



Immissionsmessprogramm Nordenham 2024

**Staubniederschlag und
PM₁₀-Feinstaub
sowie Staubinhaltsstoffe**

**Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge –
ZUS LLGS**



Bericht Nr. 43-25-BI-008

Stand: 20.03.2026

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm,
Gefahrstoffe und Störfallvorsorge – ZUS LLGS
Dezernat 43

Postanschrift:
Goslarsche Straße 3
31134 Hildesheim

Dienstgebäude:
An der Scharlake 39
31135 Hildesheim



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	Allgemeines	5
1.2	Auftraggeber	5
2	Beschreibung der Messaufgabe	6
3	Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung.....	6
3.1	Beurteilungsgebiet	6
3.2	Beurteilungspunkte	6
3.3	Emissionsquellen	6
3.4	Messstellenübersicht.....	9
4	Messplanung.....	11
4.1	Messkomponenten.....	11
4.2	Geräteeinsatz.....	11
4.3	Probenahmezyklen, Messzeitraum	11
5	Beurteilungsgrundlagen.....	11
6	Durchführung der Messungen und Analysen	13
6.1	Staubniederschlag	13
6.2	Blei-, Cadmium- und Zink-Depositionen	13
6.3	PM ₁₀ -Feinstaubkonzentration	13
6.4	Staubinhaltsstoffanalysen bei Filterproben.....	13
7	Qualitätssicherung.....	14
7.1	Datenverfügbarkeit.....	14
7.2	Messunsicherheit bei Staubniederschlagsmessungen	14
7.3	Messunsicherheit bei PM ₁₀ -Feinstaubmessungen.....	14
8	Ergebnisse	15
8.1	Staubniederschlag	18
8.2	Blei-Deposition.....	19
8.3	Cadmium-Deposition.....	19
8.4	Zink-Deposition	19
8.5	Entwicklung der Depositionsbelastung.....	19
8.6	PM ₁₀ -Feinstaub und Staubinhaltsstoffe	22
9	Zusammenfassung	23
10	Literatur	25



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lage der Beurteilungspunkte im Beurteilungsgebiet Nordenham	9
Abbildung 2:	Langfristige Entwicklung der Bleideposition am Messpunkt NM 4.32	16
Abbildung 3:	Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition	21
Abbildung 4:	Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der Quellarten staubrelevanter Betriebsanlagen in Nordenham	7
Tabelle 2:	UTM-Koordinaten (ETRS89) der Beurteilungspunkte und Entfernungsangaben zum ehemaligen Schachtofengebäude bzw. zur nächstgelegenen Wohnbebauung.....	10
Tabelle 3:	Immissionswert für Staubniederschlag.....	12
Tabelle 4:	Immissionswerte für Schadstoffdepositionen gemäß TA Luft, Nr. 4.5.1 (Kinderspielplätze und Wohngebiete).....	12
Tabelle 5:	Depositionswerte nach TA Luft, Nr. 4.8 Tabelle 8, für Ackerböden und Grünland.....	12
Tabelle 6:	Grenzwerte für Partikel (PM ₁₀) und Blei gemäß TA Luft und 39. BImSchV.....	12
Tabelle 7:	Zielwerte für Staubinhaltsstoffe des PM ₁₀ -Feinstaubs	13
Tabelle 8:	Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen 2024 an den Beurteilungspunkten im Wohngebiet von Nordenham.....	16
Tabelle 9:	Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen 2024 außerhalb von Wohngebieten	18
Tabelle 10:	Jahresmittelwerte des gesamten Beurteilungsgebietes im Vergleich	22
Tabelle 11:	Jahresmittelwerte 2024 der PM ₁₀ -Feinstaubkonzentration sowie der Inhaltsstoffe	23

Anhang

Tabelle A1:	Staubniederschläge 2024 im Vergleich mit den Jahren 2019 - 2023	26
Tabelle A2:	Blei-Depositionen 2024 im Vergleich mit den Jahren 2019 - 2023	27
Tabelle A3:	Cadmium-Depositionen 2024 im Vergleich mit den Jahren 2019 - 2023	28
Tabelle A4:	Zink-Depositionen 2024 im Vergleich mit den Jahren 2019 - 2023.....	29



1 Einleitung

1.1 Allgemeines

Im Umfeld der Hüttenanlagen in Nordenham werden seit 1976 die Staubniederschläge sowie die Blei- und Cadmium-Depositionen gemäß TA Luft [1] und zusätzlich die Zink-Depositionen überwacht. In Abstimmung mit dem Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg, als zuständige Aufsichtsbehörde, werden Probenahme und Analytik im Rahmen einer Eigenüberwachung durch den Betreiber der Hüttenanlagen, der Nordenham Metall GmbH (NMG, ehem. Weser-Metall GmbH (WMG)), durchgeführt.

