherheit (95 % Vertrauensbereich); im Vergleich: Stationen Völklingen-City (VKCY) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) für den Messeitraum. Jahres-Immissionswert der TA Luft bzw. 39. BImSchV in rot.

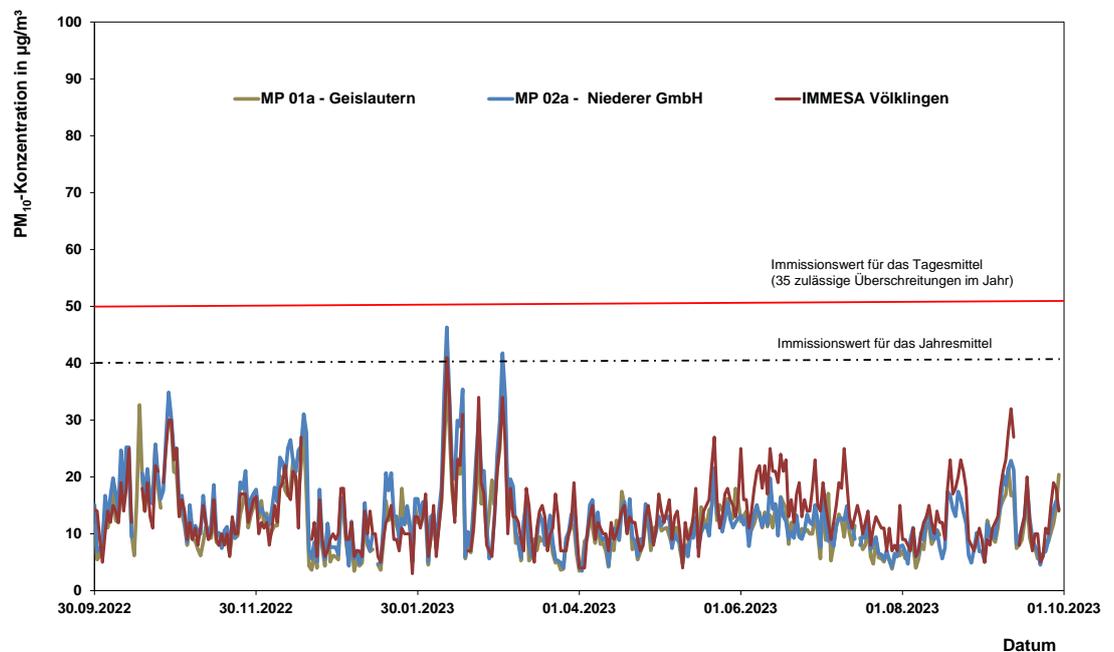


Abbildung 14. Zeitlicher Verlauf der Partikel **PM_{10} -Konzentrationen** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a sowie der Stationen Völklingen-City (VKCY) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) für den Messzeitraum. Jahresgrenzwert gem. TA Luft bzw. 39. BImSchV strichpunktiert; Tageswert/Überschreitungshäufigkeit in rot.

Die gemessenen PM₁₀-Konzentrationen lagen zusammenfassend an den MP 01a und MP 02a auf einem einheitlichen, unauffälligen und für den städtischen Hintergrund typischen Niveau, vergleichbar mit den Ergebnissen an der Messstation Völklingen-City (VKCY). Tabelle 10 zeigt für die Station VKCY ergänzend die PM₁₀-Kenngrößen der Jahre 2019 bis 2022, für die bereits abschließend validierte Ergebnisse aus dem IMMESA-Landesmessnetz vorliegen.

Tabelle 10. An der IMMESA Messstation Völklingen-City (VKCY) in den Jahren 2019 bis 2022 gemessene Kenngrößen der Partikel PM₁₀.

Jahr	Jahresmittel μg/m ³	Tagesmittel	
		Max. Wert μg/m ³	> 50 μg/m ³ Anzahl
2019	15	49	0
2020	13	44	0
2021	13	63	1
2022	15	44	0
Beurteilung	40	50 / 35*	

Quelle: Luftgüte im Saarland. IMMESA-Jahresberichte 2019 - 2022

* Der Immissionsgrenzwert für das Tagesmittel beträgt 50 μg/m³ bei 35 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr

Die gute Übereinstimmung der im Messzeitraum von September 2022 bis September 2023 gemessenen PM₁₀-Konzentrationen (siehe Tabelle 9) mit den zurückliegenden Ergebnissen dokumentiert die Repräsentativität des Messzeitraums im mehrjährigen Vergleich.

5.4 Partikel PM_{2,5}

Die Ergebnisse der Messungen der Partikel PM_{2,5} an den Messpunkten MP 01a und MP 02a sind in der folgenden Tabelle 11 zusammenfassend dargestellt. Die Anforderungen der TA Luft an die Datenverfügbarkeit (≥ 75 %) wurde an allen Messpunkten erfüllt.

Tabelle 11. Statistische Kenngrößen der Partikel **PM_{2,5}-Konzentrationen** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a sowie der Station Saarbrücken-City (SBCY) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) für den Messzeitraum vom 30.09.2022 – 29.09.2023.

Kenngröße Partikel PM _{2,5}	Einheit	MP 01a	MP 02a	SBCY ²⁾ städtisch	TA Luft
Minimum	μg/m ³	2	3	2	-
Maximum	μg/m ³	29	35	39	-
Mittelwert	μg/m³	7	9	9	25 ¹⁾
90-Perzentil	μg/m ³	11	14	15	-
Verfügbarkeit	%	99	99	95	-

¹⁾ Jahresmittelwert

²⁾ Quelle: Immissionsmessnetz Saar (IMMESA), vorläufige Daten

Die Konzentrationen der Partikel $PM_{2,5}$ lagen im Messzeitraum am MP 01a bei $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am MP 02a bei $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und damit auf einem niedrigen und vergleichbaren Niveau, deutlich und sicher unterhalb des Beurteilungswertes von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahresmittel gemäß TA Luft (vgl. Abbildung 15 und Abbildung 16)

Ein Beurteilungswert für die Kurzzeitbelastung bzw. Tagesmittelwerte analog zu den Partikeln PM_{10} existiert für die Fraktion $PM_{2,5}$ nicht.

Weiterführender Vergleich der Messergebnisse

Zur Plausibilitätsprüfung und zum Vergleich enthalten Tabelle 11 und die Abbildung 15 und Abbildung 16 auch die Ergebnisse der Station Saarbrücken-City (SBCY, städtischer Hintergrund) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA).

Dort wurde im Messzeitraum im Mittel eine $PM_{2,5}$ -Konzentration von $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Der zeitliche Verlauf der Tagesmittelwerte weist insgesamt eine hohe Übereinstimmung auf. Die im Messzeitraum von Oktober 2022 bis September 2023 gemessenen Konzentrationen liegen in guter Übereinstimmung mit den Jahresmittelwerten an der Station SBCY der letzten Jahre [58], [59], [60], [61].

Die im Rahmen der Immissionsvorbelastungsmessungen gemessenen Konzentrationen der Partikel $PM_{2,5}$ können zusammenfassend als plausibel und repräsentativ für den städtischen Hintergrund in der Region bewertet werden.

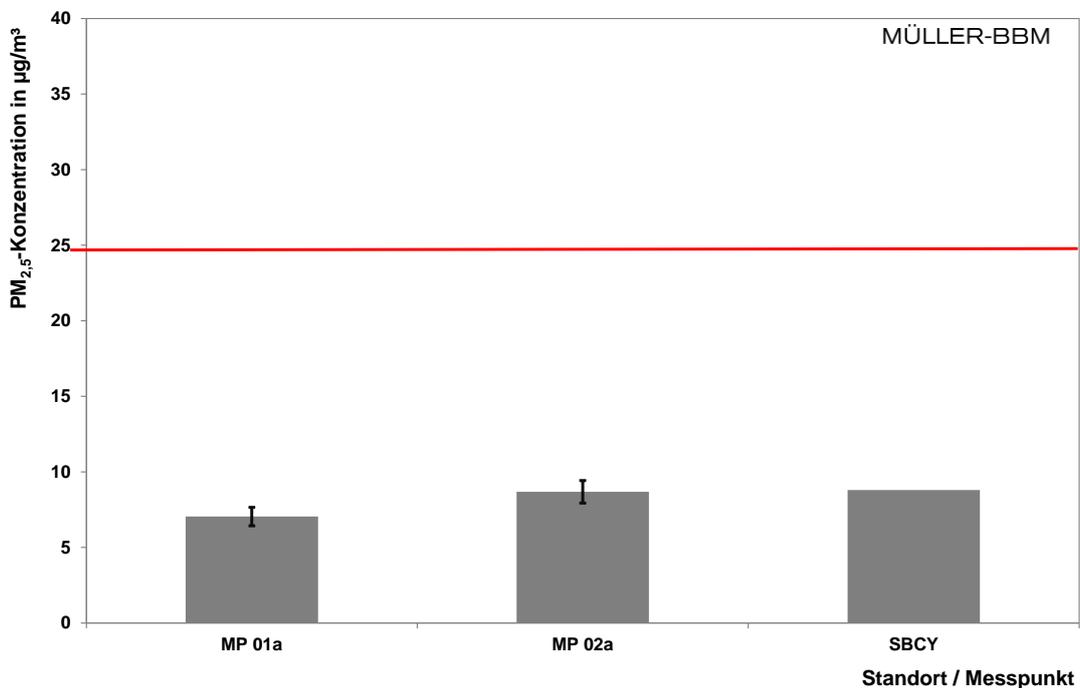


Abbildung 15. Mittelwerte der Partikel **PM_{2,5}-Konzentrationen** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a, Fehlerbalken indizieren die erweiterte Messunsicherheit (95 % Vertrauensbereich); im Vergleich: Stationen Saarbrücken-City (SBCY) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) für den Messeitraum. Jahres-Immissionswert der TA Luft bzw. 39. BImSchV in rot.

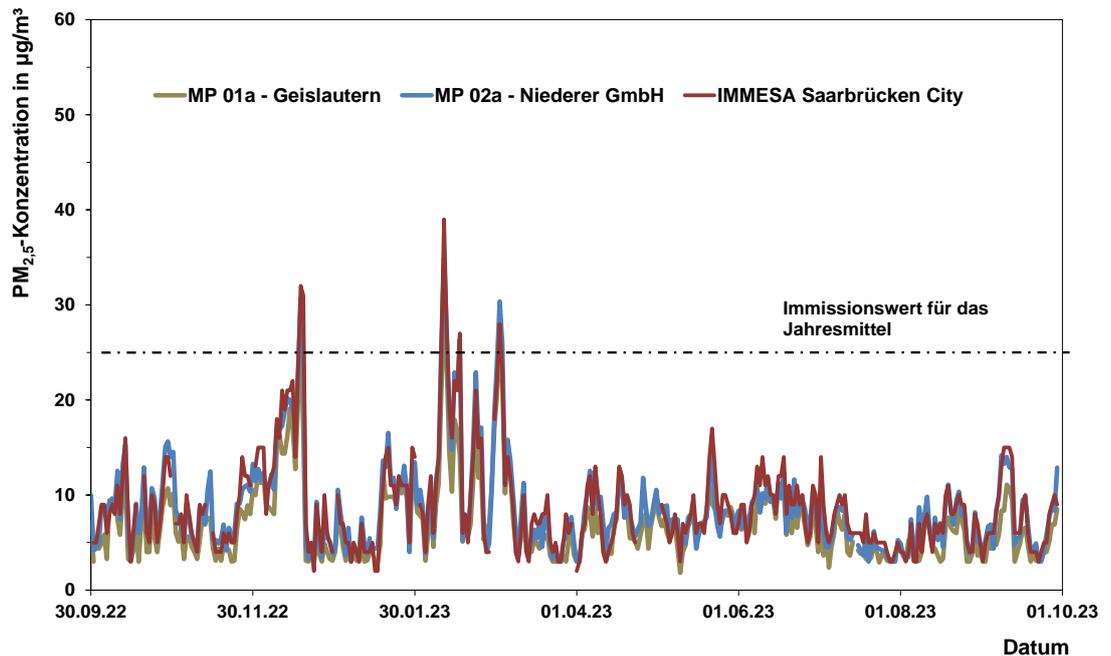


Abbildung 16 Zeitlicher Verlauf der Partikel **PM_{2,5}-Konzentrationen** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a sowie der Stationen Saarbrücken-City (SBCY) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) für den Messzeitraum. Jahresgrenzwert gem. TA Luft bzw. 39. BImSchV gestrichelt.

5.5 Metalle als Bestandteil der Partikel PM₁₀ (Konzentration)

Neben der gravimetrischen Analyse der Partikel PM₁₀ wurden an den Messpunkten MP 01a und MP 02a verschiedene Metalle als Bestandteil der Partikel PM₁₀ analysiert. Hierzu wurden die über den 12-monatigen Messzeitraum beprobten Filter monatsweise aufgeschlossen und analysiert.

Die Ergebnisse zu den untersuchten Metallen als Bestandteil der Partikel PM₁₀ sind in Tabelle 12 für den gesamten Messzeitraum und die zwei Messpunkte zusammenfassend dargestellt. In den letzten Spalten sind die Beurteilungswerte für das Jahresmittel sowie die entsprechenden Quellen aufgeführt. Bei den Beurteilungswerten ist die z. T. unterschiedliche Rechtsverbindlichkeit zu beachten.

Tabelle 12. **Metalle** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den bisherigen Auswertungszeitraum vom 30.09.2022 – 28.09.2023.

Metall		MP 01a	MP 02a	Beurteilungswerte	
		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Arsen	As	0,4	0,5	6	1)
Cadmium	Cd	0,1	0,1	5	1)
Nickel	Ni	1,1	1,1	20	1)
Blei	Pb	29	15	500	2)
Kobalt	Co	< 0,5	< 0,5	100	3)
Chrom	Cr	2,7	4,6	17	7)
Kupfer	Cu	3,0	11	100	4)
Mangan	Mn	12	13	150	8)
Antimon	Sb	0,6	2,2	80	3)
Zinn	Sn	0,9	2,5	1000	5)
Thallium	Tl	< 0,1	< 0,1	280	6)
Vanadium	V	0,4	0,5	20	9)
Zink	Zn	27	32	1000	10)

¹⁾ Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV

²⁾ Immissionswert gemäß Nr. 4.2.1 TA Luft

³⁾ Ekmann et al. 1999, Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen

⁴⁾ 1/100 MAK für Kupfer und seine Verbindungen (MAK- und BAT-Werte-Liste 2018)

⁵⁾ 1/100 AGW für organische Zinnverbindungen (TRGS 900, Ausgabe 10/2000)

⁶⁾ FoBIG 1995, Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe

⁷⁾ Orientierungswert gemäß LAI, 2004

⁸⁾ WHO - Air Quality Guidelines, 2001

⁹⁾ Zielwert gemäß LAI, 1997

¹⁰⁾ 1/100 MAK für Zink und seine anorganischen Verbindungen, alveolengängige Fraktion (MAK- und BAT-Werte-Liste 2018)

Die Konzentrationen von allen Metallen im PM₁₀ lagen im Mittel an den Messpunkten MP 01a und MP 02a auf einem für städtisch/industrielle Verhältnisse niedrigen und im Verhältnis zu den Beurteilungswerten überwiegend vergleichbaren Niveau. Die Immissionswerte der TA Luft und alle weiteren herangezogenen Beurteilungswerte wurden an allen Messpunkten sicher eingehalten.

Die höchsten Ausschöpfungen der Beurteilungswerte lagen insgesamt für Chrom vor, mit 16 % (MP 01a) und 27 % (MP 02a). Am MP 02a lag für Kupfer die Ausschöpfung des Beurteilungswertes bei 11 %. Für alle anderen Metalle lag die Ausschöpfung der jeweiligen Beurteilungswerte an allen Messpunkten bei ≤ 10 %.

Die prozentuale Ausschöpfung der Jahresmittelwerte gemäß Tabelle 12 ist in Abbildung 17 den jeweiligen Beurteilungswerten (entspricht 100 %) gegenüber gestellt. In der Abbildung sind aus Gründen der Vollständigkeit ergänzend auch die Ausschöpfungen für Partikel PM₁₀, Partikel PM_{2,5} und Benzo(a)pyren im PM₁₀ dokumentiert.

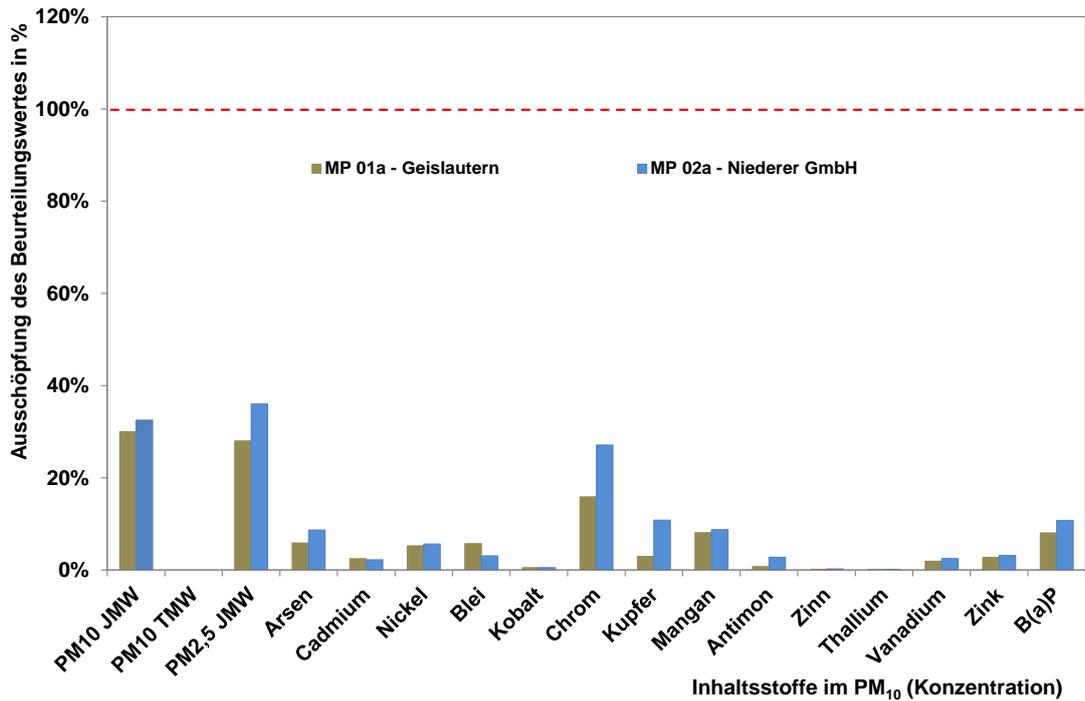


Abbildung 17. Prozentuale **Ausschöpfung der Beurteilungswerte** für Partikel PM₁₀, Partikel PM_{2,5}, Metalle und Benzo(a)pyren als Bestandteil der Partikel PM₁₀ für den Messzeitraum; die berechnete Ausschöpfung bezieht sich auf die in den Tabellen 10, 12 und 13 angegebenen Beurteilungswerte.

Im Vergleich der Messpunkte untereinander zeigen sich insgesamt nur geringfügige Unterschiede deutlich unterhalb der jeweiligen Beurteilungswerte. Tendenziell lagen die Konzentrationen von Chrom um Kupfer im PM₁₀ am MP 02a etwas höher als am MP 01a.

Weiterführender Vergleich der Messergebnisse

Für Arsen, Cadmium, Nickel und Blei als Partikelbestandteil im PM₁₀ liegen Daten aus dem IMMESA-Messnetz vor. Zur Plausibilitätsprüfung und zum Vergleich sind diese für die Station Völklingen-City (VKCY) in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13. **Jahresmittelwerte** von **As, Cd, Ni, und Pb** als Partikelbestandteil PM₁₀ (Angabe in ng/m³) an der Station Völklingen-City (VKCY)

Jahr	Arsen	Cadmium	Nickel	Blei
Einheit	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³
2019	0,4	0,1	2,7	20
2020	0,4	0,2	2,9	50
2021	0,4	0,2	4,0	30
2022	0,5	0,4	25,6	30
Beurteilung	6	5	20	500

Quelle: Luftgüte im Saarland. IMMESA-Jahresberichte 2019 - 2022
Hinw eise zu Beurteilungsw erten siehe oben

Die im Messzeitraum von September 2022 bis September 2023 am MP 01a und MP 02a erfassten Konzentrationen lagen insgesamt in einem ähnlichen Bereich, wie die an der Station VKCY gemessenen Belastungen der letzten Jahre. Ausnahme bildet eine im Jahr 2022 an der Station VKCY gemessene erhöhte Konzentration von Nickel, die sich aus zwei hohen Tageswerten ergab [62].

5.5.1 Monatskenngrößen für Metalle als Partikelbestandteil PM₁₀

Die folgenden Tabellen und Abbildungen enthalten jeweils auch die Monatsmittelwerte der Metalle als Bestandteil der Partikel PM₁₀ für jeden Messpunkt und Parameter. Der in den Abbildungen jeweils angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich stets auf einen Jahresmittelwert. Für Monatswerte existieren keine Beurteilungsgrundlagen.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die jeweiligen Beurteilungswerte nicht nur im Jahresmittel, sondern auch in allen Einzelmonaten unterschritten wurden.

Ausgeprägte Jahresverläufe wurden nicht festgestellt. Die Ergebnisse können zusammenfassend als plausibel bewertet werden.

Tabelle 14. **Arsen** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Arsen - As	Zeitraum			MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	Quelle
	Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	363 d	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	
				0,4	0,5	6	¹⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	28	0,4	0,5			
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	30	0,2	0,8			
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	29	0,4	0,4			
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	31	0,3	1,0			
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	28	0,5	0,6			
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	29	0,4	0,4			
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	30	0,2	0,3			
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	29	0,5	0,4			
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	29	0,4	0,4			
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	31	0,2	0,4			
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	30	0,3	0,4			
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	28	0,4	0,6			

¹⁾ Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

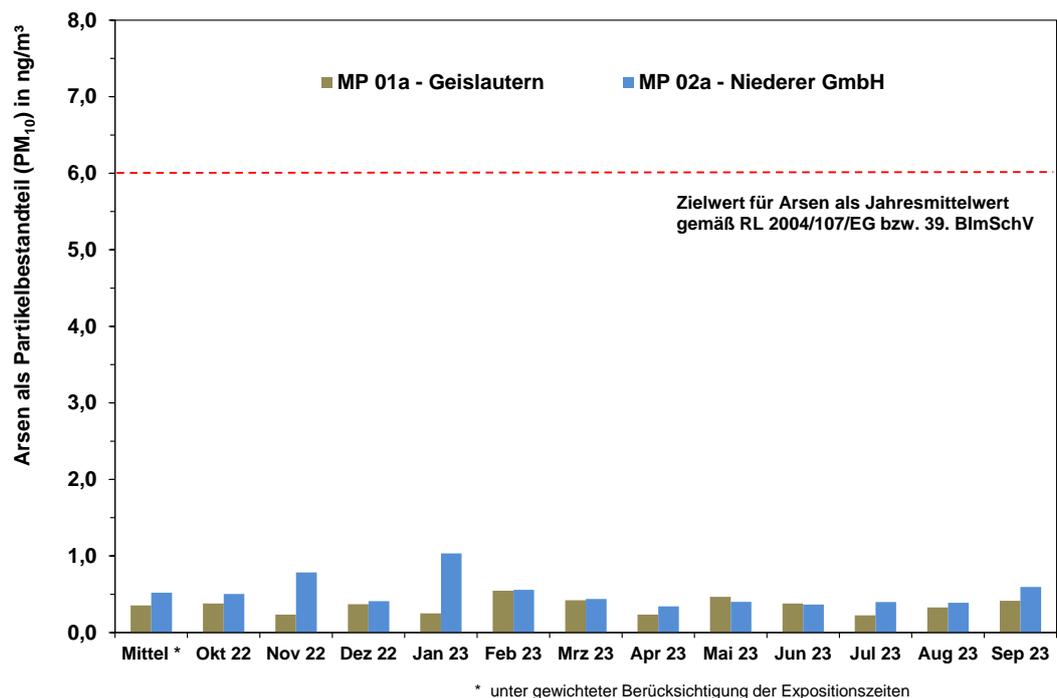


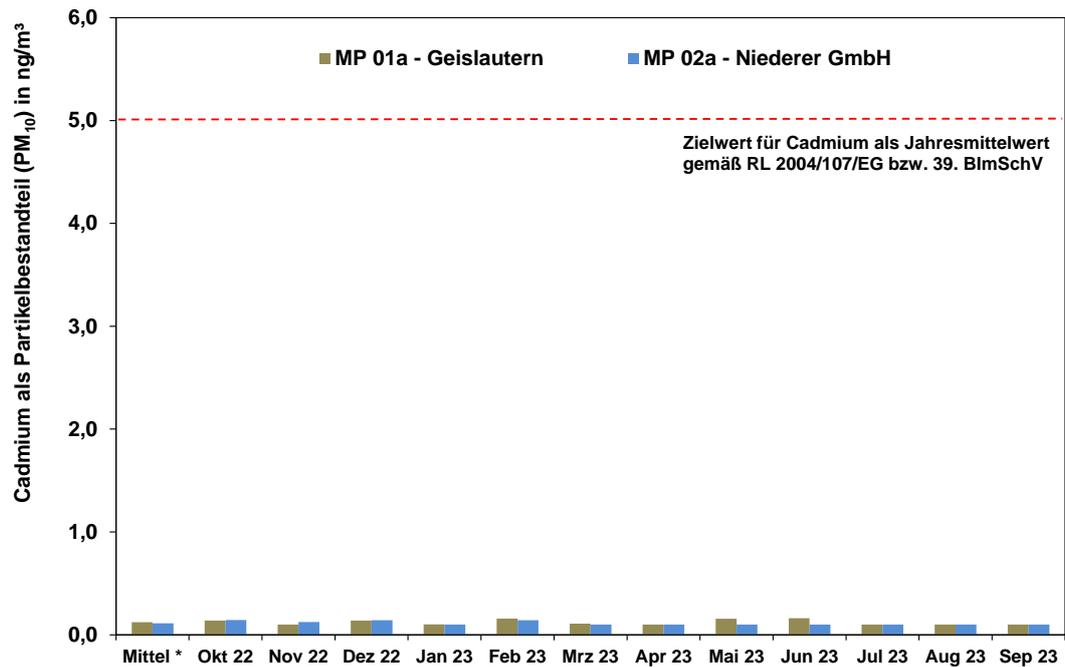
Abbildung 18. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Arsen** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 15. **Cadmium** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Cadmium - Cd		MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
Zeitraum		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	0,1	0,1	5	¹⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	0,1	0,1		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	< 0,1	0,1		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	0,1	0,1		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	0,1	< 0,1		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	0,2	0,1		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	0,1	< 0,1		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	< 0,1	< 0,1		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	0,2	< 0,1		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	0,2	< 0,1		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	< 0,1	< 0,1		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	< 0,1	< 0,1		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	< 0,1	< 0,1		

¹⁾ Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Abbildung 19. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Cadmium** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 16. **Nickel** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Nickel - Ni	Zeitraum	MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	< 1,1	< 1,1	20	¹⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	1,6	2,0		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	< 1,0	< 1,0		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	< 1,0	< 1,0		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	< 1,0	< 1,0		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	< 1,0	< 1,0		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	1,1	< 1,0		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	< 1,0	< 1,0		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	< 1,0	< 1,0		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	< 1,0	< 1,0		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	< 1,0	1,2		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	< 1,0	< 1,0		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	< 1,0	1,4		

¹⁾ Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

n.a. - nicht auswertbar bzw. keine Probenahme

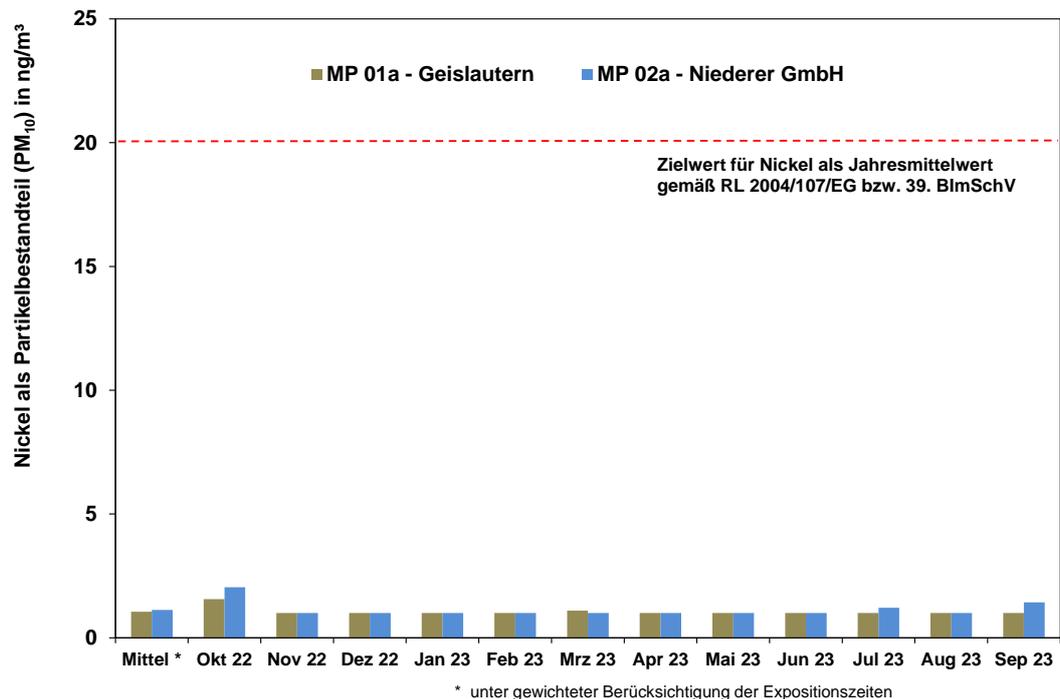


Abbildung 20. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Nickel** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 17. **Blei** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Blei - Pb	Zeitraum	MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	29	15	500	²⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	34	28		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	4,1	8,3		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	12	9,0		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	21	11		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	24	11		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	20	13		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	25	9,5		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	55	7,9		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	87	8,1		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	5,4	32		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	14	24		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	37	24		

²⁾ Immissionswert gemäß Nr. 4.2.1 TA Luft

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

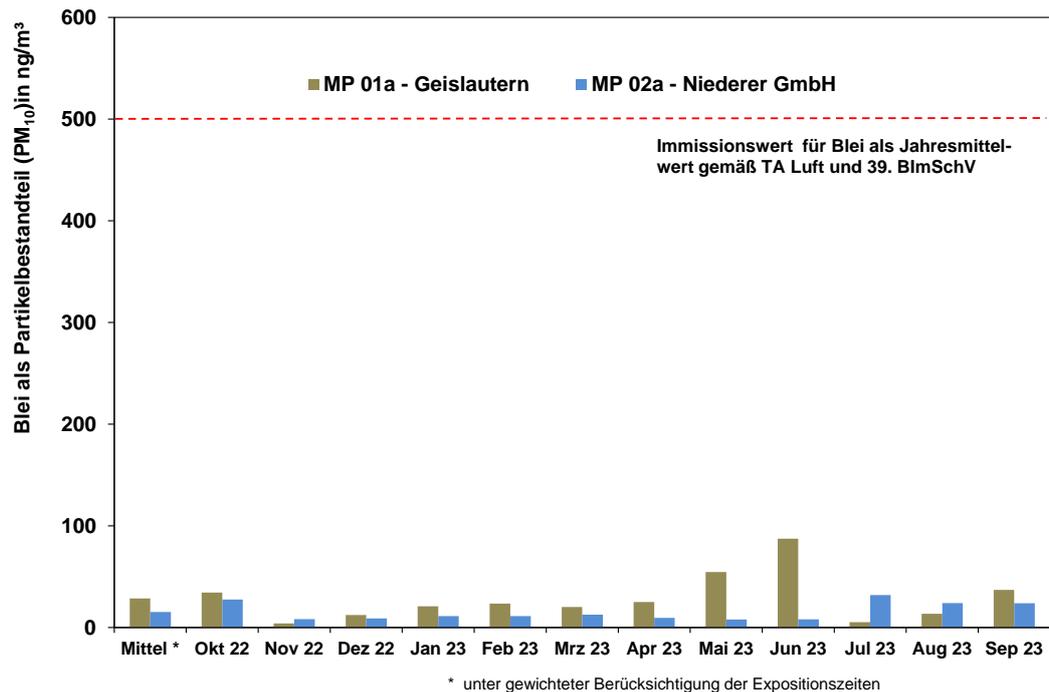


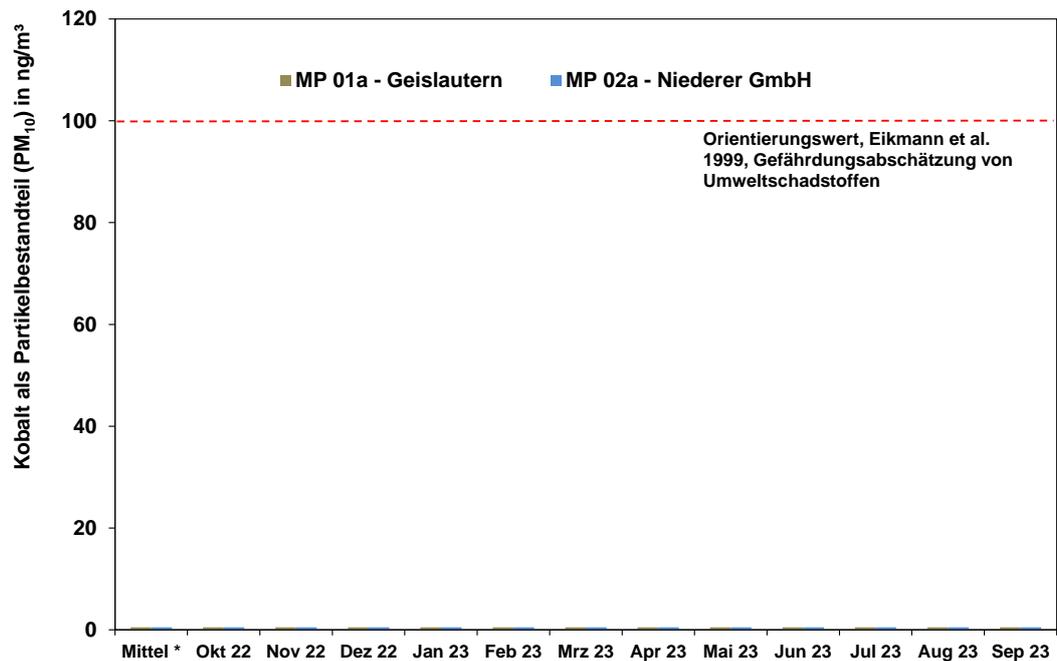
Abbildung 21. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Blei** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 18. **Kobalt** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Kobalt - Co		MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
	Zeitraum	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	< 0,5	< 0,5	100	³⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	< 0,5	< 0,5		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	< 0,5	< 0,5		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	< 0,5	< 0,5		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	< 0,5	< 0,5		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	< 0,5	< 0,5		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	< 0,5	< 0,5		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	< 0,5	< 0,5		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	< 0,5	< 0,5		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	< 0,5	< 0,5		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	< 0,5	< 0,5		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	< 0,5	< 0,5		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	< 0,5	< 0,5		

³⁾ Eikmann et al. 1999, Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Abbildung 22. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Kobalt** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 19. **Chrom** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Chrom - Cr	Zeitraum	MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	2,7	4,6	17	⁷⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	5,1	7,2		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	2,3	7,0		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	< 2,0	4,1		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	4,1	5,6		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	2,6	5,6		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	< 2,0	3,5		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	< 2,0	2,7		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	3,2	4,1		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	3,1	2,6		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	< 2,0	4,7		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	< 2,0	3,8		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	< 2,0	4,8		

⁷⁾ Orientierungswert gemäß LAI, 2004

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

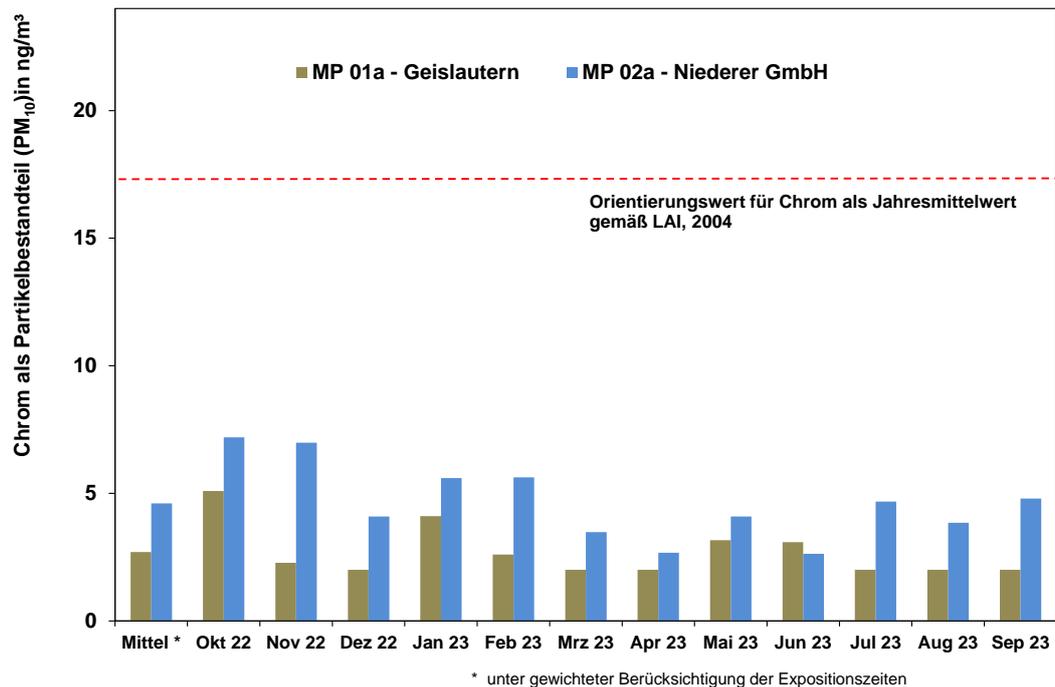


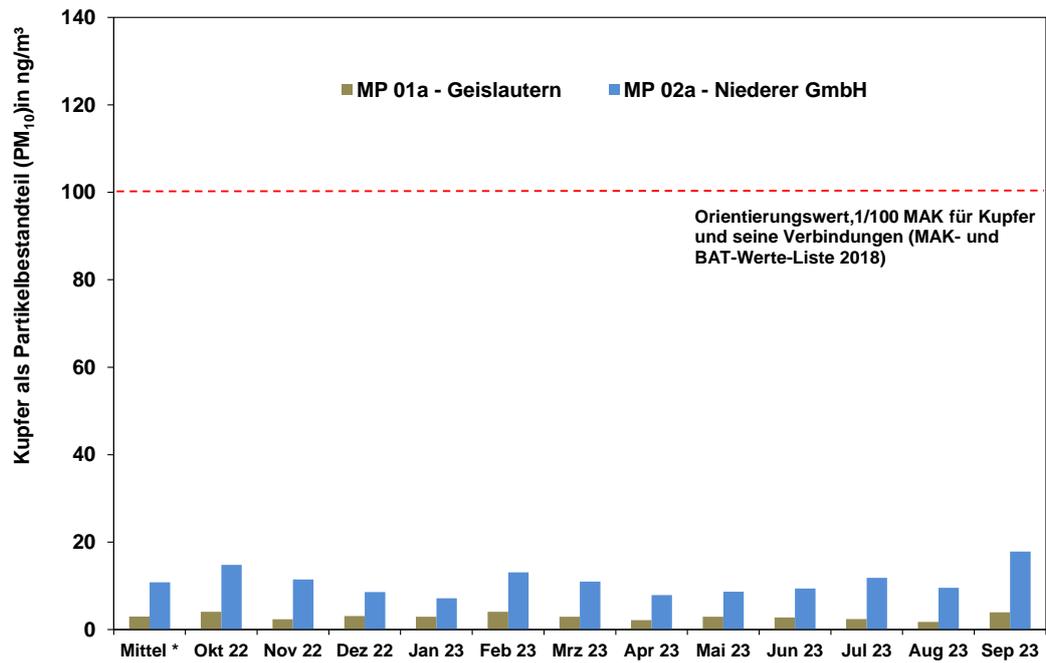
Abbildung 23. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Chrom** als Bestandteil der Partikel **PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 20. **Kupfer** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Kupfer - Cu	Zeitraum	MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	3,0	11	100	³⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	4,1	15		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	2,4	11		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	3,1	8,6		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	2,9	7,1		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	4,1	13		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	2,9	11		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	2,1	7,9		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	2,9	8,7		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	2,8	9,4		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	2,4	11,8		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	1,8	9,6		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	3,9	17,8		

³⁾ 1/100 MAK für Kupfer und seine Verbindungen (MAK- und BAT-Werte-Liste 2018)

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Abbildung 24. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Kupfer** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 21. **Mangan** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Mangan - Mn		MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
	Zeitraum	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	12	13	150	⁸⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	17	19		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	4,1	9,9		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	8,2	8,9		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	10	13		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	24	15		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	9,9	12		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	12	9,3		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	19	9,8		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	20	12		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	5,8	15		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	6,4	14		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	8,8	21		

⁸⁾ WHO - Air Quality Guidelines, 2001

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

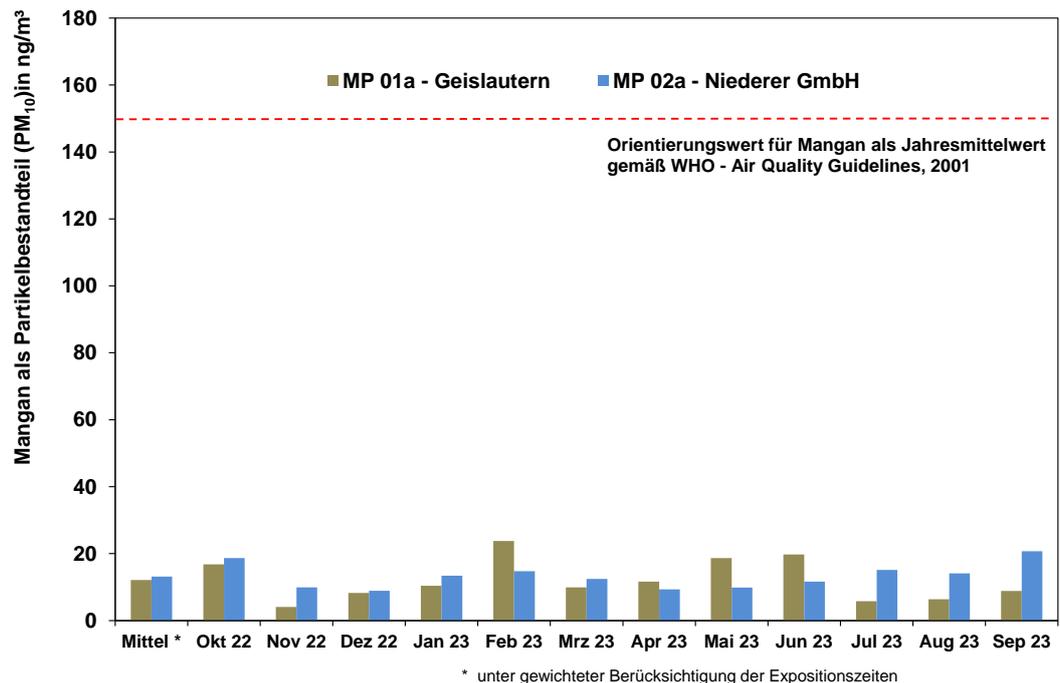


Abbildung 25. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Mangan** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 22. **Antimon** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Antimon - Sb		MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
	Zeitraum	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	0,6	2,2	80	³⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	0,7	2,4		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	0,6	1,8		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	0,6	1,7		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	0,4	0,9		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	0,8	2,2		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	0,6	2,3		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,5	2,4		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	0,6	1,6		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	0,5	2,6		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	0,5	2,7		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	0,4	2,3		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	1,2	4,1		

³⁾ Eikmann et al. 1999, Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

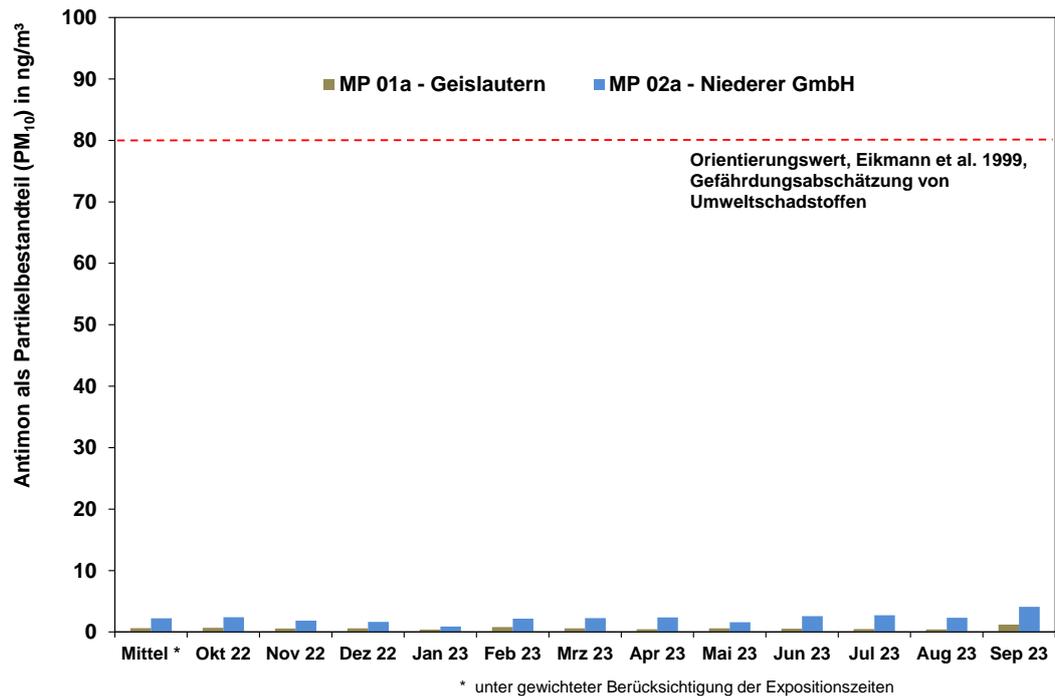


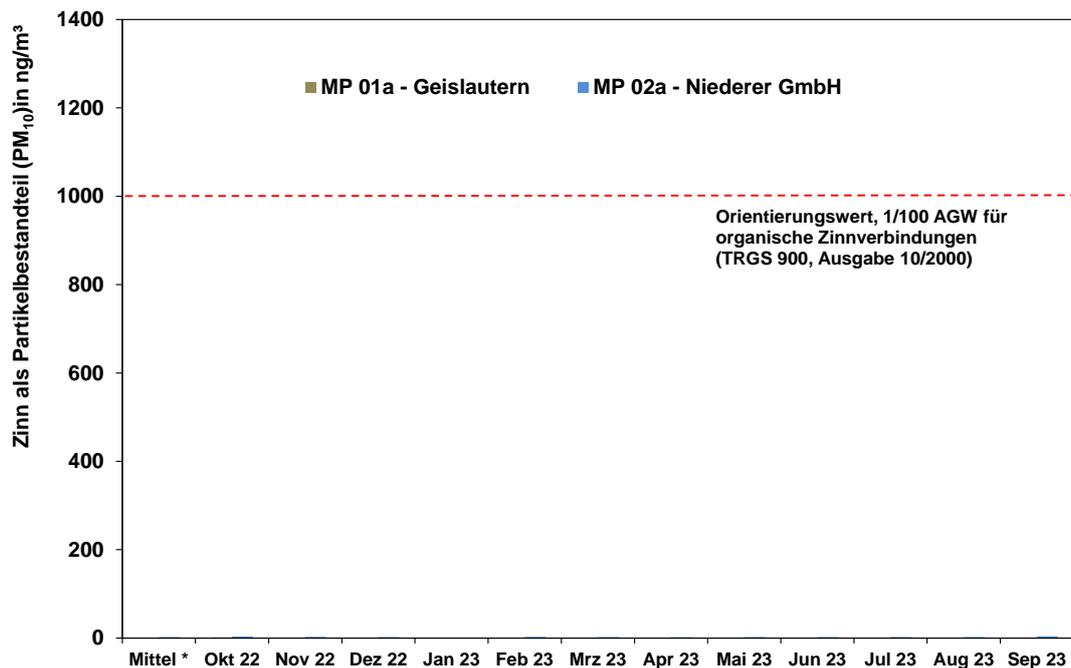
Abbildung 26. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Antimon** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 23. **Zinn** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Zinn - Sn	Zeitraum	MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	0,9	2,5	1.000	⁵⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	1,4	3,7		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	0,9	2,9		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	1,1	2,5		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	0,5	1,2		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	1,1	2,8		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	0,9	2,3		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,6	2,1		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	1,0	2,2		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	0,9	2,4		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	0,5	2,2		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	0,5	2,2		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	1,1	4,2		