Seit dem Jahr 2002 finden ergänzend PM₁₀-Feinstaubmessungen mit Hilfe eines Staubsammlers gemäß den Anforderungen der 39. BImSchV [2] an einem ausgesuchten Beurteilungspunkt statt, die ebenfalls von der NMG vorgenommen werden. Zu den Aufgaben des hütteneigenen Labors zählen daneben die Staubinhaltsstoffuntersuchungen auf die Elemente Arsen, Blei, Cadmium und Nickel. Die Messergebnisse, sowohl der Staubniederschlags- als auch der PM₁₀-Feinstaub-Bestimmungen, werden mit den jeweils dazugehörigen Ergebnissen der Inhaltsstoffanalysen von der NMG an die Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm, Gefahrstoffe und Störfallvorsorge (ZUS LLGS) im Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim weitergeleitet, wo sie überprüft und zu einem Jahresbericht zusammengestellt werden.

Im Rahmen der Qualitätssicherung werden durch die ZUS LLGS an fünf Beurteilungspunkten Vergleichsmessungen des Staubniederschlags durchgeführt und ausgewertet. Seit Juli 2019 wird von der ZUS LLGS mittels Kleinfiltergerät eine eigene Feinstaubprobenahme (inklusive Analytik im Labor in Hildesheim) neben dem Gerät der NMG durchgeführt. Die Probenahmen der NMG und der ZUS LLGS werden im täglichen Wechsel durchgeführt. In beiden Laboratorien fallen damit jeweils rund 180 Filterproben im Jahr an. Für die Berechnung der Jahresmittelwerte der PM₁₀-Feinstaub- und Schwermetallkonzentrationen werden die Ergebnisse beider Laboruntersuchungen zusammengefasst. Bei den Staubniederschlagsmessungen dienen dagegen die von der ZUS LLGS durchgeführten Vergleichsmessungen ausschließlich der Qualitätssicherung. Die Ergebnisse dieser Vergleichsmessungen gehen nicht oder nur ersatzweise in die Ergebnisauswertungen ein.

In diesem Bericht werden die Messwerte aus dem Jahr 2024 sowohl der Staubniederschlags- als auch der PM₁₀-Feinstaubuntersuchungen und der jeweiligen Staubinhaltsstoffe dargestellt, mit Kenngrößen aus den zurückliegenden Jahren verglichen und anhand der Immissions- bzw. Grenzwerte beurteilt.

1.2 Auftraggeber

Die Immissionsmessungen werden gemäß den immissionsrechtlichen Anforderungen in enger Absprache mit dem Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg als Aufsichtsbehörde durchgeführt. Auftraggeber ist das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz in Hannover.



2 Beschreibung der Messaufgabe

Anhand von Staubniederschlagsmessungen soll die Immissionsbelastung durch sedimentierende Partikel in der Nachbarschaft der Blei- und Zinkhütte fortgesetzt bewertet werden. Daneben sind PM₁₀-Feinstaubmessungen auf der Basis von 24-Stunden-Proben durchzuführen. Der Umfang der Überwachungsmessungen wurde durch das Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg festgelegt. Die Durchführung der Immissionsmessungen und die Qualitätssicherungsmaßnahmen werden in unmittelbarer Absprache zwischen der Nordenham Metall GmbH und der ZUS LLGS vorgenommen.

3 Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung

3.1 Beurteilungsgebiet

Das Beurteilungsgebiet zur Bestimmung des Staubniederschlags umfasst im aktuellen Berichtsjahr 23 Beurteilungspunkte. Von ehemals auf einer Fläche von 36 km² im Abstand von 1 km durchgeführten Rasteruntersuchungen, wurden im Rahmen der Modernisierung der technischen Anlagen, sowie der Sanierung des Hüttengeländes, schrittweise Messstellen abgebaut. Aufgrund der verbesserten Immissionssituation, insbesondere im südlich der Hütte gelegenen Stadtgebiet, wurde zuletzt im Jahr 2005 durch einen weiteren Abbau von Messstellen die Überwachungsaktivität auf den Nahbereich der Hütte konzentriert.