⁵⁾ 1/100 AGW für organische Zinnverbindungen (TRGS 900, Ausgabe 10/2000)

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Abbildung 27. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Zinn** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 24. **Thallium** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Thallium - TI		MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
	Zeitraum	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	< 0,1	< 0,1	280	⁶⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	< 0,1	< 0,1		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	< 0,1	< 0,1		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	< 0,1	< 0,1		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	< 0,1	< 0,1		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	< 0,1	< 0,1		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	< 0,1	< 0,1		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	< 0,1	< 0,1		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	< 0,1	< 0,1		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	< 0,1	< 0,1		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	< 0,1	< 0,1		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	< 0,1	< 0,1		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	< 0,1	< 0,1		

⁶⁾ FoBIG 1995, Basisdaten Toxikologie für umw eltrelevante Stoffe

* unter gew ichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

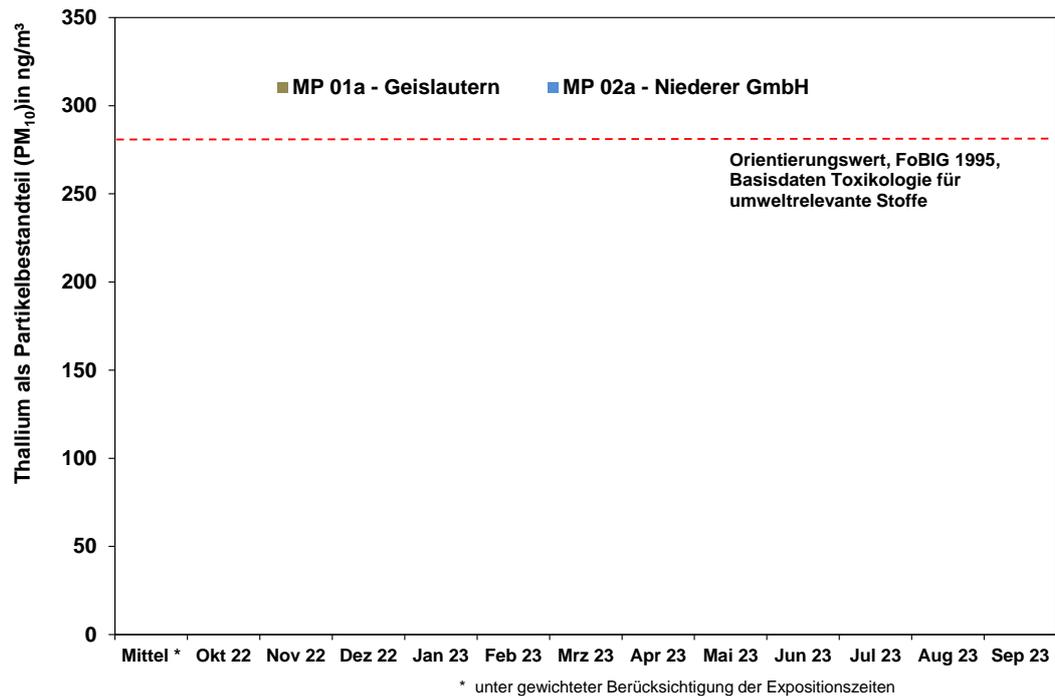


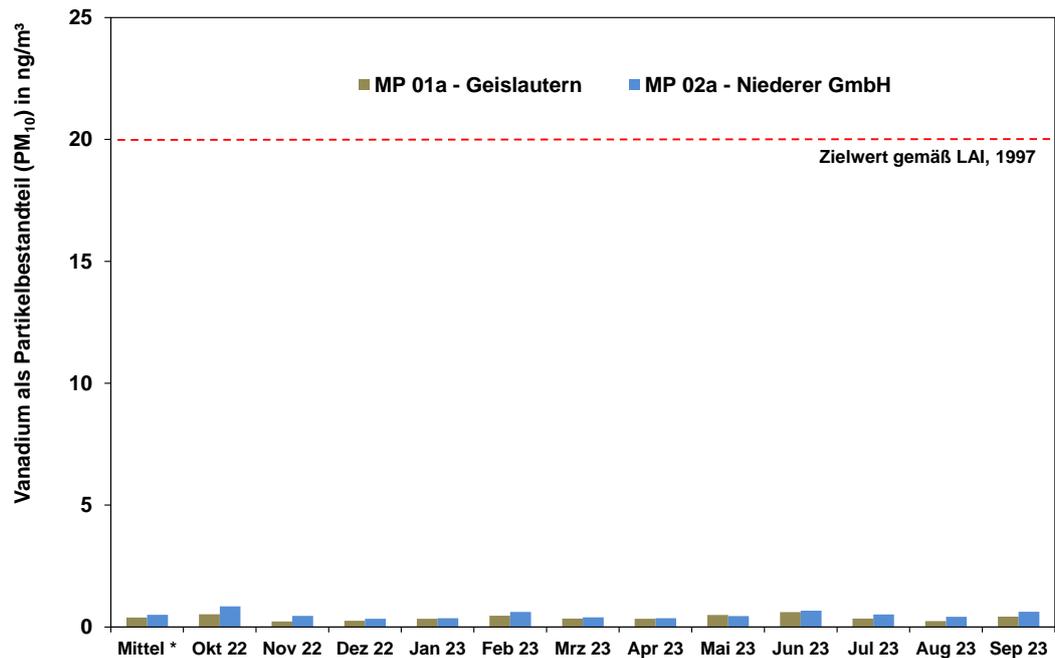
Abbildung 28. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Thallium** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 25. **Vanadium** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Vanadium - V		MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
	Zeitraum	ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	0,4	0,5	20	⁹⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	0,5	0,8		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	0,2	0,5		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	0,3	0,3		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	0,3	0,4		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	0,5	0,6		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	0,3	0,4		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,3	0,4		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	0,5	0,4		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	0,6	0,7		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	0,3	0,5		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	0,2	0,4		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	0,4	0,6		

⁹⁾ Zielwert gemäß LAI, 1997

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

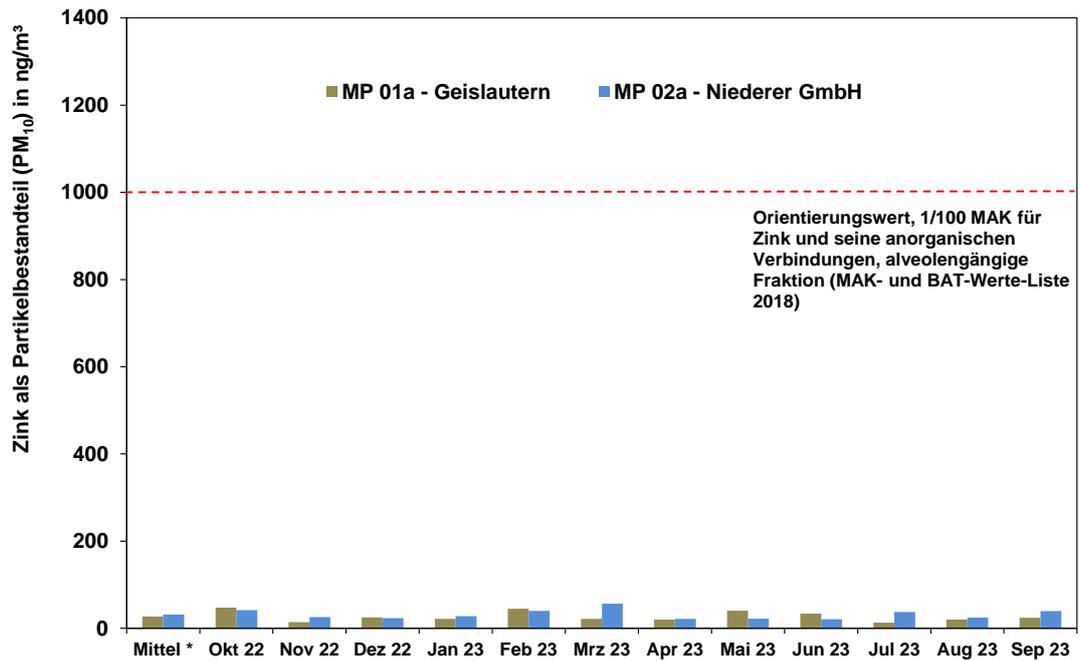
Abbildung 29. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Vanadium** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 26. **Zink** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

Zink - Zn	Zeitraum	MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
		ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22 - 28.09.23	27	32	1.000	¹⁰⁾
Okt 22	30.09.22 - 28.10.22	48	42		
Nov 22	29.10.22 - 28.11.22	14	26		
Dez 22	29.11.22 - 28.12.22	25	23		
Jan 23	29.12.22 - 29.01.23	22	28		
Feb 23	30.01.23 - 27.02.23	45	40		
Mrz 23	28.02.23 - 29.03.23	22	57		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	20	22		
Mai 23	30.04.23 - 29.05.23	40	22		
Jun 23	30.05.23 - 28.06.23	34	21		
Jul 23	29.06.23 - 30.07.23	13	37		
Aug 23	31.07.23 - 30.08.23	20	25		
Sep 23	31.08.23 - 28.09.23	24	39		

¹⁰⁾ 1/100 MAK für Zink und seine anorganischen Verbindungen, alveolengängige Fraktion (MAK- und BAT-Werte-Liste 2018)

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Abbildung 30. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Zink** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

5.6 Benzo(a)pyren als Partikelbestandteil PM₁₀ (Konzentration)

Benzo(a)pyren als Bestandteil der PM₁₀-Fraktion ist in der 39. BImSchV als Zielwert definiert. Die an den Messpunkten MP 01a und MP 02a gemäß Abschnitt 4.4 beprobten Filter wurden im Hinblick auf deren Gehalt an Benzo(a)pyren als Monatsmischproben analysiert. In Tabelle 27 sind die Ergebnisse dieser Analysen zusammengefasst.

Tabelle 27. **Benzo(a)pyren** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 30.09.2022 bis 28.09.2023.

	Benzo(a)pyren Bestandteil im PM ₁₀			MP 01a	MP 02a	Beurteilungswert	
	Zeitraum			ng/m ³	ng/m ³	ng/m ³	Quelle
Mittel *	30.09.22	-	28.09.23	0,08	0,11	1	¹⁾
Okt 22	30.09.22	-	28.10.22	0,07	0,14		
Nov 22	29.10.22	-	28.11.22	0,12	0,17		
Dez 22	29.11.22	-	28.12.22	0,28	0,38		
Jan 23	29.12.22	-	29.01.23	0,08	0,09		
Feb 23	30.01.23	-	27.02.23	0,21	0,22		
Mrz 23	28.02.23	-	29.03.23	0,08	0,11		
Apr 23	30.03.23	-	29.04.23	0,05	0,08		
Mai 23	30.04.23	-	29.05.23	0,02	0,03		
Jun 23	30.05.23	-	28.06.23	0,01	0,02		
Jul 23	29.06.23	-	30.07.23	0,01	0,01		
Aug 23	31.07.23	-	30.08.23	0,01	0,02		
Sep 23	31.08.23	-	28.09.23	0,01	0,03		

¹⁾ Zielwert gemäß RL 2004/107/EG bzw. 39. BImSchV

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Die B(a)P-Konzentrationen im PM₁₀ lagen im Messzeitraum am Messpunkt MP 01a bei 0,08 ng/m³ und am Messpunkt MP 02a bei 0,11 ng/m³. Der Zielwert gemäß 39. BImSchV von 1 ng/m³ als Jahresmittelwert wurde im Messzeitraum somit deutlich unterschritten. Die Ausschöpfung betrug damit 8 % bzw. 11 %.

Weiterführender Vergleich der Messergebnisse

Für Benzo(a)pyren ist eine typische jahreszeitliche Variation der Belastung mit maximalen Werten in den Wintermonaten und sehr geringen Belastungen im Sommerhalbjahr bekannt. Dieser Jahresgang für Benzo(a)pyren entsteht u. a. bei unvollständiger Verbrennung und stellt einen Indikator für Feststofffeuerungen dar. Neben den im Winterhalbjahr höheren Emissionen sind auch die Witterungsbedingungen verantwortlich: Häufige austauscharme Wetterlagen und der reduzierte atmosphärenchemische Abbau führen in den Wintermonaten tendenziell zu höheren Belastungen.

Dieser allgemeine Trend spiegelt sich auch in den hier vorliegenden Messergebnissen wider (vgl. Abbildung 31). Die höchsten Werte lagen im Dezember 2022 mit Monatsmittelwerten bis 0,38 ng/m³ (MP 02a) vor. Im sehr milden Januar 2023 wurden plausibel relativ niedrige Monatswerte ermittelt (siehe oben).

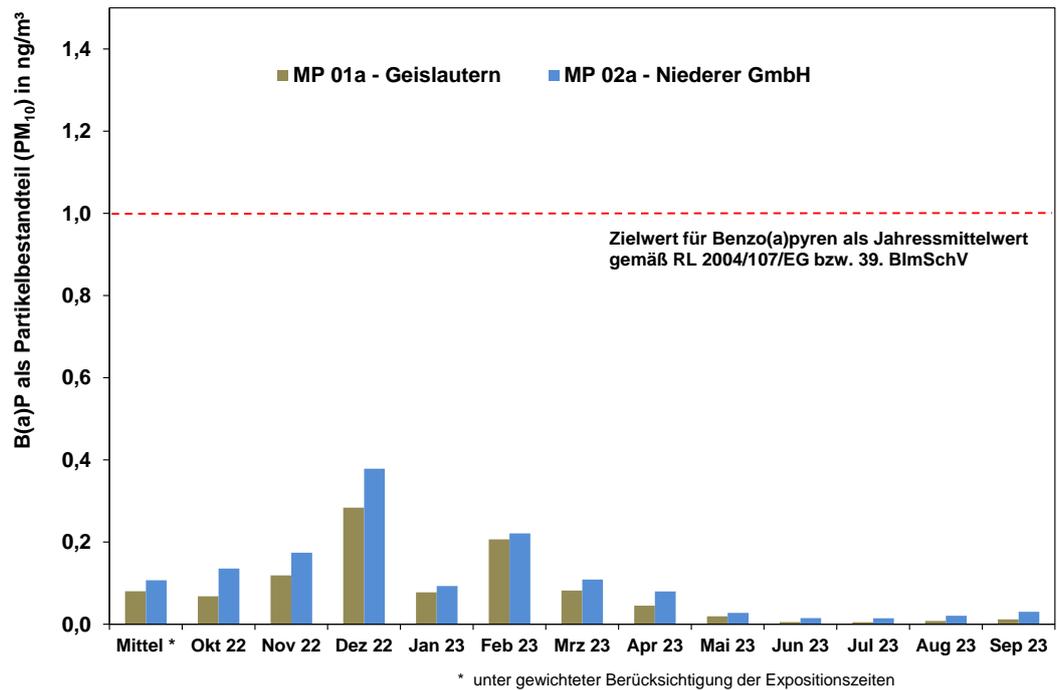


Abbildung 31. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für **Benzo(a)pyren** als Bestandteil der **Partikel PM₁₀**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Die Konzentrationen von Benzo(a)pyren als Bestandteil der Partikel PM₁₀ werden an der Station Völklingen-City nicht erfasst. Messwerte liegen im IMMESA-Messnetz für die Station Saarbrücken-City (städtischer Hintergrund) vor. Diese lagen in den Vorjahren (2019 – 2022) im Jahresmittel zwischen 0,21 ng/m³ und 0,31 ng/m³ und damit auf einem vergleichbar niedrigen Niveau.

5.7 Staubniederschlag StN (Deposition)

Die Ergebnisse der Messungen von Staubniederschlag StN für den Messzeitraum 29.09.2022 bis 29.09.2023 sind in der folgenden Tabelle 28 zusammenfassend dargestellt. Die Verfügbarkeit der Messdaten für Staubniederschlag betrug an allen Messpunkten 100 %.

Tabelle 28. **Staubniederschlag StN** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b, Mittel- und Monatswerte für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Staubniederschlag StN		MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
Zeitraum		g/(m²·d)	g/(m²·d)	g/(m²·d)	g/(m²·d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	0,05	0,10	0,19	0,35	¹⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	0,043	0,089	0,136		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	0,018	0,048	0,139		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	0,027	0,043	0,096		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	0,022	0,029	0,179		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	0,024	0,064	0,097		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	0,048	0,395	0,371		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,069	0,091	0,220		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	0,092	0,075	0,128		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	0,087	0,104	0,093		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	0,046	0,065	0,270		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	0,049	0,140	0,386		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	0,058	0,107	0,143		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

¹⁾ Immissionswert nach Nr. 4.5.1 TA Luft 2021

Die Mittelwerte des Staubniederschlags lagen am MP 01a bei 0,05 g/(m² × d), am MP 01b bei 0,10 g/(m² × d) und am MP 02b bei 0,19 g/(m² × d). Der Beurteilungswert von 0,35 g/(m² × d) als Jahresmittelwert gemäß TA Luft wurde damit an allen Messpunkten eingehalten. Die Ausschöpfung des Immissionswertes betrug 14 % am MP 01a, 29 % am MP 01b und 54 % am MP 02b. Am MP 02a wurde kein Staubniederschlag gemessen.

Weiterführender Vergleich der Messergebnisse

Abbildung 32 zeigt für den Staubniederschlag ergänzend den zeitlichen Verlauf der Monatsmittelwerte.

Die im Jahresmittel höheren Depositionen am MP 01b, verglichen mit dem MP 01a, resultieren vor allem aus einem erhöhten Monatswert im März 2023. In weiten Teilen des Messzeitraums lagen die Depositionsraten an diesen beiden Messpunkten auf einem vergleichbaren Niveau. Am MP 02b wurden hingegen in fast allen Monaten höhere Depositionen gegenüber dem MP 01a dokumentiert. Unter Berücksichtigung der Lage der Messpunkte und den meteorologischen Bedingungen (der MP 02b lag bei südwestlicher Hauptwindrichtung im Abwind des Stahlwerks) sind die Ergebnisse als plausibel zu bewerten.

Für Staubniederschlag (und seine Inhaltsstoffe) liegen für den konkreten Messzeitraum noch keine Messergebnisse aus dem IMMESA-Messnetz des LUA vor. Im Umfeld des Beurteilungsgebietes werden durch das LUA aktuell Messungen an sieben Messpunkten durchgeführt (siehe Abschnitt 3.3). Die Ergebnisse für die Jahresmittelwerte 2019 bis 2022 sind in Tabelle 30 auf S. 63 gemeinsam mit den Metalldepositionen dargestellt.

Der an den MP 01a, MP 01b und MP 02b im Rahmen der Vorbelastungsmessungen erfasste Staubbiederschlag lag im Messzeitraum plausibel in einem typischen Messbereich der letzten Jahre zwischen 0,04 g/(m² × d) und 0,26 g/(m² × d) je nach Messpunkt und Jahr.

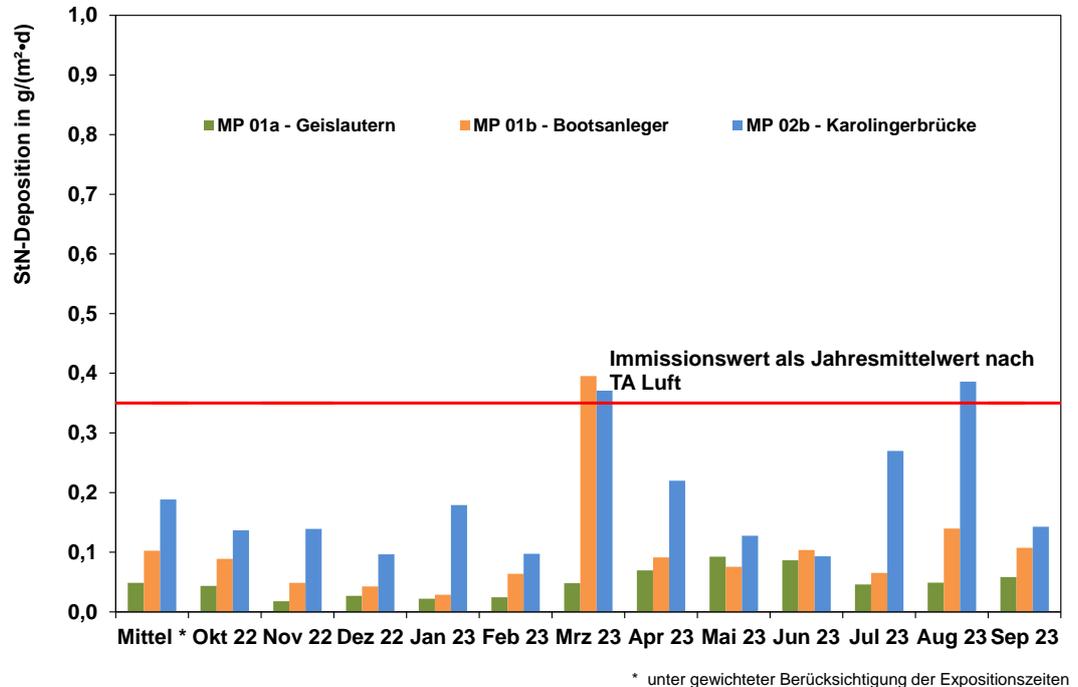


Abbildung 32. **Zeitlicher Verlauf** der Monatsmittelwerte des Staubbiederschlags **StN**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

5.8 Metalle im Staubbiederschlag (Deposition)

Zusätzlich zur Masse des Staubbiederschlags wurden an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b die Metalldepositionen als Bestandteil des Staubbiederschlags bestimmt. Tabelle 29 zeigt die Ergebnisse dieser Analysen für den 12-monatigen Messzeitraum in der Übersicht.

In der Tabelle sind ebenfalls die Beurteilungswerte für das Jahresmittel aufgeführt. Dabei ist die z. T. unterschiedliche Rechtsverbindlichkeit zu beachten (vgl. Abschnitt 3.7). Ergänzend sind auch typische Niederschlagsbereiche in ländlicher, städtischer und industrieller Umgebung gegenübergestellt.

Tabelle 29. **Metalle** als Bestandteil des **Staubniederschlags StN** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02a **im Mittel** für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Metall		MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilung	Typische Niederschlagsbereiche		
						µg/(m ² d)		
						ländlich ⁵⁾	städtisch ⁵⁾	Industrie ⁶⁾
Arsen	As	0,3	0,6	1,5	4 ¹⁾	0,1 bis 1,4	0,7 bis 2,2	1 bis 2
Cadmium	Cd	0,3	0,2	0,7	2 ¹⁾	0,2 bis 0,6	0,3 bis 1,0	0,1 bis 0,5
Nickel	Ni	2,5	6,1	14	15 ¹⁾	1 bis 3	5 bis 20	5 bis 10
Thallium	Tl	0,02	0,02	0,06	2 ¹⁾	0,03 bis 0,06	0,07 bis 0,3	0,1 bis 0,3
Blei	Pb	14	25	126	100 ¹⁾	10 bis 20	20 bis 35	10 bis 20
Kobalt	Co	0,4	1,0	2,6	80 ³⁾	0,1 bis 0,5	1	0,5 bis 1
Chrom	Cr	41	89	283	41 ²⁾	1 bis 5	5 bis 10	5 bis 15
Kupfer	Cu	4,4	10	22	82 ²⁾	5 bis 10	10 bis 50	10 bis 20
Mangan	Mn	284	640	2323	-	10 bis 30	50 bis 300	30 bis 100
Antimon	Sb	0,3	0,7	1,6	10 ³⁾	0,07 bis 2,3	2,1 bis 28	1 bis 1,5
Zinn	Sn	0,7	1,3	3,0	75 ³⁾	--	0,5 bis 1,5 ⁶⁾	1 bis 3
Vanadium	V	7,7	16	42	410 ⁴⁾	2 bis 10	10 bis 70	5 bis 10
Zink	Zn	96	210	760	329 ²⁾	10 bis 60	100 bis 1000	100 bis 150

¹⁾ Immissionswert nach Nr. 4.5.1 TA Luft

²⁾ Hilfswert, hergeleitet über Anlage 1 Tab. 3 der BBodSchV 2021

³⁾ Modifiziert nach Kühling/Peters (1994), bezogen auf einen Anreicherungszeitraum von 200 Jahren

⁴⁾ LAI (1997)

⁵⁾ Typische Niederschlagsbereiche gemäß VDI 2267 Blatt 15 (zurückgezogen) und VDI 2267 Blatt 2 ⁶⁾

Neben der o. g. tabellarischen Ansicht ist die Ausschöpfung der jeweiligen Beurteilungswerte in Abbildung 33 auch graphisch dargestellt. In der Abbildung sind aus Gründen der Vollständigkeit ergänzend auch die Ausschöpfungen für Staubniederschlag und die Quecksilberdeposition dokumentiert.

Die Immissionswerte der TA Luft für die Deposition von Arsen, Cadmium, Nickel, Thallium und Blei wurden im Messzeitraum an den Messpunkten MP 01a und MP 01b eingehalten. Die Immissionswerte für die Deposition von Arsen, Cadmium und Thallium wurden auch am MP 02b eingehalten. Der Immissionswert der TA Luft für die Deposition von Nickel von 15 µg/(m² × d) wurde am MP 02b mit 14 µg/(m² × d) knapp eingehalten. Der Immissionswert der TA Luft für Blei von 100 µg/(m² × d) wurde am MP 02b mit 126 µg/(m² × d) überschritten.

Die Depositionen von Chrom lagen mit 41 µg/(m² × d) am MP 01a, mit 89 µg/(m² × d) am MP 01b und 283 µg/(m² × d) am MP 02b an allen Messpunkten auf bzw. oberhalb des über die Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV, [12]) abgeleiteten Hilfswertes von 41 µg/(m² × d)³. Mit 760 µg/(m² × d) lag die Deposition von Zink am MP 02b ebenfalls oberhalb des aus der BBodSchV abgeleiteten Hilfswertes von 329 µg/(m² × d).

Für alle anderen, nicht in der TA Luft regulierten Metalle, wurden die jeweiligen Beurteilungswerte an allen Messpunkten eingehalten.

Die aktuelle BBodSchV ist am 01.08.2023 in Kraft getreten. Sie ersetzt die Verordnung aus dem Jahr 1999, auf deren Basis der abgeleitete Hilfswert für die Deposition von Chrom 82 µg/(m² × d) betrug.

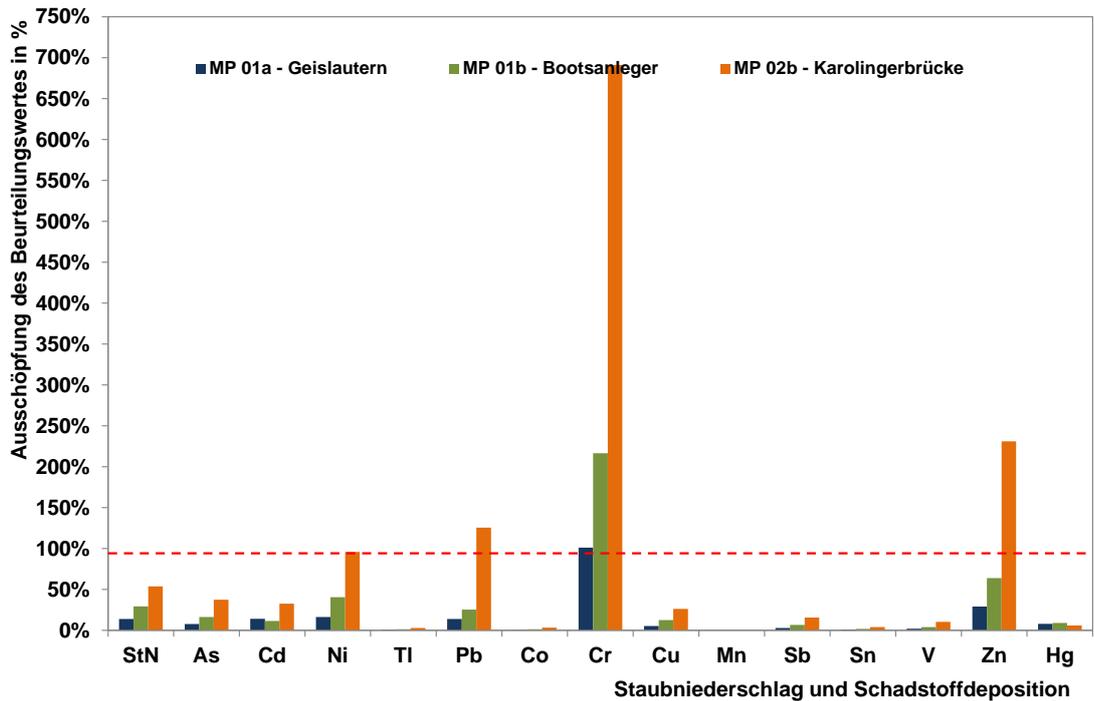


Abbildung 33. Prozentuale **Ausschöpfung der Beurteilungswerte für Staubbiederschlag** und Metalle als Bestandteil des Staubbiederschlags (Schadstoffdeposition) im Messzeitraum; Die berechnete Ausschöpfung bezieht sich auf die in den Tabellen 29, 30 und 45 angegebenen Beurteilungswerte.

Weiterführender Vergleich der Messergebnisse

In der Tabelle 29 sind die an den MP 01a, MP 01b und MP 02b gemessenen Metalldepositionen typischen Niederschlagsbereichen in ländlicher, städtischer und industrieller Umgebung gegenübergestellt. Die Ergebnisse lagen plausibel überwiegend im Bereich typischer städtisch/industriell geprägter Depositionen; am MP 01a lassen sich die Ergebnisse für einige Metalle auch mit typischen ländlichen Depositionen vergleichen. Am MP 02b sind die Depositionen in diesem Zusammenhang insgesamt einem erhöhten industriellen Niveau zu zuzuordnen, das gilt neben Blei, Chrom und Zink (siehe oben) vor allem auch für Mangan. Mangan wird bei der Stahlerzeugung als Legierung eingesetzt und kann insofern plausibel mit dem Stahlwerk in Verbindung gebracht werden.

Zur ergänzenden Plausibilitätsprüfung können für einige Parameter Vergleiche mit Ergebnissen aus dem IMMESA-Messnetz des LUA durchgeführt werden (Tabelle 30). Für den konkreten Messzeitraum liegen noch keine Messergebnisse vor, dargestellt sind die Jahresmittelwerte 2019 bis 2022. Die ausgewählten Messpunkte aus dem IMMESA-Messnetz sind in Abbildung 10 zusammen mit den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b eingezeichnet.

Der Vergleich mit den LUA-Daten zeigt, dass die im Messzeitraum gemessenen Depositionen insgesamt plausibel in einem typischen Messbereich der Metalldositionen der Jahre 2019 bis 2022 liegen. Für Chrom lagen die Messwerte oberhalb der vom LUA gemessenen typischen Bereiche.

Die im IMMESA-Messnetz im Jahr 2022 sprunghaft angestiegenen Nickeldepositionen finden sich in den Ergebnissen der durchgeführten Vorbelastungsmessungen nicht unmittelbar wieder, diese entsprechen eher dem Niveau der Vorjahre 2019 bis 2021. Das deutet auf eine Ursache in den ersten drei Quartalen in 2022 hin, als die Vorbelastungsmessungen noch nicht stattfanden.

Tabelle 30. Jahresmittelwerte für Staubbiederschlag und die Metalldosition im Messnetz des LUA für die Jahre 2019 bis 2022 [50], [51].

	Messpunkt	Staub g/(m ² x d)	As	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Sb	Tl	Zn
			µg/(m ² x d)									
2019	8	0,26	0,4	0,7	0,7	15	11	4	10	0,4	0,01	89
	9	0,08	1,2	0,5	1,4	89	11	9	25	0,9	0,04	184
	10	0,10	0,4	0,6	0,7	29	14	4	12	0,3	0,02	75
	11	0,09	0,5	1,1	0,9	119	7	6	24	0,4	0,02	177
	12	0,21	0,8	1,1	1,5	65	8	18	14	0,3	0,03	96
	SP3	0,06	0,4	1,1	0,5	25	6	5	14	0,5	0,02	83
	SP4	0,06	0,4	0,9	0,6	46	6	4	14	0,3	0,02	89
2020	8	0,15	0,8	0,4	0,8	16	9	4	11	0,4	0,04	85
	9	0,10	0,9	0,3	1,0	44	9	5	15	0,6	0,04	106
	10	0,11	0,7	0,5	0,7	25	7	4	17	0,3	0,03	71
	11	0,10	1,0	0,4	1,2	59	6	6	17	0,4	0,05	103
	12	0,19	0,8	0,6	1,1	49	8	16	18	0,4	0,04	109
	SP3	0,08	0,6	1,1	0,8	29	6	6	19	0,5	0,03	80
	SP4	0,11	0,8	0,5	1,0	58	7	6	17	0,4	0,04	103
2021	8	0,04	0,3	0,6	0,6	18	6	3	9	0,4	0,02	114
	9	0,09	1,4	0,6	1,5	72	11	7	27	0,8	0,04	190
	10	0,13	0,4	0,2	1,0	28	10	6	15	0,3	0,02	78
	11	0,07	0,5	0,6	1,1	87	7	9	33	0,5	0,03	232
	12	0,09	0,7	0,9	1,7	73	7	20	21	0,4	0,03	114
	SP3	0,06	0,4	0,2	1,2	23	7	6	22	0,5	0,02	74
	SP4	0,08	0,8	0,8	1,0	46	6	5	22	0,4	0,03	132
2022	8	0,06	1,2	0,3	1,0	16	9	16	8	0,4	0,04	129
	9	0,08	2,6	0,5	1,6	39	13	23	16	0,6	0,07	139
	10	0,10	1,2	1,4	1,4	24	10	21	12	0,2	0,04	69
	11	0,08	1,9	0,4	2,5	72	10	33	21	0,4	0,04	166
	12	0,09	1,3	0,9	1,1	43	17	28	9	0,2	0,04	64
	SP3	0,10	2,7	1,5	2,5	20	11	35	16	0,5	0,04	71
	SP4	0,08	1,2	1,0	1,4	43	8	22	14	0,3	0,05	102

5.8.1 Monatskenngrößen für Metalle im Staubniederschlag

Die folgenden Tabellen enthalten jeweils auch die Monatskenngrößen der Metalle im Staubniederschlag für jeden Messpunkt und Parameter. Zudem wurden die Monatskenngrößen graphisch für jeden Parameter dem Beurteilungswert gegenübergestellt. Der in den Abbildungen jeweils angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich stets auf einen Jahresmittelwert.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die jeweiligen Beurteilungswerte für die Metalle Arsen, Thallium, Kobalt, Kupfer, Antimon, Zinn und Vanadium nicht nur im Mittel, sondern auch in allen Einzelmonaten unterschritten wurden. Für die übrigen Metalle wurde jeweils der auf ein Jahr bezogene Beurteilungswert an einem der Messpunkte in den Monatswerten erreicht oder überschritten.

Ein Abgleich der Monatswerte mit den jeweiligen Windrichtungshäufigkeitsverteilungen (siehe Anhang B) zeigt vor allem in den Monaten Mai und Juni 2023 einen hervorzuhebenden Effekt: In diesen Monaten herrschte ausschließlich Nordostwind. Bei diesen Bedingungen liegt der Messpunkt MP 02b nicht im Abwind des Stahlwerks, was zu deutlich niedrigeren Monatswerten u.a. für die Depositionen von Nickel, Blei, Chrom und Mangan führte.

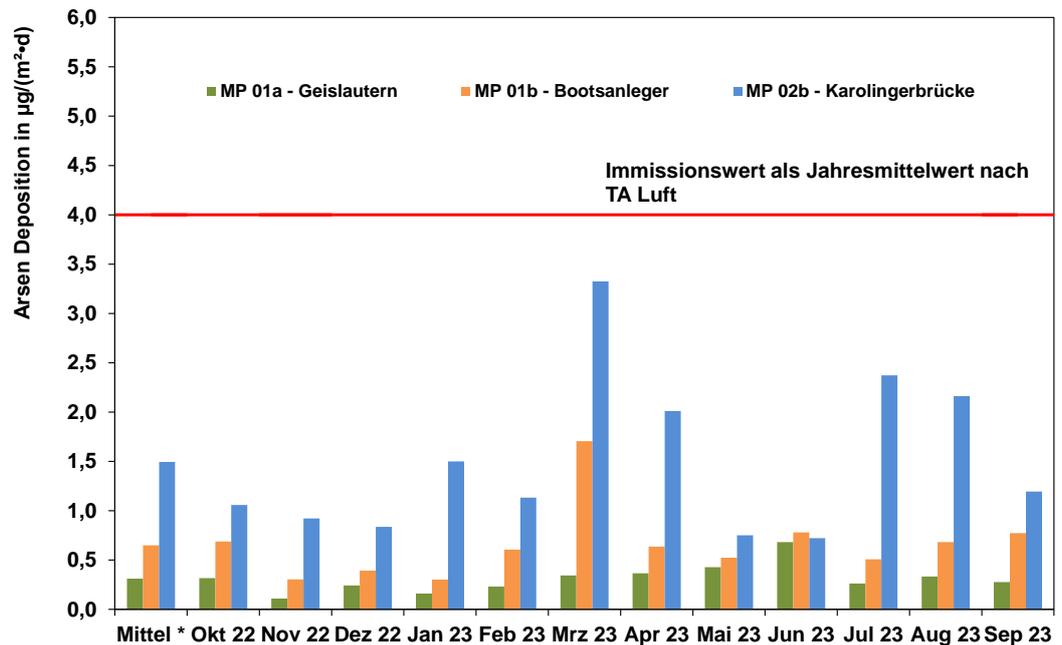
Insgesamt können die Ergebnisse zusammenfassend als plausibel bewertet werden.

Tabelle 31. **Arsendepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Arsen	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	0,3	0,6	1,5	4	¹⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	0,3	0,7	1,1		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	0,1	0,3	0,9		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	0,2	0,4	0,8		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	0,2	0,3	1,5		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	0,2	0,6	1,1		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	0,3	1,7	3,3		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,4	0,6	2,0		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	0,4	0,5	0,8		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	0,7	0,8	0,7		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	0,3	0,5	2,4		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	0,3	0,7	2,2		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	0,3	0,8	1,2		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

¹⁾ Immissionswert nach Nr. 4.5.1 TA Luft



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

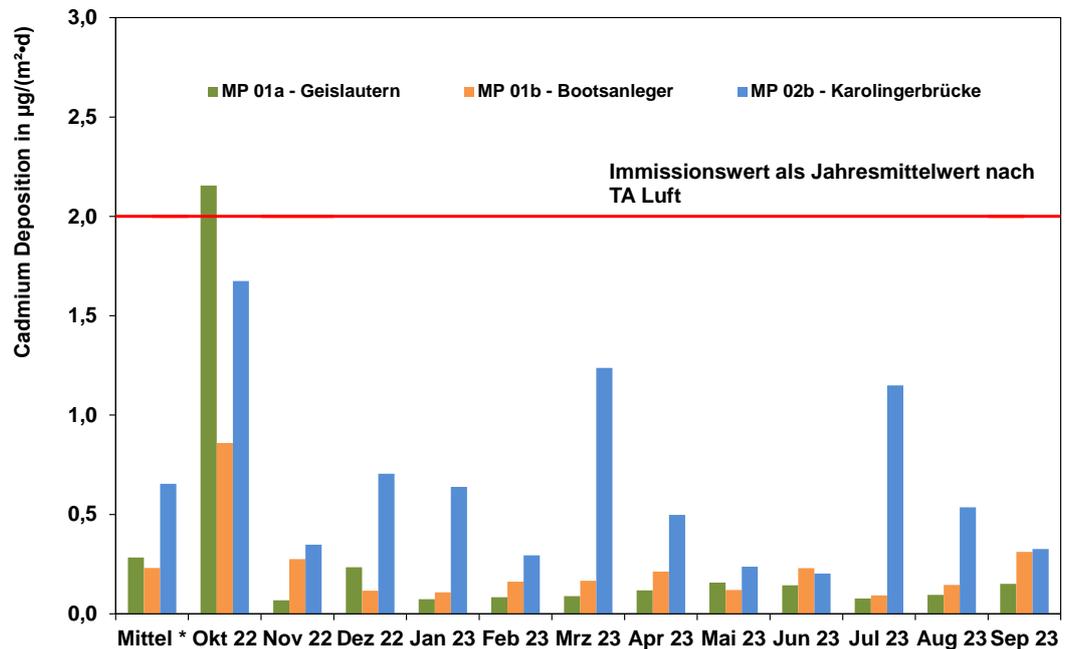
Abbildung 34. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Arsen**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 32. **Cadmiumdepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Cadmium	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	0,3	0,2	0,7	2	¹⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	2,2	0,9	1,7		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	0,1	0,3	0,3		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	0,2	0,1	0,7		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	0,1	0,1	0,6		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	0,1	0,2	0,3		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	0,1	0,2	1,2		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,1	0,2	0,5		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	0,2	0,1	0,2		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	0,1	0,2	0,2		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	0,1	0,1	1,1		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	0,1	0,1	0,5		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	0,2	0,3	0,3		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

¹⁾ Immissionswert nach Nr. 4.5.1 TA Luft



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

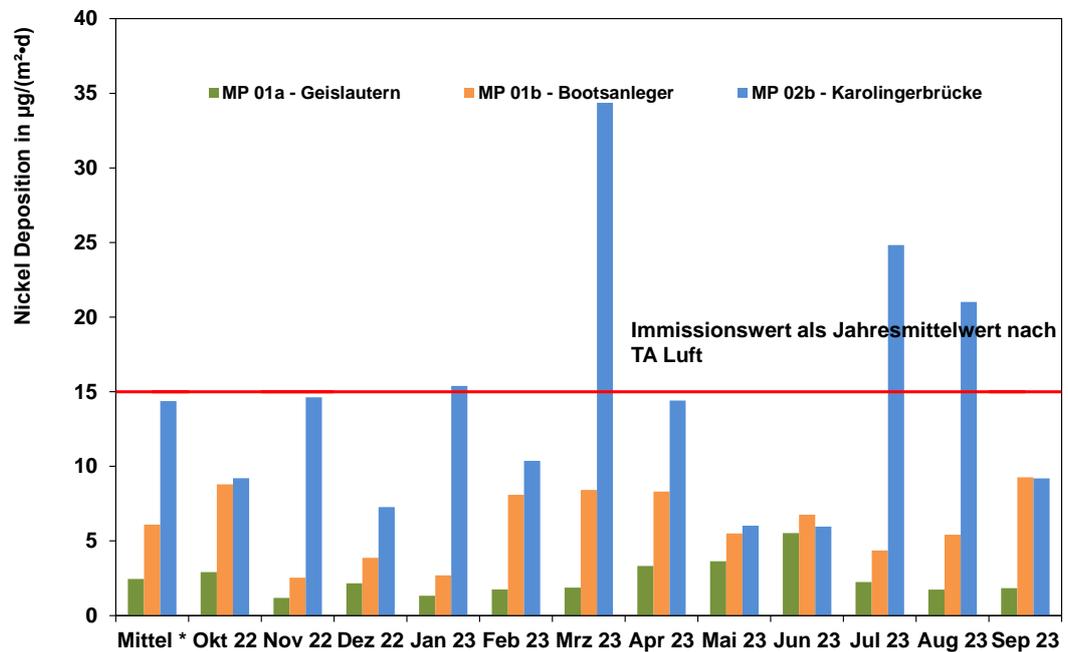
Abbildung 35. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Cadmium**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 33. **Nickeldepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Nickel	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	2,5	6,1	14	15	¹⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	2,9	8,8	9,2		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	1,2	2,5	15		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	2,2	3,9	7,3		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	1,3	2,7	15		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	1,8	8,1	10		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	1,9	8,4	34		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	3,3	8,3	14		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	3,6	5,5	6,0		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	5,5	6,8	6,0		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	2,2	4,4	25		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	1,7	5,4	21		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	1,8	9,3	9		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

¹⁾ Immissionswert nach Nr. 4.5.1 TA Luft



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

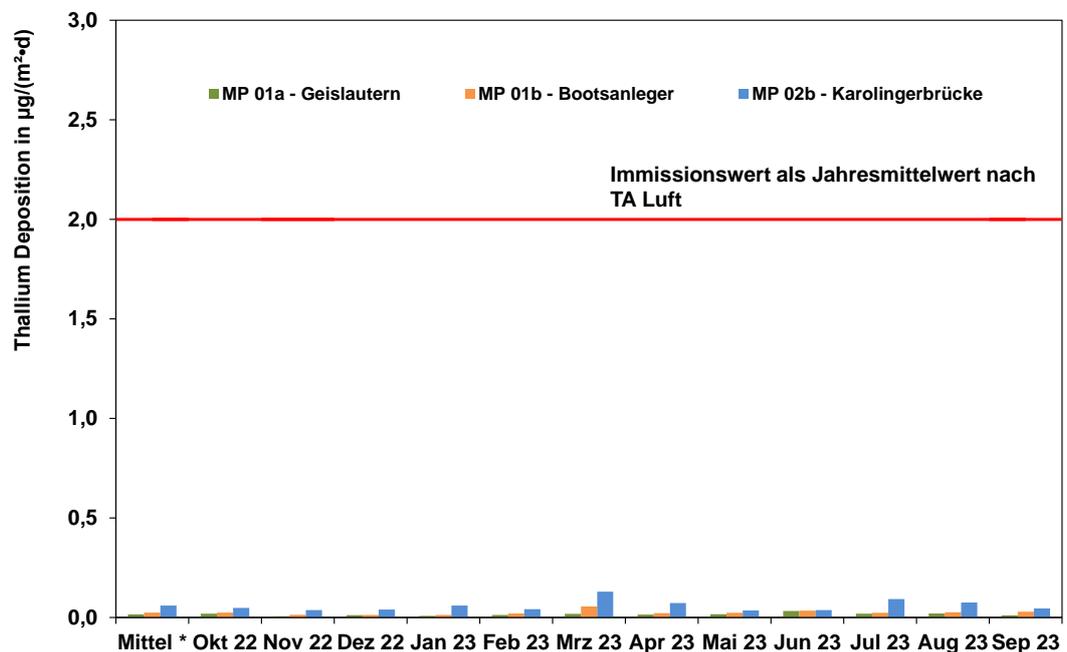
Abbildung 36. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Nickel**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 34. **Thalliumdepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Thallium	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	0,02	0,02	0,06	2	¹⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	0,02	0,02	0,05		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	0,01	0,01	0,04		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	0,01	0,01	0,04		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	0,01	0,01	0,06		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	0,01	0,02	0,04		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	0,02	0,06	0,13		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,01	0,02	0,07		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	0,02	0,02	0,03		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	0,03	0,03	0,04		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	0,02	0,02	0,09		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	0,02	0,03	0,08		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	0,01	0,03	0,04		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

¹⁾ Immissionswert nach Nr. 4.5.1 TA Luft



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

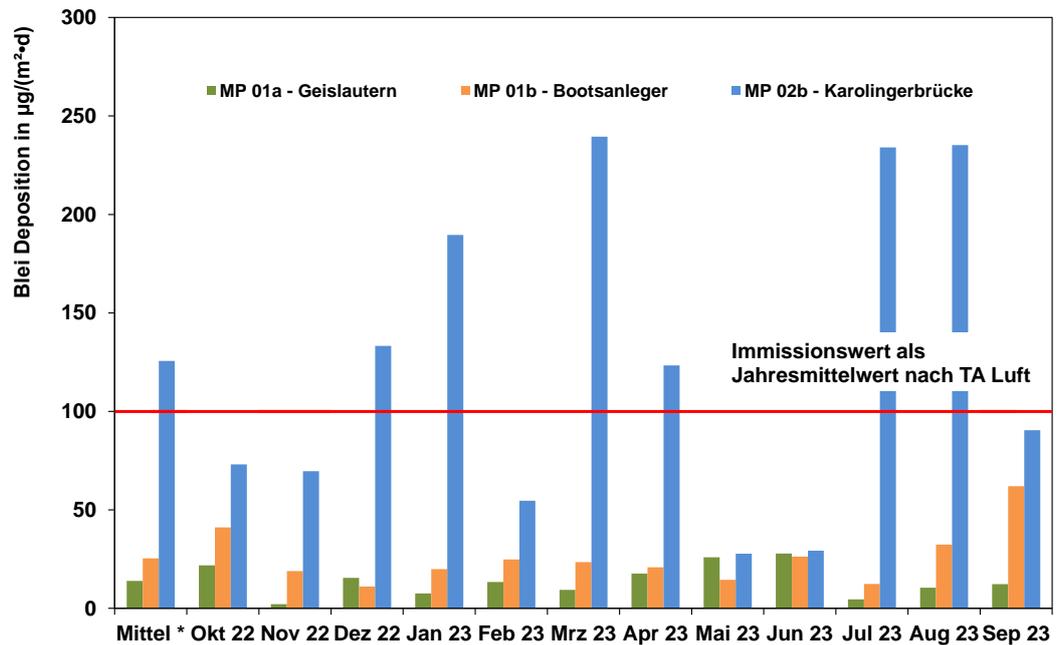
Abbildung 37. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Thallium**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 35. **Bleidepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Blei	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	14	25	126	100	1)
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	22	41	73		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	2,1	19	70		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	15	11	133		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	7,5	20	190		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	13	25	55		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	9,4	24	239		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	18	21	123		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	26	14	28		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	28	26	29		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	4,6	12	234		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	11	32	235		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	12	62	90		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