3.2 Beurteilungspunkte

In der Kartenübersicht (Abbildung 1) wird die Lage der Beurteilungspunkte dargestellt und in Tabelle 2 mit den dazugehörigen Breiten- und Längengraden sowie weiteren Details auf der Grundlage des UTM-Koordinatensystems (ETRS89) aufgelistet. Die Auswahl der zuletzt übrig gebliebenen Beurteilungspunkte berücksichtigt sowohl die Beurteilungsmöglichkeit der Hintergrundbelastung (nördlich und westlich gelegene Messstellen) als auch des Kerngebietes im Umkreis des Hüttengeländes.

Die PM₁₀-Feinstaubmessungen wurden am sogenannten „Aufpunkt“ gemessen, dem Ort, an dem ausbreitungsbedingt die höchsten Zusatzbelastungen erwartet werden. Dieser befindet sich in der Nähe des Beurteilungspunktes NM4.4 und trägt daher die gleiche Ortsbezeichnung.

3.3 Emissionsquellen

Die in diesem Bericht beschriebenen Immissionsuntersuchungen sind primär auf die hüttentypischen Emissionen ausgerichtet. Im Mittelpunkt der Bewertung stehen die aktuellen Immissionen, die den Betriebsteilen Nordenham Metall GmbH (ehemals Weser-Metall GmbH (WMG)) und Nordenhamer Zinkhütte GmbH, welche früher zusammengefasst als Friedrich-August-Hütte bzw. mit Firmennamen der Rechtsnachfolger (Preussag, Metaleurop) benannt wurden, zugeordnet werden. Im August 2021 wurde die Weser-Metall GmbH von der Glencore Gruppe übernommen und firmiert seitdem unter Nordenham Metall GmbH. Beide voneinander



unabhängige Betriebe sind seit August 2021 der Glencore Gruppe zugehörig und produzieren weiterhin nebeneinander auf demselben angestammten Firmenareal.

Darüber hinaus gibt es weitere Quellen, die infolge der Ausbreitung im weiteren Sinne, dem „Hüttenaltstandort“ geschuldet sind. Dazu gehören Wiederaufwirbelungen abgelagerter Stäube, die im Laufe der Zeit im Umfeld der Anlagen niedergeschlagen sind und temporär als Sekundärimmissionen unterschiedlicher Quellen wieder in Erscheinung treten können. Beispielsweise können diese nicht quantifizierbaren Quellenanteile dem Werks- und Transportverkehr sowie den Bau- und Umschlagstätigkeiten in Verbindung mit meteorologischen Gegebenheiten zugeordnet werden. Die Lage der zusätzlich emissionsrelevanten Anlagen mit diffusen Quellen entspricht annähernd den durch Fähnchen-Beschriftung gekennzeichneten blauen Punkten in der Übersichtskarte (Abbildung 1).

Tabelle 1: Übersicht der Quellarten staubrelevanter Betriebsanlagen in Nordenham

Betrieb	Quellarten	Staubinhaltsstoffe
Nordenham Metall GmbH (ehem. WMG)	Gefasste Quellen und diffuse Quellen (Werkstraßen, Dachflächen)	Pb, Cd
Nordenhamer Zinkhütte GmbH	Gefasste Quellen und diffuse Quellen (Werkstraßen und Schiffsumschlaganlage von der WMG wird mit genutzt)	Zn, Cd, Pb
WS Weser-Logistik	Eine gefasste Quelle (LKW-Entladung in der Halle, diffuse Quellen durch Fahrstraßen, Baustofflagerplätze und Schiffsumschlaganlagen)	Pb, Cd, Zn
Rhenus Midgard Stadthafen	Diffuse Quellen (Lagerflächen und Schiffsumschlag)	div. Metalle z.B. As, Cd
Rhenus Midgard Blexen	Diffuse Quellen (Schiffsumschlag, temporär offenes Tor für LKW-Durchfahrt, Fahrstraßen), eine gefasste Quelle (LKW-Verladung in der Halle)	Pb, Cd, Zn

Vom Betreiber wurden diverse Maßnahmen zur Reduzierung von diffusen Emissionen umgesetzt bzw. intensiviert. Dazu gehören beispielsweise der Einsatz von zwei Feuchtkehrmaschinen auf dem Werksgelände und einer weiteren im Bereich naher Straßen außerhalb des Werksgeländes. Des Weiteren der Einsatz von Sprinkleranlagen und Nebelkanonen auf kritischen Plätzen,



regelmäßige Reinigung besonders belasteter Bereiche, als auch Materialtransport mit abgeplanten Mulden, Reduzierung der Gesamtfahrten durch Sammelfahrten und bessere Kapselung an Materialübergabestellen.