1) Immissionswert nach Nr. 4.5.1 TA Luft



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

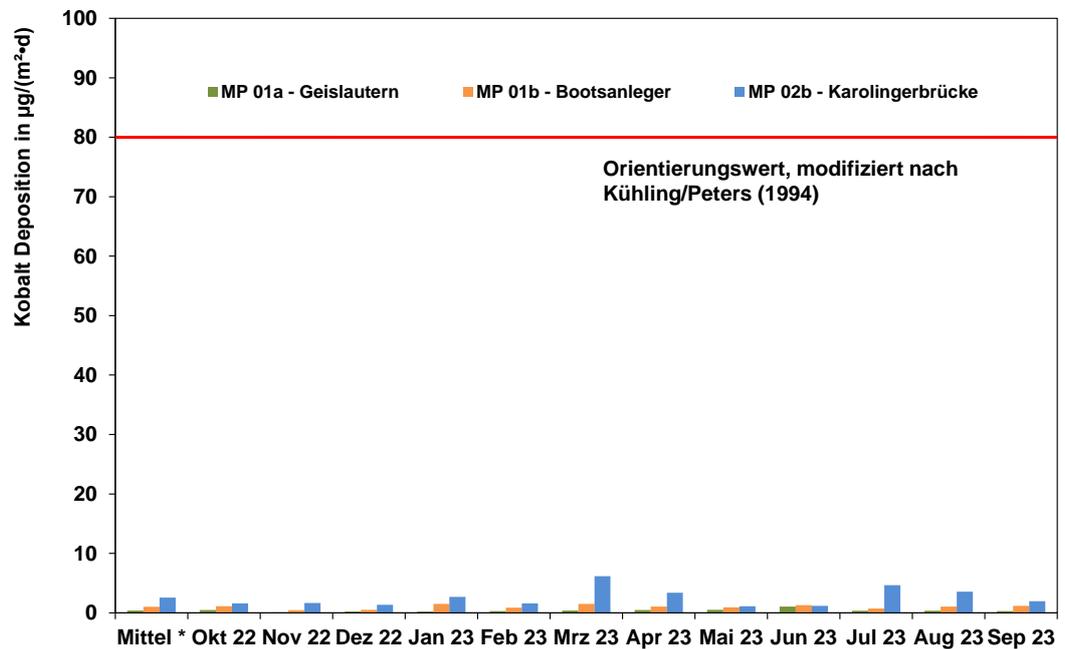
Abbildung 38. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Blei**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 36. **Kobaltdepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Kobalt	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	0,4	1,0	2,6	80	³⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	0,5	1,1	1,6		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	0,1	0,4	1,7		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	0,2	0,5	1,4		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	0,2	1,5	2,7		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	0,3	0,9	1,6		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	0,4	1,5	6,2		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,5	1,0	3,4		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	0,5	0,9	1,1		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	1,0	1,3	1,2		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	0,3	0,7	4,6		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	0,4	1,0	3,5		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	0,3	1,2	1,9		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

3) Orientierungswert, modifiziert nach Kühling/Peters (1994), bezogen auf einen Anreicherungszeitraum von 200 Jahren



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

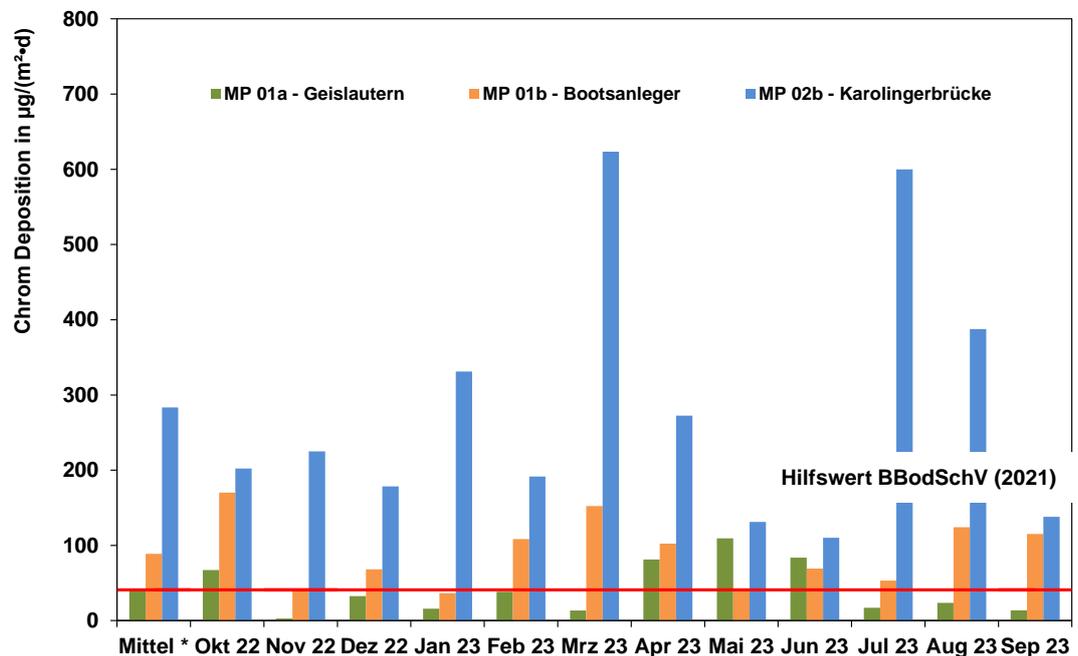
Abbildung 39. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Kobalt**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 37. **Chromdepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Chrom	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	41	89	283	41	²⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	67	170	202		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	2,9	40	225		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	33	68	179		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	16	36	331		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	38	109	191		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	13	152	623		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	81	102	272		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	109	40	131		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	84	69	110		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	17	53	600		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	24	124	388		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	14	115	138		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

²⁾ Hilfswert, hergeleitet über Anlage 1 Tab. 3 der BBodSchV 2021



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

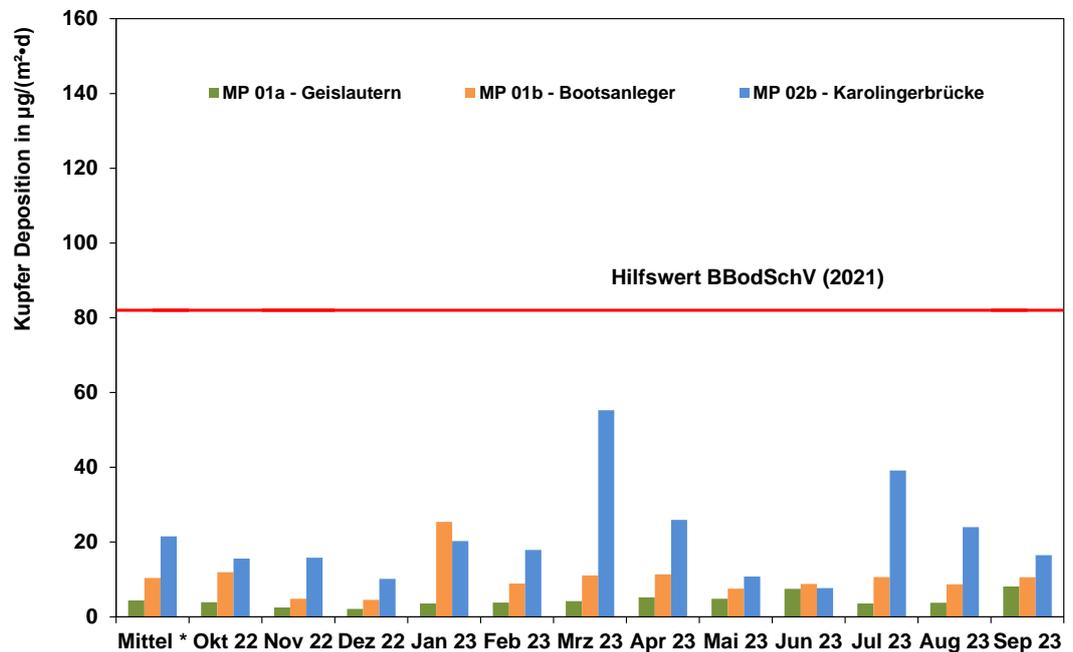
Abbildung 40. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Chrom**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 38. **Kupferdepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Kupfer	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	4,4	10	22	82	²⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	3,9	12	16		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	2,5	4,8	16		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	2,1	4,5	10		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	3,6	25	20		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	3,8	8,9	18		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	4,2	11	55		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	5,2	11	26		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	4,8	7,5	11		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	7,5	8,8	7,7		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	3,5	11	39		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	3,7	8,7	24		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	8,1	11	17		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

²⁾ Hilfswert, hergeleitet über Anlage 1 Tab. 3 der BBodSchV 2021



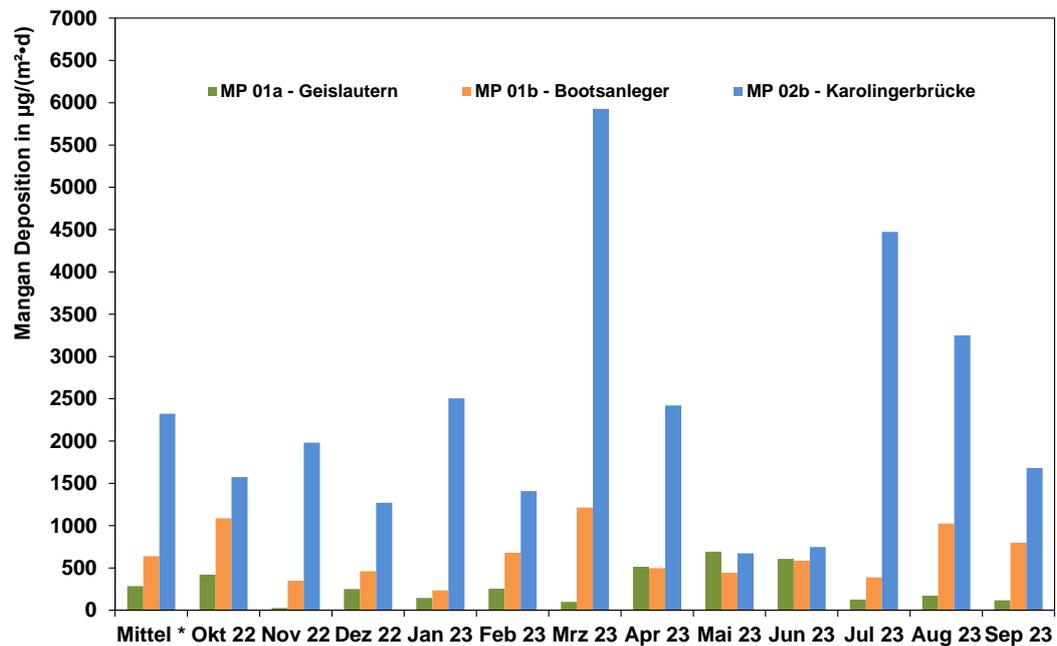
* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Abbildung 41. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Kupfer**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 39. **Mangandepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Mangan	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	284	640	2323	--	--
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	421	1088	1574		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	25	349	1982		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	250	462	1271		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	145	233	2506		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	256	679	1408		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	97	1213	5928		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	513	498	2420		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	693	444	674		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	607	586	747		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	126	389	4473		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	172	1025	3249		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	118	799	1683		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

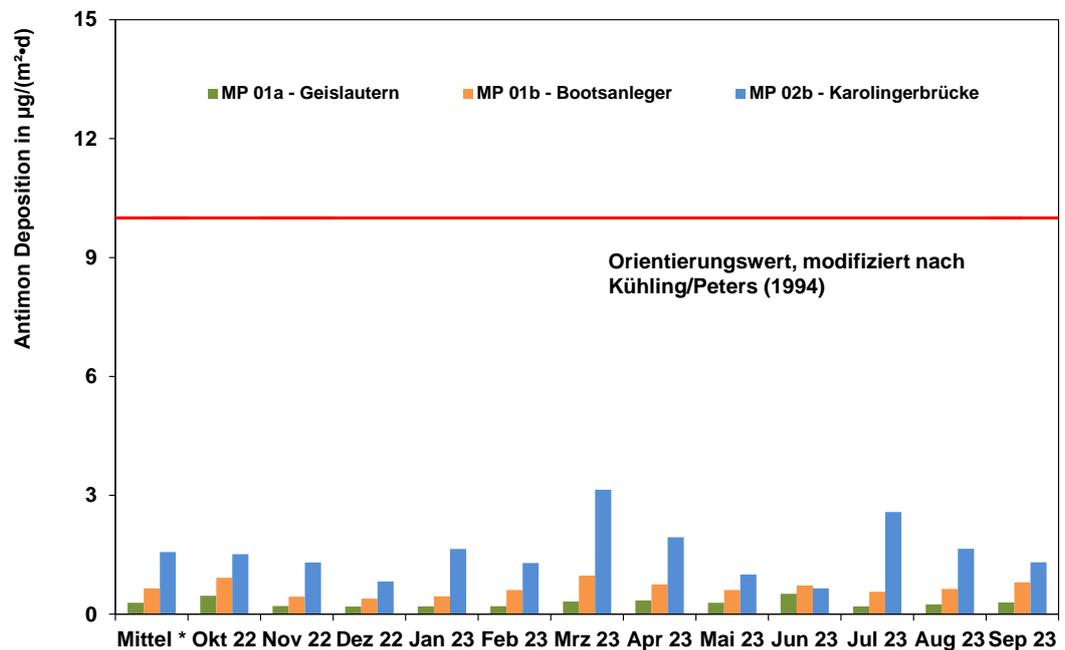
Abbildung 42. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Mangan**.

Tabelle 40. **Antimondepositionen** an den MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Antimon	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	0,3	0,7	1,6	10	³⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	0,5	0,9	1,5		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	0,2	0,4	1,3		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	0,2	0,4	0,8		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	0,2	0,4	1,6		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	0,2	0,6	1,3		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	0,3	1,0	3,1		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,3	0,8	1,9		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	0,3	0,6	1,0		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	0,5	0,7	0,6		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	0,2	0,6	2,6		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	0,2	0,6	1,7		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	0,3	0,8	1,3		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

3) Orientierungswert, modifiziert nach Kühling/Peters (1994), bezogen auf einen Anreicherungszeitraum von 200 Jahren



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

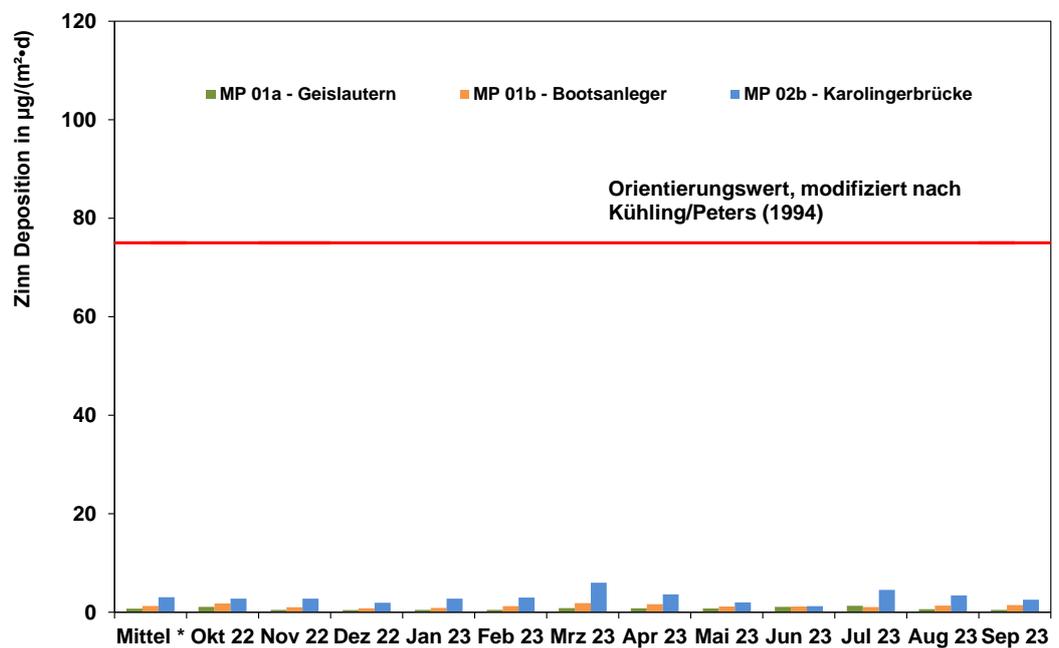
Abbildung 43. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Antimon**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 41. **Zinndepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Zinn	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	0,7	1,3	3,0	75	³⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	1,1	1,8	2,7		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	0,4	1,0	2,8		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	0,4	0,8	1,9		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	0,4	0,9	2,8		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	0,5	1,2	3,0		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	0,8	1,8	6,0		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,8	1,6	3,6		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	0,7	1,1	2,0		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	1,1	1,1	1,2		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	1,3	1,0	4,5		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	0,6	1,3	3,4		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	0,5	1,4	2,5		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

3) Orientierungswert, modifiziert nach Kühling/Peters (1994), bezogen auf einen Anreicherungszeitraum von 200 Jahren



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

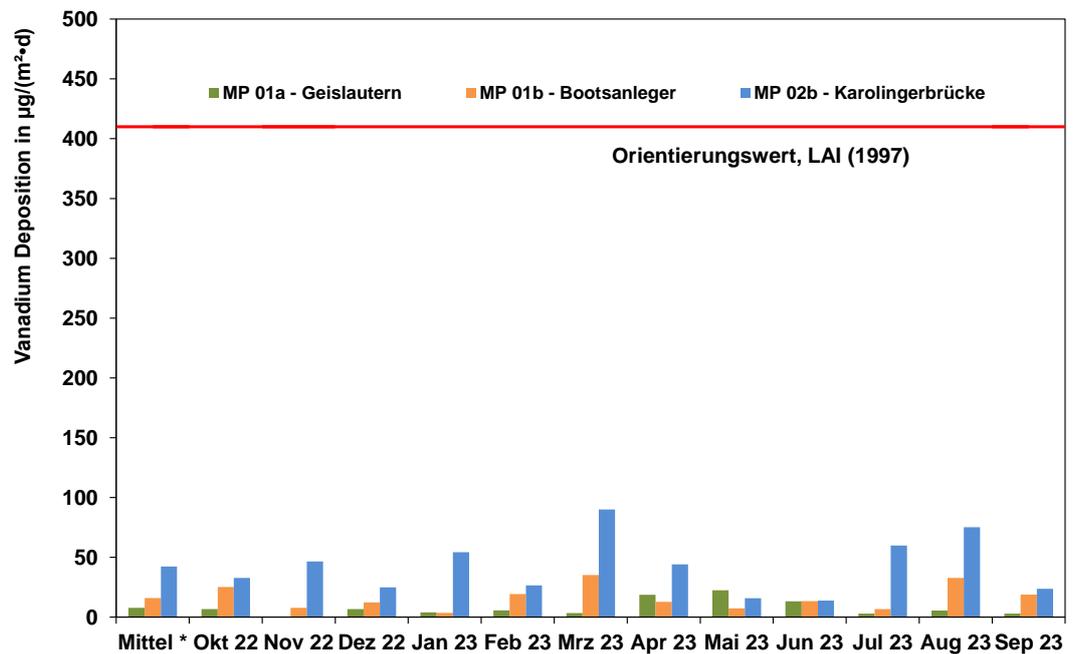
Abbildung 44. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Zinn**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 42. **Vanadiumdepositionen** an den MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Vanadium	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
		µg/(m ² •d)	µg/(m ² •d)	µg/(m ² •d)	µg/(m ² •d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	7,7	16	42	410	⁴¹⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	6,7	25	33		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	0,6	7,8	47		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	6,7	12	25		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	4,1	3,6	54		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	5,6	19	27		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	3,4	35	90		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	19	13	44		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	22	7,3	16		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	13	13	14		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	2,9	6,7	60		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	5,5	33	75		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	3,0	19	24		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

⁴¹⁾ Orientierungswert, LAI (1997)



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

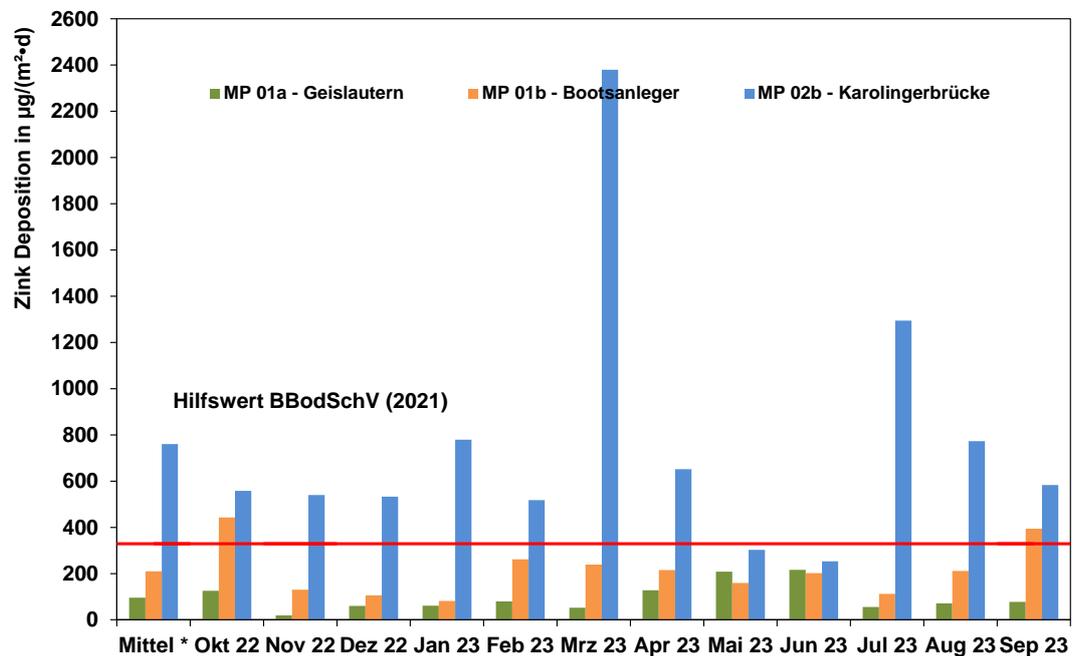
Abbildung 45. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Vanadium**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Tabelle 43. **Zinkdepositionen** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Messzeitraum.

Zink	Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	Quelle
		µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	96	210	760	329	²⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	125	443	558		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	19	130	540		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	60	106	533		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	61	82	779		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	80	261	518		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	53	239	2380		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	128	215	651		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	208	159	303		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	216	202	253		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	55	112	1294		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	71	211	773		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	77	394	583		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

²⁾ Hilfswert, hergeleitet über Anlage 1 Tab. 3 der BBodSchV 2021



* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Abbildung 46. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte für die **Depositionen von Zink**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

5.9 Quecksilberdeposition

Neben den in Abschnitt 5.5 dargestellten Metallen als Bestandteil des Staubniederschlags wurde an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b auch die Deposition von Quecksilber bestimmt. Die folgende Tabelle 44 zeigt die Ergebnisse dieser Analysen als Mittelwert für den jeweils 12-monatigen Messzeitraum. Die Verfügbarkeit der Messdaten betrug 100 % für alle Messpunkte.

Tabelle 44. **Quecksilberdeposition** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im **Mittel** für den Messzeitraum 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Quecksilberdeposition		MP 01a	MP 01b	MP02b	TA Luft
Zeitraum		µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)	µg/(m ² ·d)
Mittel *	29.09.2022 - 31.08.2023	0,08	0,09	0,06	1
Okt 22	29.09.2022 - 29.10.2022	< 0,08	< 0,06	< 0,08	
Nov 22	29.10.2022 - 29.11.2022	< 0,07	< 0,06	0,07	
Dez 22	29.11.2022 - 29.12.2022	< 0,04	< 0,04	0,12	
Jan 23	29.12.2022 - 30.01.2023	< 0,06	< 0,06	< 0,06	
Feb 23	30.01.2023 - 28.02.2023	0,42	0,62	< 0,01	
Mrz 23	28.02.2023 - 30.03.2023	< 0,08	< 0,08	0,10	
Apr 23	30.03.2023 - 29.04.2023	< 0,03	0,02	< 0,02	
Mai 23	29.04.2023 - 30.05.2023	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Jun 23	30.05.2023 - 29.06.2023	< 0,01	0,01	0,01	
Jul 23	29.06.2023 - 31.07.2023	< 0,03	0,03	0,04	
Aug 23	31.07.2023 - 31.08.2023	0,07	0,07	0,10	
Sep 23	31.08.2023 - 29.09.2023	0,01	0,03	0,04	

¹⁾ Mittelwert aus Doppelbeobachtung. Liegen ein oder beide Proben unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze (0,025 µg/l), werden die Ergebnisse mit "<" gekennzeichnet

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

An allen Messpunkten lagen die Ergebnisse für die Deposition von Quecksilber auf einem sehr niedrigen Niveau deutlich unterhalb des Immissionswertes von 1 µg/(m² × d) gemäß Nr. 4.5.1 TA Luft. Die Ausschöpfung des Beurteilungswertes betrug < 10 % an allen Messpunkten.

Am MP 01a und MP 01b lagen die Monatswerte im Februar 2023 über dem Niveau der übrigen Monatswerte (siehe Abbildung 47). Ein Abgleich mit der Windrichtungsverteilung für den Monat Februar zeigt anteilig Wind aus Südwest und Nordost (siehe Anhang B), eine dominante Hauptwindrichtung lag somit nicht vor. Anhaltspunkte über mögliche Quellen lassen sich über die Windrichtung nicht eindeutig herleiten.

Für die Depositionen von Quecksilber werden vom LUA keine Messergebnisse veröffentlicht. Auf Basis der Bearbeitung vergleichbarer Aufgabenstellungen können die Messergebnisse jedoch als plausibel eingestuft werden. Ein weiterführender Vergleich erübrigt sich aufgrund der niedrigen Ergebnisse.

Tabelle 45. **Quecksilberdeposition** am Messpunkt MP 01a im Mittel und monatlich für den Messzeitraum 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Quecksilberdeposition			ml	MP 01a		TA Luft
Zeitraum				µg/l	µg/(m ² •d)	µg/(m ² •d)
Mittel *	29.09.2022	- 31.08.2023	381	0,09	0,08	1
Okt 22	29.09.2022	- 29.10.2022	700	< 0,03	< 0,08	
Nov 22	29.10.2022	- 29.11.2022	600	< 0,03	< 0,07	
Dez 22	29.11.2022	- 29.12.2022	360	< 0,03	< 0,04	
Jan 23	29.12.2022	- 30.01.2023	600	< 0,03	< 0,06	
Feb 23	30.01.2023	- 28.02.2023	100	0,89	0,42	
Mrz 23	28.02.2023	- 30.03.2023	700	< 0,03	< 0,08	
Apr 23	30.03.2023	- 29.04.2023	235	< 0,03	< 0,03	
Mai 23	29.04.2023	- 30.05.2023	100	< 0,03	< 0,01	
Jun 23	30.05.2023	- 29.06.2023	100	< 0,03	< 0,01	
Jul 23	29.06.2023	- 31.07.2023	330	< 0,03	< 0,03	
Aug 23	31.07.2023	- 31.08.2023	595	0,03	0,07	
Sep 23	31.08.2023	- 29.09.2023	120	0,03	0,01	

¹⁾ Mittelwert aus Doppelbeobachtung. Liegen ein oder beide Proben unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze (0,025 µg/l), werden die Ergebnisse mit "<" gekennzeichnet

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Tabelle 46. **Quecksilberdeposition** am Messpunkt MP 01b im Mittel und monatlich für den Messzeitraum 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Quecksilberdeposition			ml	MP 01b		TA Luft
Zeitraum				µg/l	µg/(m ² •d)	µg/(m ² •d)
Mittel *	29.09.2022	- 31.08.2023	327	0,13	0,09	1
Okt 22	29.09.2022	- 29.10.2022	540	< 0,03	< 0,06	
Nov 22	29.10.2022	- 29.11.2022	520	< 0,03	< 0,06	
Dez 22	29.11.2022	- 29.12.2022	338	< 0,03	< 0,04	
Jan 23	29.12.2022	- 30.01.2023	550	< 0,03	< 0,06	
Feb 23	30.01.2023	- 28.02.2023	100	1,32	0,62	
Mrz 23	28.02.2023	- 30.03.2023	715	< 0,03	< 0,08	
Apr 23	30.03.2023	- 29.04.2023	120	0,03	0,02	
Mai 23	29.04.2023	- 30.05.2023	100	< 0,03	< 0,01	
Jun 23	30.05.2023	- 29.06.2023	100	0,03	0,01	
Jul 23	29.06.2023	- 31.07.2023	260	0,03	0,03	
Aug 23	31.07.2023	- 31.08.2023	470	0,03	0,07	
Sep 23	31.08.2023	- 29.09.2023	100	0,05	0,03	

¹⁾ Mittelwert aus Doppelbeobachtung. Liegen ein oder beide Proben unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze (0,025 µg/l), werden die Ergebnisse mit "<" gekennzeichnet

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

Tabelle 47. **Quecksilberdeposition** am Messpunkt MP 02b im Mittel und monatlich für den Messzeitraum 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Quecksilberdeposition			MP02b		TA Luft
Zeitraum			ml	µg/l	µg/(m ² ·d)
Mittel *	29.09.2022	- 31.08.2023	336	0,04	0,06
Okt 22	29.09.2022	- 29.10.2022	700	< 0,03	< 0,08
Nov 22	29.10.2022	- 29.11.2022	520	0,03	0,07
Dez 22	29.11.2022	- 29.12.2022	338	0,08	0,12
Jan 23	29.12.2022	- 30.01.2023	575	< 0,03	< 0,06
Feb 23	30.01.2023	- 28.02.2023	100	< 0,03	< 0,01
Mrz 23	28.02.2023	- 30.03.2023	595	0,04	0,10
Apr 23	30.03.2023	- 29.04.2023	200	< 0,03	< 0,02
Mai 23	29.04.2023	- 30.05.2023	100	< 0,03	< 0,01
Jun 23	30.05.2023	- 29.06.2023	100	0,03	0,01
Jul 23	29.06.2023	- 31.07.2023	270	0,03	0,04
Aug 23	31.07.2023	- 31.08.2023	415	0,05	0,10
Sep 23	31.08.2023	- 29.09.2023	100	0,08	0,04

¹⁾ Mittelwert aus Doppelbeobachtung. Liegen ein oder beide Proben unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze (0,025 µg/l), werden die Ergebnisse mit "<" gekennzeichnet

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

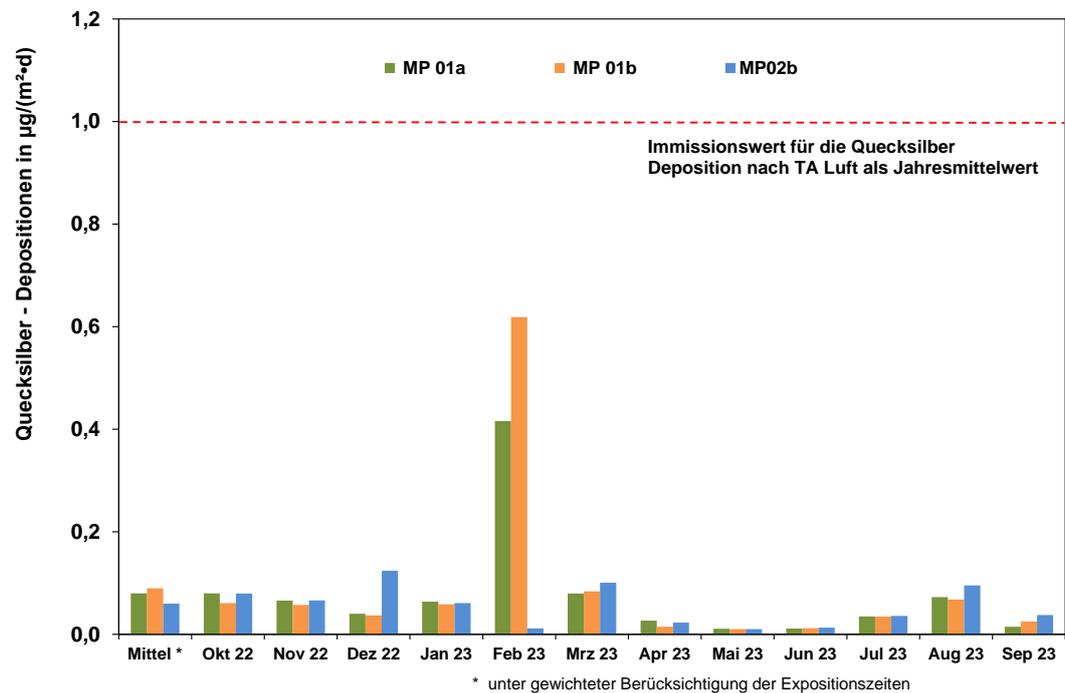


Abbildung 47. Zeitlicher Verlauf der Monatsmittelwerte der **Quecksilberdeposition**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

5.10 Depositionen von Benzo(a)pyren

Ergebnisse der Depositionen von Benzo(a)pyren (B(a)P) als Leitparameter für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe sind in Tabelle 48 für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023 dokumentiert. Die Datenverfügbarkeit betrug 100 % an beiden Messpunkten.

Der Immissionswert von 0,5 µg/(m² × d) im Jahresmittel gemäß TA Luft wurde an allen Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b mit Jahresmittelwerten zwischen 0,01 µg/(m² × d) und 0,03 µg/(m² × d) sicher eingehalten. Die Ausschöpfung des Beurteilungswertes lag bei < 10 %.

Tabelle 48. **Benzo(a)pyren-Deposition** an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b im Mittel und monatlich für den Messzeitraum 29.09.2022 bis 29.09.2023.

B(a)P-Deposition		MP 01a	MP 01b	MP 02b	Beurteilungswert	
Zeitraum		µg/(m ² •d)	µg/(m ² •d)	µg/(m ² •d)	µg/(m ² •d)	Quelle
Mittel *	29.09.22 - 29.09.23	0,01	0,02	0,03	0,5	¹⁾
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	0,005	0,021	0,032		
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	0,006	0,013	0,030		
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	0,013	0,016	0,042		
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	0,010	0,014	0,034		
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	0,006	0,016	0,018		
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	0,010	0,032	0,049		
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	0,008	0,025	0,035		
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	0,005	0,021	0,010		
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	0,014	0,030	0,024		
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	0,008	0,013	0,025		
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	0,005	0,018	0,037		
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	0,004	0,035	0,019		

* unter gewichteter Berücksichtigung der Expositionszeiten

¹⁾ Immissionswert nach Nr. 4.5.1 TA Luft 2021

Weiterführender Vergleich der Messergebnisse

Abbildung 48 zeigt für die Depositionen von Benzo(a)pyren ergänzend den zeitlichen Verlauf der Monatsmittelwerte. Der in der Abbildung angegebene Beurteilungswert (in rot) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert. Er wurde nicht nur im Mittel eingehalten, sondern auch in allen Einzelmonaten deutlich unterschritten.

Für die Depositionen von Benzo(a)pyren liegen aus dem Messnetz des LUA keine Messergebnisse vor. Auf Basis der Bearbeitung vergleichbarer Aufgabenstellungen können die Messergebnisse als plausibel eingestuft werden.

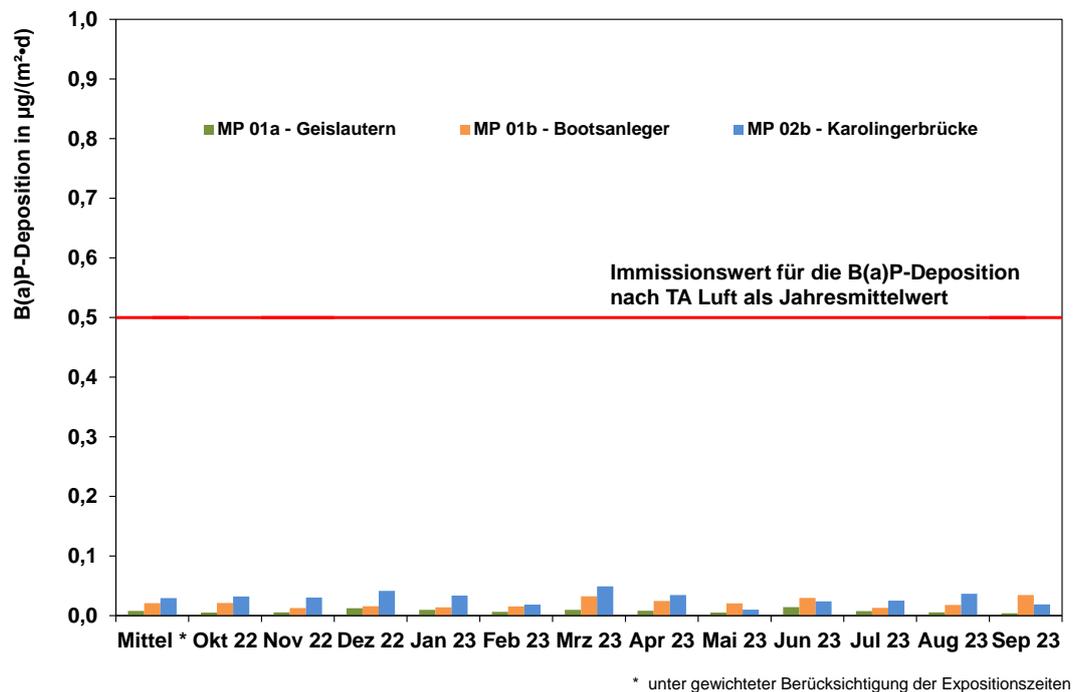


Abbildung 48. **Zeitlicher Verlauf** der Monatsmittelwerte der **Benzo(a)pyren-Deposition**. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

5.11 PCDD/F und PCB im Staubniederschlag (Deposition)

Die Analyse der Dioxine und Furane (PCDD/F) sowie der dioxinähnlichen PCB (WHO-PCB) als Bestandteil des Staubniederschlags erfolgte aus den Monatsproben quartalsweise an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b. Die Verfügbarkeit betrug 100 % an allen Messpunkten.

Die Toxizitätsäquivalente (TEQ) wurden mit den Faktoren gemäß WHO 2005 (WHO-TEQ 2005) bzw. Anhang 4 TA Luft bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 49 für alle Messpunkte zusammengefasst.

Tabelle 49. Summierte Toxizitätsäquivalente gemäß Weltgesundheitsorganisation (WHO-TEQ 2005) bzw. TA Luft für die Summe der **Deposition** von polychlorierten Dibenz(o)p-dioxinen (**PCDD**) und Dibenzofuranen (**PCDDF**) sowie polychlorierten Biphenylen (**WHO-PCB**) an den Messpunkten MP 01a, MP 01b und MP 02b für den Messzeitraum 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Zeitraum	MP 01a	MP 01b	MP 02b	TA Luft**
	PCDD/F + dl-PCB pg/(m ² ·d) WHO TEQ*			
1. Quartal	1,2	2,5	2,5	
2. Quartal	1,3	2,7	4,9	
3. Quartal	1,8	3,0	2,8	
4. Quartal	1,1	5,2	4,3	
Mittelwert	1,4	3,4	3,6	9

PCDD/PCDF: Polychlorierte Dibenz(o)p-dioxine (PCDD) und Dibenz(o)p-furane (PCDF)

dl-PCB: dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle

Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiten

* TEQ-Wert nach WHO (2005) bzw. TA Luft (2021) berechnet unter Einbezug der halben Bestimmungsgrenzen für nichtquantifizierte Kongenere (medium bound)

** Immissionswert TA Luft (2021) Nr. 4.5.1

Die mittleren Depositionswerte lagen zwischen 1,4 pg WHO-TEQ/(m² × d) am MP 01a und 3,6 pg WHO-TEQ/(m² × d) am MP 02b. Der Beurteilungswert als Jahresmittelwert gemäß TA Luft von 9 pg WHO-TEQ/(m²×d) wurde somit an allen Messpunkten sicher eingehalten (maximale Ausschöpfung des Beurteilungswertes 40 % am MP 02b).

Für den Vergleich wurde gemäß [24] für diejenigen Kongenere unterhalb der Bestimmungsgrenze jeweils der TEQ-Wert mit dem halben Zahlenwert der Bestimmungsgrenze verwendet (medium bound)⁴.

⁴ Nach dem Konzept der Obergrenze („upper-bound“) wird der Beitrag jedes nicht bestimm-
baren Kongeners der Bestimmungsgrenze gleichgesetzt. Beim Konzept der ‚Untergrenze‘
(‚lower-bound‘) wird der Beitrag jedes nicht bestimm-
baren Kongeners gleich null gesetzt.
Beim Konzept des Mittelwertes („medium-bound“) wird der Beitrag jedes nicht bestimm-
baren Kongeners der Hälfte der Bestimmungsgrenze gleichgesetzt.

In Tabelle 50 bis Tabelle 52 sind die TEQ-Werte ergänzend im Detail dokumentiert: differenziert nach Dioxinen und Furanen (PCDD/F) und dioxinähnlichen PCB sowie exklusive und inklusive der Bestimmungsgrenzen für nicht quantifizierbare Kongenere als Maß für die Belastungsuntergrenzen bzw. Obergrenzen.

Tabelle 50. **Depositionen** von Polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen (**PCDD**), Dibenzo(p)-furanen (**PCDF**) und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (**dl-PCB**) am Messpunkt MP 01a, differenziert nach PCDD/PCDF und dl-PCB sowie exkl. und inkl. BG für nicht quantifizierbare Kongenere (**zusätzliche Information**).

Zeitraum	MP 01a								
	PCDD/PCDF			PCB			Summe		
	WHO-TEQ exkl. BG *	WHO-TEQ incl. 1/2 BG **	WHO-TEQ incl. BG ***	WHO-TEQ exkl. BG *	WHO-TEQ incl. 1/2 BG **	WHO-TEQ incl. BG ***	WHO-TEQ exkl. BG *	WHO-TEQ incl. 1/2 BG **	WHO-TEQ incl. BG ***
	pg/(m ² •d)			pg/(m ² •d)			pg/(m ² •d)		
29.09.22 - 29.12.22	0,3	0,8	1,4	0,001	0,41	0,8	0,3	1,2	2,2
29.12.22 - 30.03.23	0,4	0,9	1,4	0,001	0,41	0,8	0,4	1,3	2,2
30.03.23 - 29.06.23	0,3	0,8	1,4	0,9	1,0	1,2	1,1	1,8	2,5
29.06.23 - 29.09.23	0,1	0,7	1,3	0,001	0,41	0,8	0,1	1,1	2,1
Mittelwert	0,2	0,8	1,4	0,2	0,6	0,9	0,5	1,4	2,3
Immissionswert TA Luft Nr. 4.5.1	9								

* TEQ-Wert berechnet unter Einbezug nur der quantifizierten Kongenere (lower bound)

** TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der halben Bestimmungsgrenzen für nichtquantifizierte Kongenere (medium bound)

*** TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenzen für nichtquantifizierte Kongenere (upper bound)

Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiten

Tabelle 51. **Depositionen** von Polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen (**PCDD**), Dibenzo(p)-furanen (**PCDF**) und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (**dl-PCB**) am Messpunkt MP 01b, differenziert nach PCDD/PCDF und dl-PCB sowie exkl. und inkl. BG für nicht quantifizierbare Kongenere (**zusätzliche Information**).

Zeitraum	MP 01b								
	PCDD/PCDF			PCB			Summe		
	WHO-TEQ exkl. BG *	WHO-TEQ incl. 1/2 BG **	WHO-TEQ incl. BG ***	WHO-TEQ exkl. BG *	WHO-TEQ incl. 1/2 BG **	WHO-TEQ incl. BG ***	WHO-TEQ exkl. BG *	WHO-TEQ incl. 1/2 BG **	WHO-TEQ incl. BG ***
	pg/(m ² •d)			pg/(m ² •d)			pg/(m ² •d)		
29.09.22 - 29.12.22	0,6	1,1	1,5	1,3	1,5	1,6	1,9	2,5	3,2
29.12.22 - 30.03.23	1,5	1,6	1,8	0,9	1,1	1,2	2,4	2,7	3,0
30.03.23 - 29.06.23	0,4	0,9	1,4	1,9	2,1	2,2	2,3	3,0	3,7
29.06.23 - 29.09.23	0,7	1,2	1,7	3,9	4,0	4,2	4,5	5,2	5,8
Mittelwert	0,8	1,2	1,6	2,0	2,2	2,3	2,8	3,4	3,9
Immissionswert TA Luft Nr. 4.5.1	9								

* TEQ-Wert berechnet unter Einbezug nur der quantifizierten Kongenere (lower bound)

** TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der halben Bestimmungsgrenzen für nichtquantifizierte Kongenere (medium bound)

*** TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenzen für nichtquantifizierte Kongenere (upper bound)

Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiten

Tabelle 52. **Depositionen** von Polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen (**PCDD**), Dibenzo(p)-furanen (**PCDF**) und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (**dl-PCB**) am Messpunkt MP 02b, differenziert nach PCDD/PCDF und dl-PCB sowie exkl. und inkl. BG für nicht quantifizierbare Kongenere (**zusätzliche Information**).

Zeitraum	MP 02b								
	PCDD/PCDF			PCB			Summe		
	WHO-TEQ exkl. BG *	WHO-TEQ incl. 1/2 BG **	WHO-TEQ incl. BG ***	WHO-TEQ exkl. BG *	WHO-TEQ incl. 1/2 BG **	WHO-TEQ incl. BG ***	WHO-TEQ exkl. BG *	WHO-TEQ incl. 1/2 BG **	WHO-TEQ incl. BG ***
pg/(m ² •d)			pg/(m ² •d)			pg/(m ² •d)			
29.09.22 - 29.12.22	1,4	1,8	2,1	0,6	0,8	0,9	2,0	2,5	3,0
29.12.22 - 30.03.23	3,5	3,7	3,8	1,1	1,2	1,4	4,6	4,9	5,2
30.03.23 - 29.06.23	1,1	1,4	1,8	1,2	1,4	1,5	2,3	2,8	3,4
29.06.23 - 29.09.23	2,5	2,6	2,8	1,5	1,7	1,8	4,0	4,3	4,7
Mittelwert	2,1	2,4	2,6	1,1	1,3	1,4	3,2	3,6	4,1
Immissionswert TA Luft Nr. 4.5.1	9								

* TEQ-Wert berechnet unter Einbezug nur der quantifizierten Kongenere (lower bound)

** TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der halben Bestimmungsgrenzen für nichtquantifizierte Kongenere (medium bound)

*** TEQ-Wert berechnet unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenzen für nichtquantifizierte Kongenere (upper bound)

Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiten

Weiterführender Vergleich der Messergebnisse

Abbildung 49 zeigt den zeitlichen Verlauf der Quartalsmittelwerte im Vergleich zum Beurteilungswert für das Jahresmittel (in rot, gestrichelt).

Ein saisonaler Trend lässt sich für die Depositionen von PCDD/F+PCB nicht ableiten. Insgesamt wurden an den Messpunkten MP 01b und MP 02b höhere Werte dokumentiert, als am MP 01a. Dies gilt insbesondere, wenn zur Beurteilung der Analyseparameter ausschließlich die quantifizierbaren Kongenere herangezogen werden.

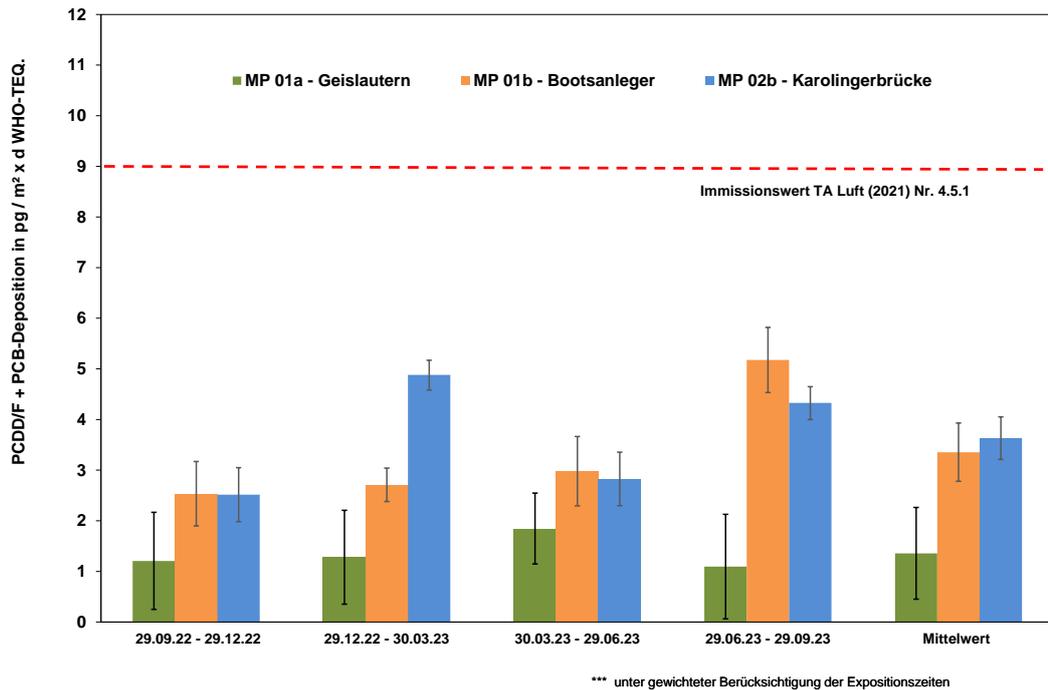


Abbildung 49. Mittelwert und zeitlicher Verlauf der Quartalsmittelwerte der **Depositionen von Dioxinen und Furanen (PCDD/F) und dioxinähnlichen PCB (WHO-PCB)** am MP 01a, MP 01b und MP 02b für den Messzeitraum. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert. Die Antennen indizieren die Belastungsuntergrenzen (lower bound) und Obergrenzen (upper bound)

Messergebnisse vom LUA für die Depositionen von PCDD/F und WHO-PCB sind nicht bekannt. In Nordrhein-Westfalen werden, unter anderem auch im Umfeld von Hüttenwerken, vom LANUV NRW an mehreren Messpunkten entsprechende Messungen realisiert (z. B. in Duisburg). Ein langjähriger Trend von ausgewählten Messpunkten ist zusätzlich in Abbildung 50 dokumentiert.

Die in Völklingen ermittelten Depositionen sind in diesem Zusammenhang plausibel und vergleichbar mit den jüngsten Jahresmittelwerten in einem vergleichbar industriell geprägten Umfeld in NRW. Auch auf der Basis veröffentlichter Daten des Umweltbundesamtes (*Dioxine, Daten aus Deutschland*) können die Messergebnisse als plausibel eingestuft werden [63].

PCDD/PCDF + dl-PCB in der Deposition in NRW - Toxizitätsäquivalente nach WHO

Immissionswert TA-Luft 2021: 9 pg WHO-TEQ_(PCDD/PCDF/PCB)/(m²d)
 LAI-Zielwert für die langfristige Luftreinhaltplanung: 4 pg WHO-TEQ_(PCDD/PCDF/PCB)/(m²d)

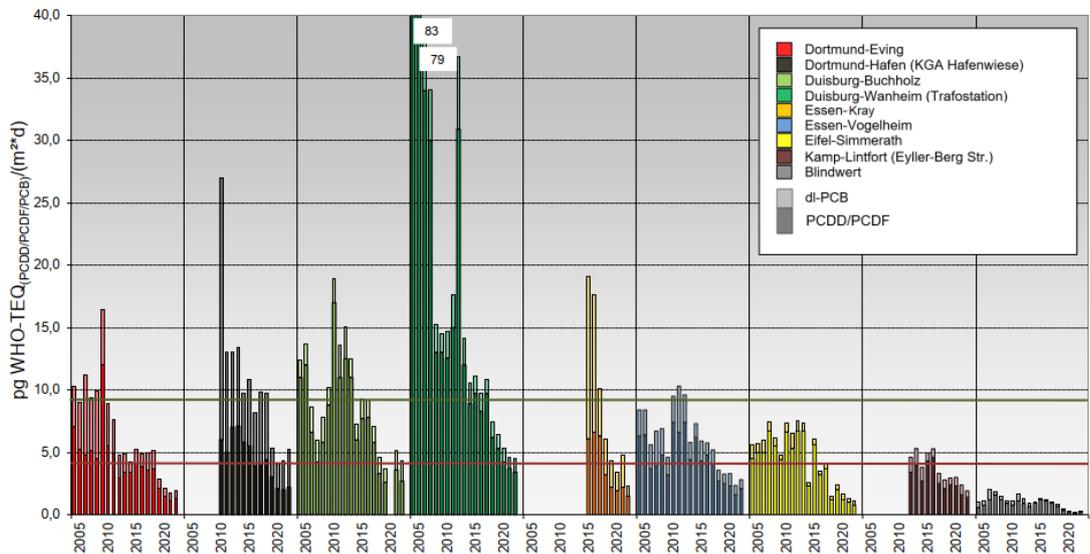


Abbildung 50. Langjähriger Trend von PCDD/PCDF und PCB in der Deposition im Luftqualitätsüberwachungssystem des Landes NRW (LUQS NRW) [56].

5.12 PCDD/F und PCB in der Außenluft (Konzentration)

Messungen der Konzentration von Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB (PCDD/F und WHO-PCB) in der Außenluft wurden an den Messpunkten MP 01a und MP 02a durchgeführt. Aus den jeweils ca. 14-tägigen Proben wurden entsprechende Extrakte und 3-Monats-Mischproben erstellt und analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 53 dargestellt.

Tabelle 53. **Konzentration von PCDD/F und PCB** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Zeitraum	MP 01a	MP 02a	LAI (2004)**
	PCDD/F + dl-PCB fg/m ³ (WHO TEQ)*	PCDD/F + dl-PCB fg/m ³ (WHO TEQ)*	
1. Quartal	12,3	18,0	
2. Quartal	14,6	13,9	
3. Quartal	5,3	7,3	
4. Quartal	4,1	8,7	
Mittelwert	9	12	150

Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiten

* TEQ-Wert nach WHO (2005) bzw. TA Luft (2021) berechnet unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenzen für nichtquantifizierte Kongenere

** Orientierungswert nach LAI (2004)

\\S-GKN-FS02.MBBM-GROUP.COM\MALLEFIRMEN\Proj\172\M172445\M172445_03_Ber_1D.DOCX:26. 02. 2024

Die Toxizitätsäquivalente (TEQ) wurden jeweils mit den Faktoren gemäß WHO 2005 (WHO-TEQ) bestimmt.

Die Konzentrationen der Dioxine, Furane (PCDD/F) und dioxinähnlichen PCB (WHO-PCB) lagen im Mittel bei 9 fg/m³ WHO-TEQ am MP 01a und 12 fg/m³ WHO-TEQ am MP 02a. Der Orientierungswert als Jahresmittelwert von 150 fg/m³ WHO-TEQ gemäß LAI wurde somit an allen Messpunkten sicher eingehalten (Ausschöpfung des Beurteilungswertes jeweils <10 %).

Eine differenzierte Darstellung nach polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen/furanen (PCDD/F) und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (dl-PCB) kann Tabelle 54 entnommen werden. Die Quartalswerte der dl-PCB Konzentrationen lagen im gesamten Messzeitraum an beiden Messpunkten in einem konstanten Bereich. Für die PCDD/F-Konzentrationen waren im 1. und 2. Quartal, von Oktober 2022 bis März 2023, etwas höhere Werte, als in den beiden folgenden Quartalen zu verzeichnen.

Tabelle 54. **Konzentrationen** von polychlorierten Dibenzo(p)dioxinen (**PCDD**), Dibenzo(p)-furanen (**PCDF**) und dioxinähnlichen polychlorierten Biphenylen (**dl-PCB**) an den Messpunkten MP 01a und MP 02a für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023.

Zeitraum	MP 01a			MP 02a		
	PCDD/PCDF* fg/m ³	dl-PCB* fg/m ³	PCDD/F + dl-PCB* fg/m ³	PCDD/PCDF* fg/m ³	dl-PCB* fg/m ³	PCDD/F + dl-PCB* fg/m ³
1. Quartal	10,9	1,4	12,3	14,6	3,4	18,0
2. Quartal	13,5	1,1	14,6	11,8	2,1	13,9
3. Quartal	3,8	1,4	5,3	4,9	2,4	7,3
4. Quartal	2,4	1,7	4,1	3,4	5,3	8,7
Mittelwert **	7,5	1,4	8,9	8,3	3,3	11,7
Orientierungswert (LAI 2004)			150			150

* TEQ-Wert (nach WHO 2005) berechnet unter Einbezug der vollen Bestimmungsgrenzen für nichtquantifizierte Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiten

Weiterführender Vergleich und Bewertung der Messergebnisse

Der zeitliche Verlauf der Quartalsmittelwerte für die Summe von Dioxinen, Furanen und dioxinähnlichen PCB ist in Abbildung 51 dargestellt. Im Verhältnis zum Beurteilungswert war die jahreszeitliche Variation der Quartalswerte gering ausgeprägt.

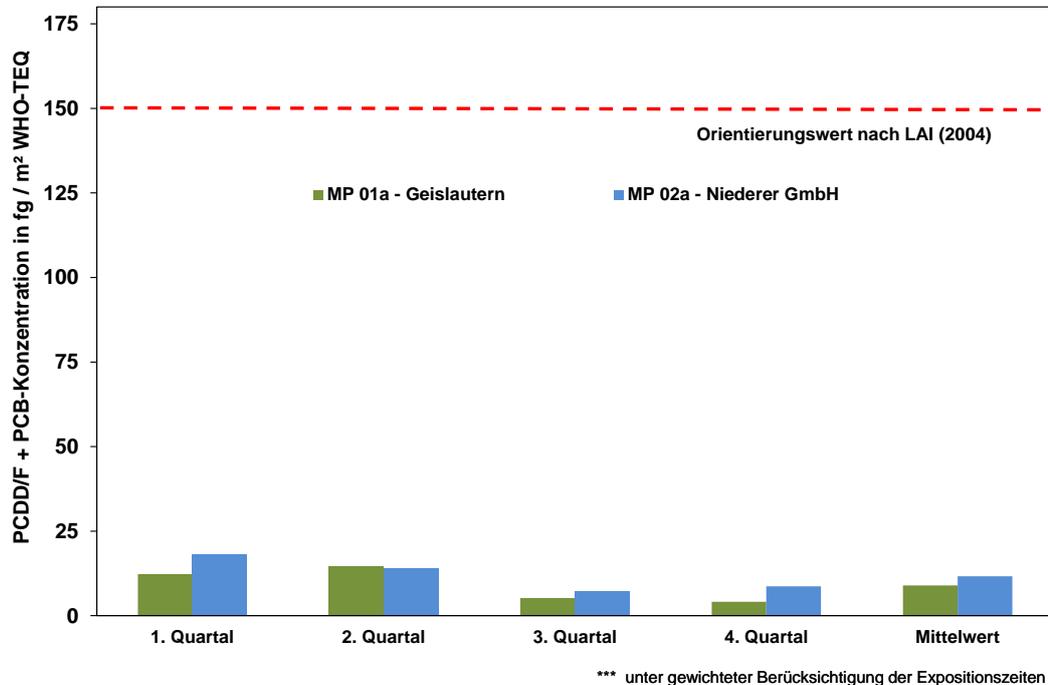


Abbildung 51. Mittelwert und **zeitlicher Verlauf** der Quartalsmittelwerte der **Konzentrationen** von Dioxinen und Furanen (**PCDD/F**) und dioxinähnlichen PCB (**dl-PCB**) an den MP 01a und MP 02a. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

Messergebnisse vom LUA für die Konzentrationen von PCDD/F und WHO-PCB sind nicht bekannt. In Nordrhein-Westfalen werden, unter anderem auch im Umfeld von Hüttenwerken, vom LANUV NRW an mehreren Messpunkten entsprechende Messungen realisiert (z. B. in Duisburg). Ein langjähriger Trend von ausgewählten Messpunkten ist in Abbildung 52 dokumentiert.

Die in Völklingen ermittelten Depositionen sind in diesem Zusammenhang plausibel und vergleichbar mit den jüngsten Jahresmittelwerten in einem vergleichbar industriell geprägten Umfeld in NRW.

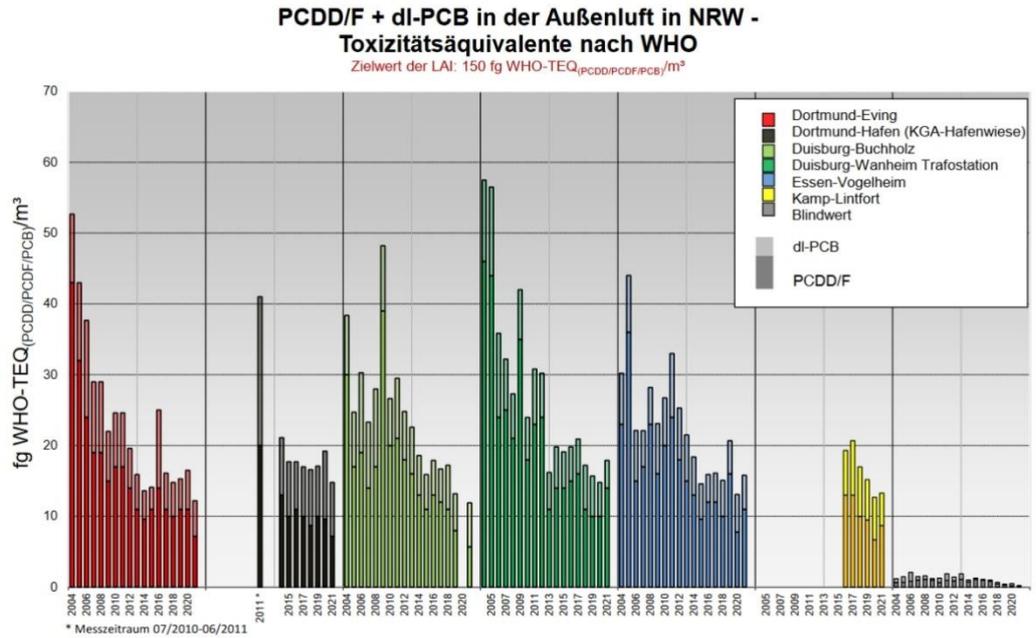


Abbildung 52. Langjähriger Trend von PCDD/PCDF und PCB in der Konzentration im Luftqualitätsüberwachungssystem des Landes NRW (LUQS NRW) [57].

5.13 Stickstoffdioxid (NO₂)

Tabelle 55 zeigt die Ergebnisse der NO₂-Messungen für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023. Die Verfügbarkeit der Messdaten betrug 100 % an allen Messpunkten.

Tabelle 55. **NO₂-Konzentrationen** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a sowie an der Station Völklingen-City (VKCY) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023

Stickstoffdioxid NO ₂ in µg/m ³		MP 01a	MP 02a	VKCY	TA Luft
Monat	Zeitraum	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Okt 22	29.09.22 - 29.10.22	9	24	16	
Nov 22	29.10.22 - 29.11.22	10	26	21	
Dez 22	29.11.22 - 29.12.22	18	27	23	
Jan 23	29.12.22 - 30.01.23	9	17	15	
Feb 23	30.01.23 - 28.02.23	12	21	17	
Mrz 23	28.02.23 - 30.03.23	8	20	15	
Apr 23	30.03.23 - 29.04.23	7	18	10	
Mai 23	29.04.23 - 30.05.23	7	16	8	
Jun 23	30.05.23 - 29.06.23	6	16	8	
Jul 23	29.06.23 - 31.07.23	5	14	10	
Aug 23	31.07.23 - 31.08.23	5	14	8	
Sep 23	31.08.23 - 29.09.23	6	22	10	
Mittelwert *	29.09.22 - 29.09.23	8	19	13	40¹⁾

* Mittelwertbildung unter Berücksichtigung der Beprobungszeiträume für die Einzelmonate

¹⁾ Immissionsgrenzwert als Jahresmittelwert für das Kalenderjahr gem. 39. BImSchV
n.a. - nicht auswertbar / noch keine Probenahme

Die mittleren NO₂-Konzentrationen lagen im Messzeitraum mit 8 µg/m³ am MP 01a und 19 µg/m³ am MP 02a deutlich und sicher unterhalb des Immissionswertes von 40 µg/m³ für das Jahresmittel gemäß Nr. 4.2.1 TA Luft. Die maximale Ausschöpfung des Beurteilungswertes betrug damit 48 % am MP 02a.

Weiterführender Vergleich der Messergebnisse

Zur Plausibilitätsprüfung und zum Vergleich enthalten Messpunkten und die folgenden Abbildungen auch die Ergebnisse der Station Völklingen-City (VKCY, städtischer Hintergrund) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA).

Die Ergebnisse dokumentieren sowohl im Vergleich untereinander als auch in Gegenüberstellung mit der Messstation aus dem Landesmessnetz insgesamt ein plausibles Belastungsniveau mit etwas höheren Konzentrationen am MP 02a im Einfluss von höherem Verkehrsaufkommen (B51) und niedrigeren Werten am Messpunkt MP 01a. An der IMMESA-Station in Völklingen wurden auch in den vergangenen Jahren vergleichbare Konzentrationen bei leicht abnehmendem Trend erfasst (siehe Tabelle 56).

Tabelle 56. An der IMMESA Messstation DICY in den Jahren 2019 bis 2022 gemessene Kenngrößen für Stickstoffdioxid NO₂

Jahr	Jahresmittel
Einheit	µg/m ³
2019	18
2020	15
2021	15
2022	14
Beurteilung	40*

Quelle: Luftgüte im Saarland. IMMESA-Jahresberichte 2019 - 2022

* Immissionsgrenzwert als Jahresmittelwert für das Kalenderjahr gem. 39. BImSchV

Abbildung 54 zeigt ergänzend den zeitlichen Verlauf der Monatsmittelwerte. Die Ergebnisse dokumentieren insgesamt einen plausiblen zeitlichen Verlauf mit höheren Belastungen in den Wintermonaten und niedrigen Werten im Sommer. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert. Dieser wurde nicht nur im Mittel eingehalten, sondern auch in allen Einzelmonaten unterschritten.

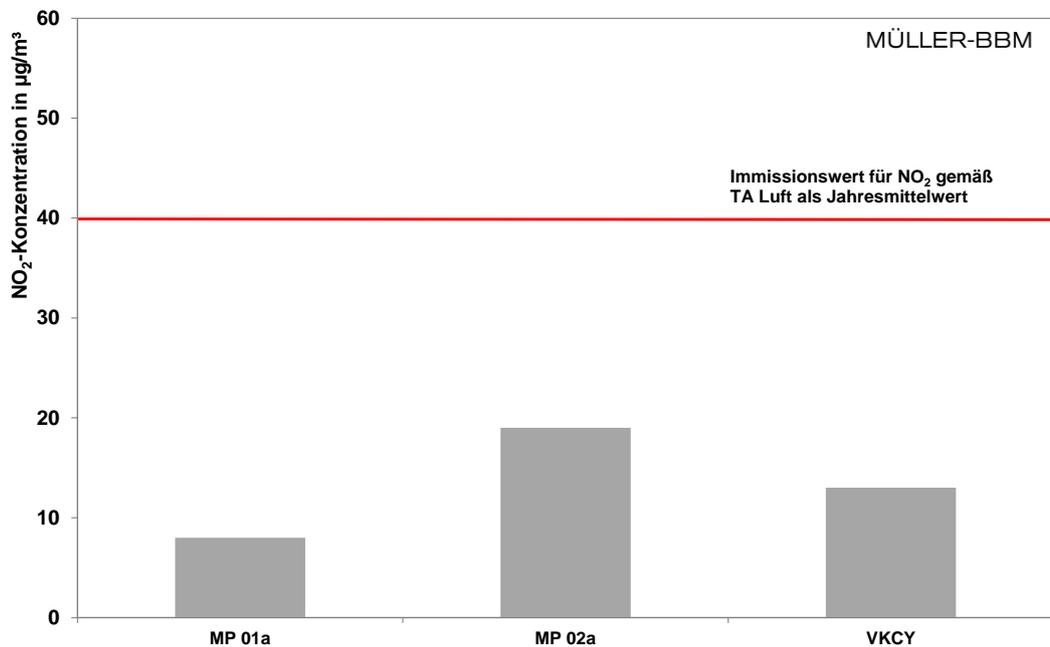


Abbildung 53. **NO₂-Konzentrationen** an den Messpunkten MP 01a und MP 02a sowie an der Station Völklingen-City (VKCY) aus dem Immissionsmessnetz Saar (IMMESA) für den Messzeitraum vom 29.09.2022 bis 29.09.2023.

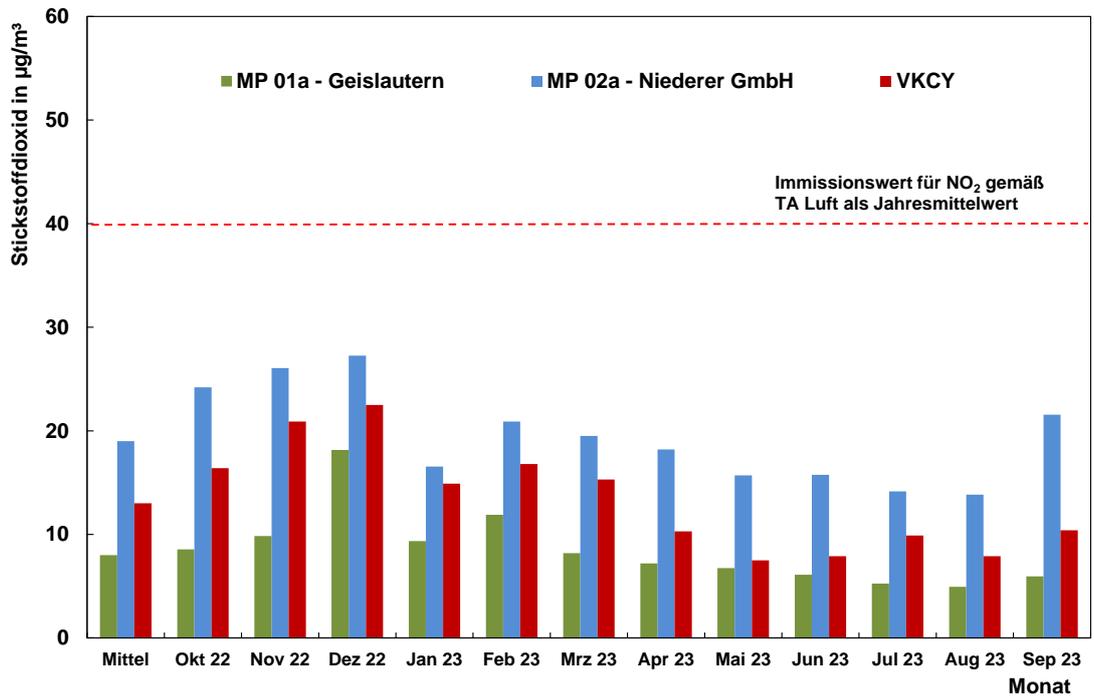


Abbildung 54. Mittelwerte und zeitlicher Verlauf der Monatswerte der NO₂-Konzentration. Der angegebene Beurteilungswert (in rot, gestrichelt) bezieht sich auf einen Jahresmittelwert.

6 Grundlagen und Literatur

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge – Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 11 Absatz 3 des Gesetzes vom 26. Juli 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 202) geändert worden ist
- [2] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I Nr. 40 vom 05.08.2010, S. 1065)
- [3] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (GMBI Nr. 48 – 54 vom 14. September 2021)
- [4] LAI (1997): Bewertung von Vanadium-Immissionen, LAI-Schriftenreihe, Band 19, Länderausschuss für Immissionsschutz, April 1997
- [5] LAI (2004): Bewertung von Schadstoffen, für die keine Immissionswerte festgelegt sind – Orientierungswerte für die Sonderfallprüfung und für die Anlagenüberwachung sowie Zielwerte für die langfristige Luftreinhalteplanung unter besonderer Berücksichtigung der Beurteilung krebserzeugender Luftschadstoffe, Bericht des Länderausschusses für Immissionsschutz vom 21. September 2004
- [6] LAI (2010): Empfehlung zur Verwendung eines Orientierungswertes gemäß Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft zur Bewertung der Depositionen von PCDD/F und dioxinähnliche PCB im Genehmigungsverfahren; Nr. 8.5 der Niederschrift der 120. Sitzung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz am 15. und 16. September 2010 in Eisenach
- [7] TRGS 900 (2006): Technische Regeln für Gefahrstoffe. Arbeitsplatzgrenzwerte. Ausgabe: Januar 2006, zul. geändert im Juni 2018 (Fassung 07.06.2018). Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund
- [8] Eikmann, T., Heinrich, U., Heinzow, B., Konietzka, R., (1999): Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen, ergänzbares Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin, 1999
- [9] Kühling, W., Peters, H.-J., (1994): Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen, Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge, UVP Spezial 10, 2. Auflage Dortmund 1995
- [10] FoBiG (1995): Aktualisierte Fortschreibung der Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten, Zusammenfassung der Endberichte. Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Forschungsbericht 103 40 113, September 1995

- [11] DFG (2018): MAK- und BAT-Werte-Liste 2018. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Mitteilung 54 der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe vom 01. Juli 2018. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn
- [12] BBodSchV (2021): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 9. Juli 2021, BGBl. I S. 2598, 2716
- [13] VDI 4280 Blatt 1: Planung von Immissionsmessungen – Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit, Oktober 2014
- [14] VDI 4280 Blatt 3: Planung von Immissionsmessungen – Messstrategien zur Ermittlung von Luftqualitätsmerkmalen in der Umgebung ortsfester Emissionsquellen, Juni 2003
- [15] VDI 4220: Qualitätssicherung – Anforderungen an Stellen für die Ermittlung luftverunreinigender Stoffe an stationären Quellen und in der Außenluft (April 2011)
- [16] DIN EN 12341: Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes, August 2014
- [17] DIN EN 12341: Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes, Oktober 2023
- [18] DIN EN 14902: Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM10-Fraktion des Schwebstaubes; Deutsche Fassung EN 14902, Oktober 2005
- [19] VDI 2267 Blatt 1: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Elementkonzentration nach Filterprobenahme, Bestimmung von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V und Zn mithilfe von Grafitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS), optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) und induktiv gekoppelter Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS), Oktober 2012
- [20] VDI 2267 Blatt 2: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V und Zn als Bestandteil der atmosphärischen Deposition nach Probenahme mit Bulk- und Wet-only-Sammlern mittels GF-AAS, ICP-OES und ICP-MS, Februar 2019
- [21] DIN EN 15841: Luftbeschaffenheit - Messverfahren zur Bestimmung von Arsen, Cadmium, Blei und Nickel in atmosphärischer Deposition, April 2010
- [22] DIN EN 15549: Luftbeschaffenheit – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Benzo(a)pyren in der Luft, Juni 2008
- [23] VDI 4320, Blatt 2: Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode; Januar 2012
- [24] VDI 4320, Blatt 5: Messung atmosphärischer Depositionen - Bestimmung der Deposition von PCDD/F und PCB nach der Bergerhoff-Methode und GC-HRMS-Analyse; September 2023 (ersetzt VDI 2090 Bl. 1)

- [25] DIN EN 15980: Luftqualität – Bestimmung der Deposition von Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(j)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Dibenz(a,h)anthracen und Indeno(1,2,3-cd)pyren, August 2011
- [26] VDI 2090, Blatt 1: Messen von Immissionen – Bestimmung der Deposition von schwerflüchtigen organischen Substanzen – Bestimmung der PCDD/F-Deposition; Bergerhoff-Probenahme und GC/HRMS-Analyse; Januar 2001 (zurückgezogen im September 2023 und ersetzt durch VDI 430 Blatt 5)
- [27] VDI 3498, Blatt 2: Messen von Immissionen – Messen von Innenraumluft – Messen von polychlorierten Dibenzop-dioxinen und Dibenzofuranen; Verfahren mit kleinem Filter, Juli 2002, letzte inhaltliche Überprüfung September 2008
- [28] VDI 2463, Blatt 7: Messen von Partikeln – Erfassung von Schwebstaub und gasförmigen chemischen Verbindungen in der Außenluft und Innenraumluft, Aktive Probenahme mittels Low-Volume-Sampler, Mai 2014 (ersatzlos zurückgezogen im September 2023)
- [29] VDI 2463, Blatt 8: Messen von Partikeln – Erfassung von Schwebstaub und gasförmigen chemischen Verbindungen in der Außenluft und Innenraumluft, nicht fraktionierendes Probenahmesystem für Low-Volume-Sampler (LVS) Mai 2014 (ersatzlos zurückgezogen im September 2023)
- [30] DIN EN 15853: Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Quecksilberdeposition; November 2010
- [31] VDI 2267, Blatt 8: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von Quecksilber, Probenahme durch Sorption als Amalgam und Bestimmung mittels Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) mit Kältdampftechnik, März 2000, letzte inhaltliche Überprüfung März 2006
- [32] VDI 2267 Blatt 15: Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn als Bestandteile des Staubniederschlages mithilfe der Massenspektrometrie (ICP-MS), 2005-11 (zurückgezogen, ersetzt durch VDI 2267 Bl. 2).
- [33] DIN EN 15852: Außenluftbeschaffenheit – Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung des gesamten gasförmigen Quecksilbers, November 2010
- [34] DIN EN 13528-1: Außenluftqualität – Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Dezember 2002
- [35] DIN EN 13528-2: Außenluftqualität – Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 2: Spezifische Anforderungen und Prüfverfahren, Dezember 2002
- [36] DIN EN 13528-3: Außenluftqualität – Passivsammler zur Bestimmung der Konzentrationen von Gasen und Dämpfen – Anforderungen und Prüfverfahren, Teil 3: Anleitung zur Auswahl, Anwendung und Handhabung, April 2004
- [37] DIN EN 16339: Außenluft – Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mittels Passivsammler, April 2013

- [38] VDI 3786, Blatt 1 (2013-08): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Grundlagen
- [39] VDI 3786, Blatt 2 (2018-05): Umweltmeteorologie – Meteorologische Messungen – Wind
- [40] DIN EN ISO 45001: Managementsysteme für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung, Dezember 2023
- [41] DIN EN ISO/IEC 17025: Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien, März 2018.
- [42] Einundvierzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Bekanntgabeverordnung – 41. BImSchV) vom 2. Mai 2013 (BGBl. I, S. 973, 1001, 3756)
- [43] Pfeffer, U., Beier, R., Zang, T. (2006): Measurements of nitrogen dioxide with diffusive samplers at traffic-related sites in North-Rhine Westphalia (Germany); Gefahrstoffe, Reinhaltung der Luft, Vol. 66 (2006), Nr. 1/2; S. 38-44
- [44] LANUV NRW (2010): Kalibrierung von Passivsammlern zur Messung von Stickstoffdioxid (NO₂), Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen
- [45] Pfeffer, U., Zang, T., Rumpf, E.-M., Zang, S. (2010): Calibration of diffusive samplers for nitrogen dioxide with the reference method – Evaluation of measurement uncertainty; Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, Vol. 70 (2010), Nr. 11/12; S. 500-506
- [46] Müller-BBM (2017): Gleichwertigkeitsnachweis NO₂-Passivsammler zum Referenzverfahren (DIN EN 14211 – Chemilumineszenz), Bericht Nr. M94843/N05, Müller-BBM GmbH
- [47] Deutscher Wetterdienst: Pressemitteilungen zum Deutschlandwetter 2022 und 2023; Deutscher Wetterdienst (DWD), Offenbach
- [48] iMA (2022): Ausbreitungsrechnungen zur Ermittlung der Beurteilungspunkte für die Vorbelastungsmessungen im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens zur Errichtung und zum Betrieb eines Elektrolichtbogenofens. Ergebnisdarstellung, Stand 19.09.2022 iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG, Eisenbahnstraße 43, 79098 Freiburg
- [49] proTerra (2022): zur Festlegung von Beurteilungspunkten im Sinne der Nr. 4.6.2.6 TA Luft zur Ermittlung der Immissionsvorbelastung im Zusammenhang mit der geplanten Errichtung eines Elektrolichtbogenofens auf dem Gelände der Saarstahl AG in Völklingen. Auftragsnummer: 22-AB-0500. proTerra Umweltschutz- und Managementberatung GmbH Umweltgutachter. Am TÜV 1, 66280 Sulzbach/Saar
- [50] LUA (2022): Messdaten Staubbiederschlag im Saarland für die Jahre 2019 bis 2021. MS-Excel-Datei via E-Mail vom 26.09.2022 durch Frau Dr. Zell. Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Saarbrücken

- [51] LUA (2022): Messdaten Staubniederschlag im Saarland für das Jahr 2022. MS-Excel-Datei via E-Mail vom 24.08.2023 durch Frau Dr. Zell. Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Saarbrücken
- [52] Müller-BBM (2022): Saarstahl AG. Messplanung Immissionsmessungen – Kick off; Tischvorlage der Powerpoint-Präsentation zum Orts- und Abstimmungstermin vom 28.09.2022. Müller-BBM GmbH
- [53] Müller-BBM Industry Solutions GmbH (2023): Immissionsmessungen im Umfeld der Saarstahl AG in Völklingen – Vorläufige Zwischenergebnisse. Notiz Nr. M172445/02, zuletzt übermittelt in der Version 03 am 17.10.2023
- [54] MUKMAV (2022): Zustimmung der Genehmigungs- und Überwachungsbehörden zur Messplanung, per E-Mail vom 29.09.2022. Referat E/3, Immissionsschutz, Anlagentechnik. Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz, Keplerstraße 18, 66117 Saarbrücken
- [55] Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2024): Topographische Karte, Datenquellen: https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_08.02.2024.pdf
- [56] LANUV NRW (2023): Jahresmittelwerte der PCDD/PCDF – Deposition in NRW ab 1992. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen
- [57] LANUV NRW (2023): PCDD/F + dl-PCB in der Außenluft in NRW – Toxizitätsäquivalente nach WHO. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW, Recklinghausen
- [58] LUA (2019): Luftgüte im Saarland. Jahresbericht 2018. Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Saarbrücken
- [59] LUA (2020): Luftgüte im Saarland. Jahresbericht 2019. Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Saarbrücken
- [60] LUA (2021): Luftgüte im Saarland. Jahresbericht 2020. Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Saarbrücken
- [61] LUA (2022): Luftgüte im Saarland. Jahresbericht 2021. Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Saarbrücken
- [62] LUA (2023): Luftgüte im Saarland. Jahresbericht 2022. Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz, Saarbrücken
- [63] UBA (2007): Dioxine Daten aus Deutschland. Dioxin-Referenzmessprogramm. 5. Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE. Umweltbundesamt, Berlin 2007

Anhang

Fotographische Dokumentation der Messorte

\\S-GKN-FS02.MBBM-GROUP.COM\ALLEFIRMEN\Proj\172\M172445\M172445_03_Ber_1D.DOCX:26. 02. 2024

MP 01a Geislautern RW: 34 27 65 HW: 54 559 19 (UTM/ETRS89 32N)



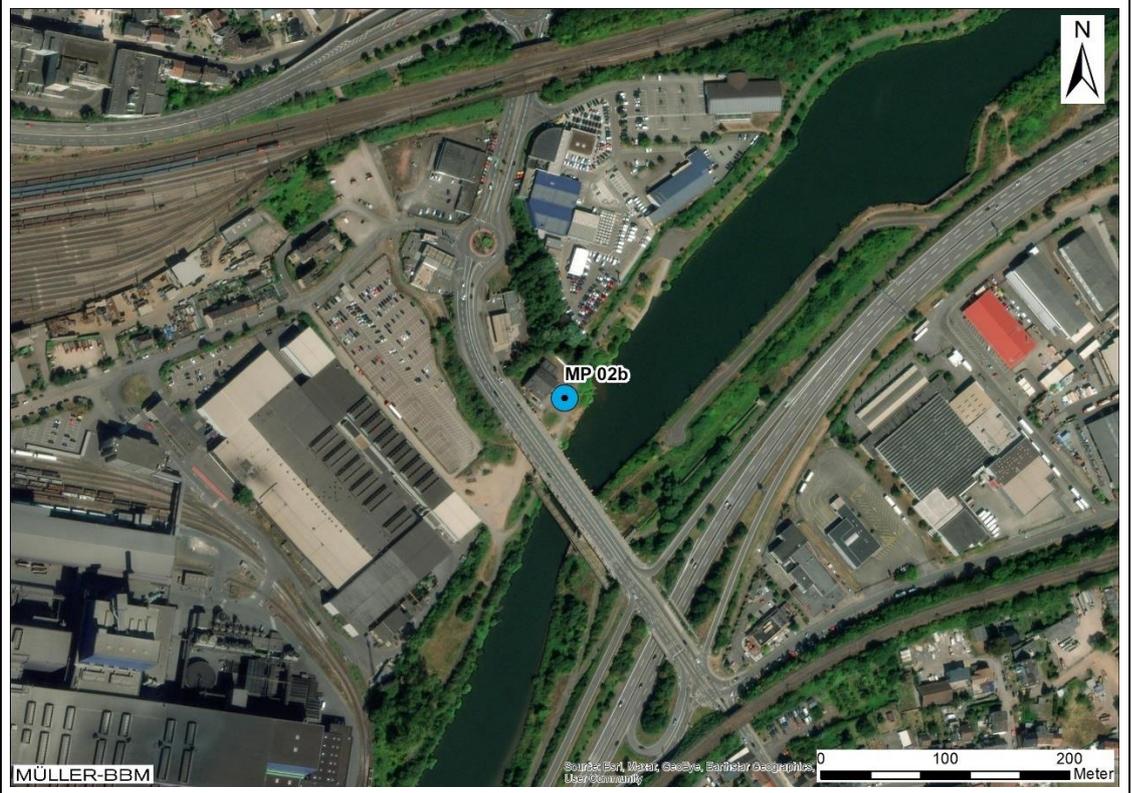
\\S-GKN-FS02.MBBM-GROUP.COM\ALLEFIRMEN\Proj\172\M172445\M172445_03_Ber_1D.DOCX:26. 02. 2024

MP 01b Bootsanleger RW: 34 29 01. HW: 54 569 42 (UTM/ETRS89 32N)



\\S-GKN-FS02.MBBM-GROUP.COM\ALLEFIRMEN\Proj\172\M172445\M172445_03_Ber_1D.DOCX:26. 02. 2024

MP 02b Kanuclub RW: 34 43 11 HW: 54 570 65 (UTM/ETRS89 32N)

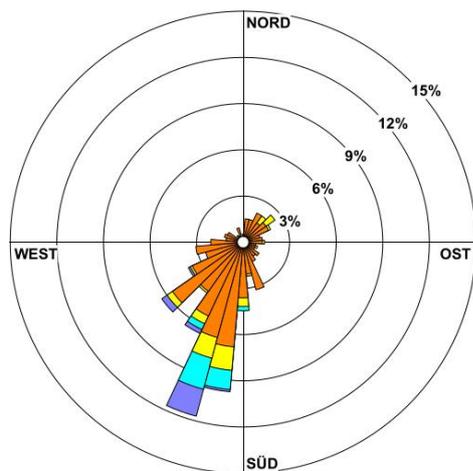


\\S-GKN-FS02.MBBM-GROUP.COM\ALLEFIRMEN\Proj\172\M172445\M172445_03_Ber_1D.DOCX:26. 02. 2024

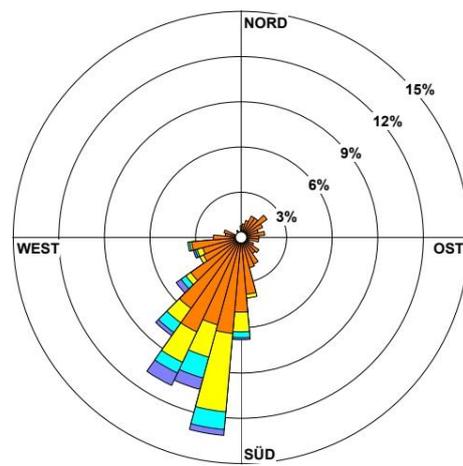
Anhang B

Häufigkeitsverteilungen von Windrichtung und -geschwindigkeit für die Einzelmonate Oktober 2022 bis September 2023

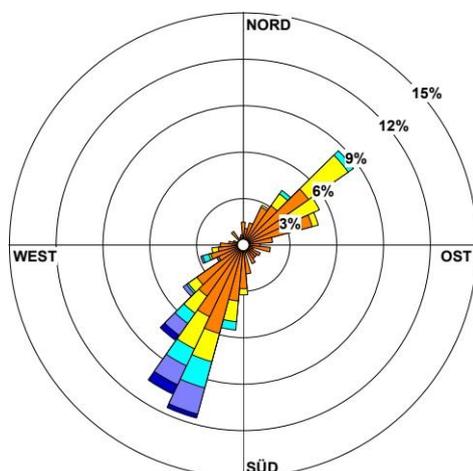
\\S-GKN-FS02.MBBM-GROUP.COM\ALLEFIRMEN\Proj\172\M172445\M172445_03_Ber_1D.DOCX:26. 02. 2024



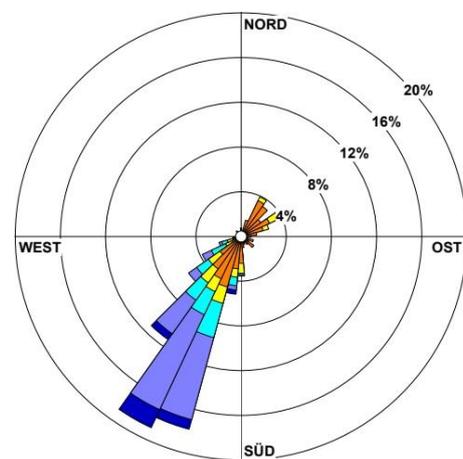
Oktober 2022



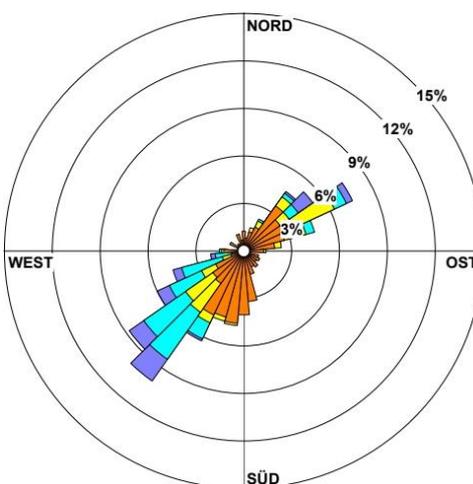
November 2022



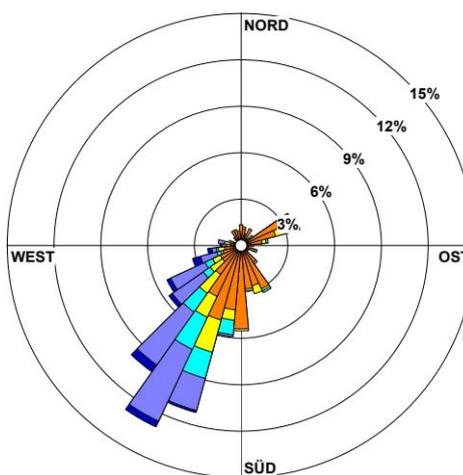
Dezember 2022



Januar 2023



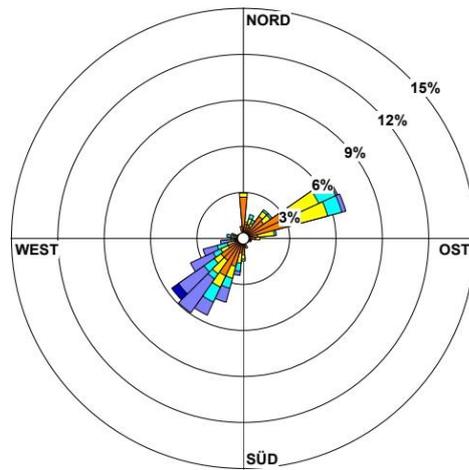
Februar 2023



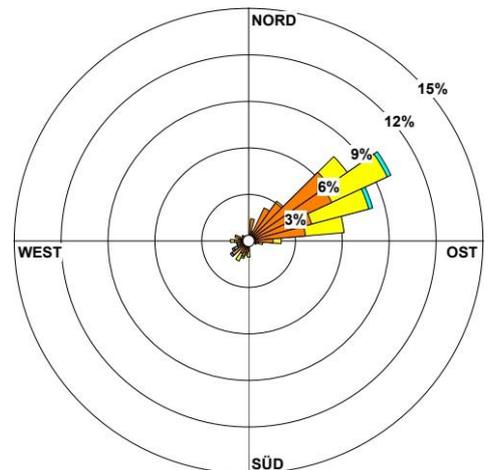
März 2023

Abbildung 55. Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Einzelmonate gemessen am Messpunkt MP 01a.

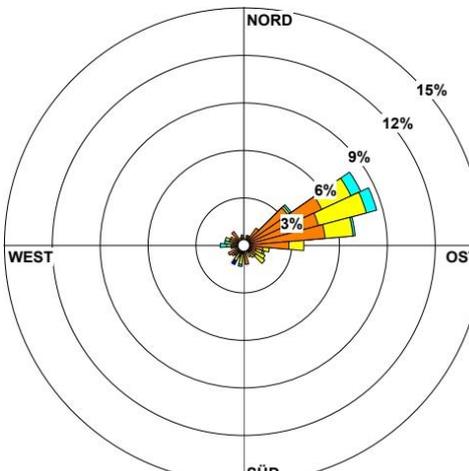
\\S-GKN-FS02.MBBM-GROUP.COM\MALLEFIRMEN\Proj\172\M172445\M172445_03_Ber_1D.DOCX:26. 02. 2024



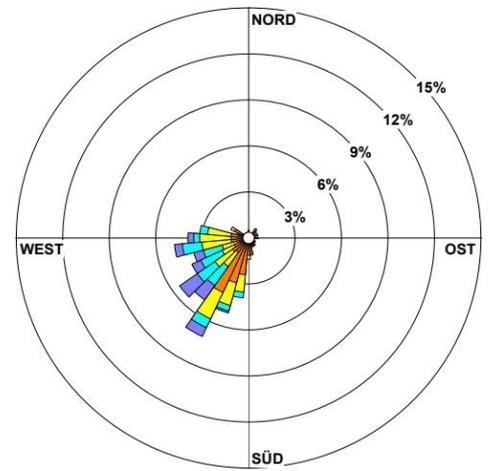
April 2023



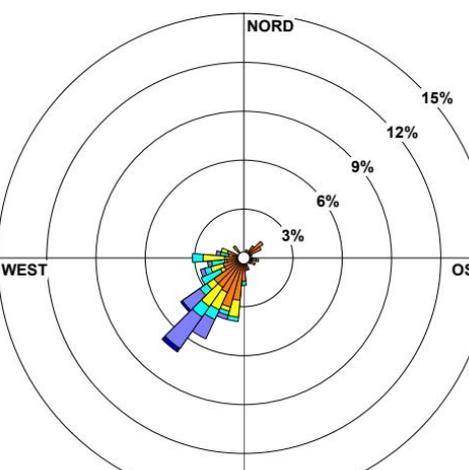
Mai 2023



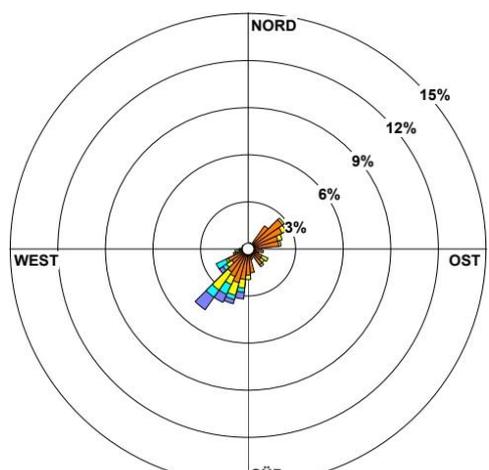
Juni 2023



Juli 2023



August 2023



September 2023

Abbildung 56. Windrichtungshäufigkeitsverteilung der Einzelmonate gemessen am Messpunkt MP 01a.

\\S-GKN-FS02.MBBM-GROUP.COM\MALLEFIRMEN\Proj\172\M172445\M172445_03_Ber_1D.DOCX:26. 02. 2024