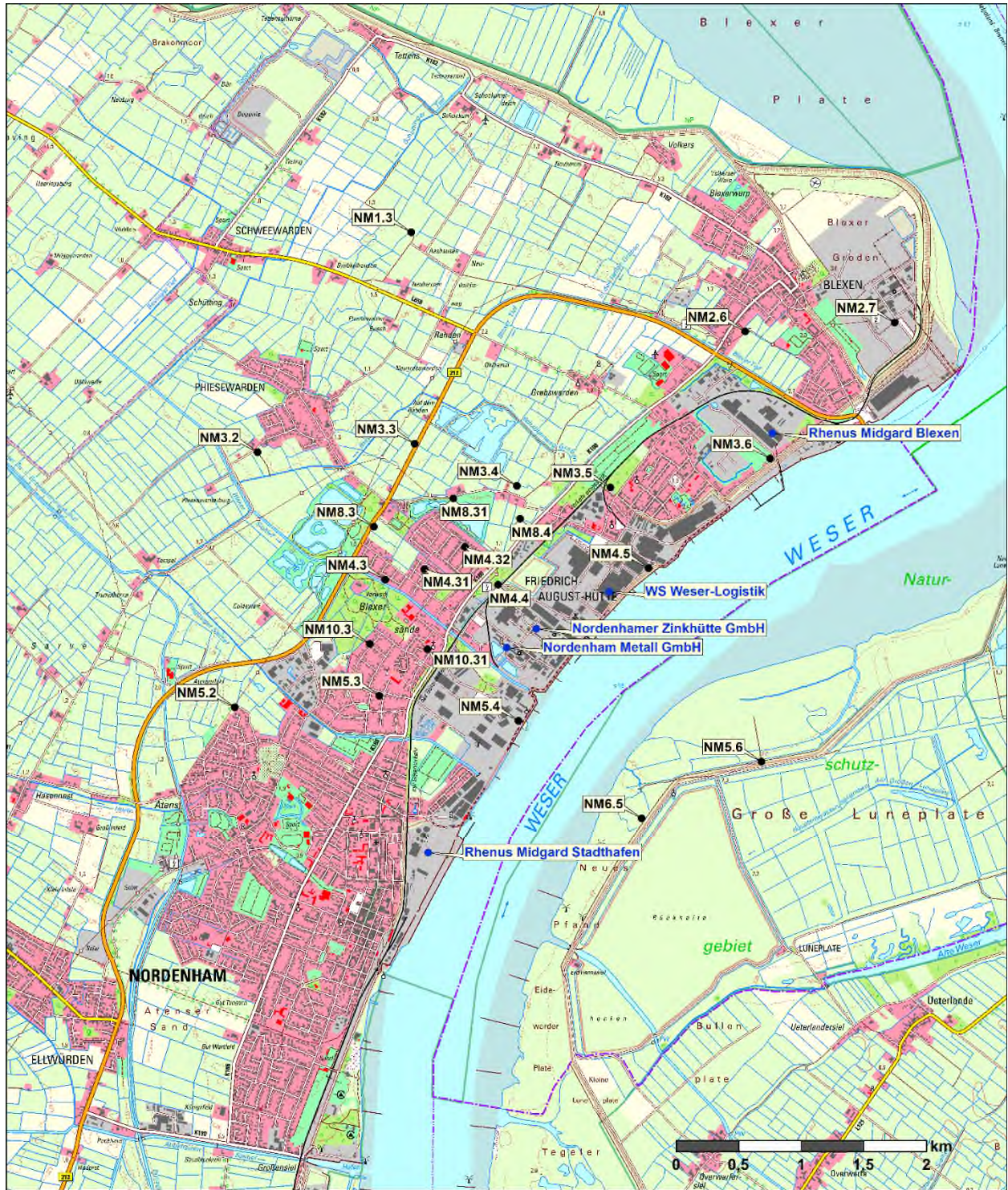
Die technischen Anlagenteile der Nordenham Metall GmbH und der Nordenhamer Zinkhütte GmbH werden gemäß den Auflagen regelkonform betrieben.

Beide Betriebsteile sind nach DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 14001 zertifiziert. Verbesserungen der Emissions- bzw. Immissionssituation werden fortwährend umgesetzt. Durch diverse immissionsschutzrechtliche Bescheide wurde die Einhaltung der maßgeblichen Emissionsbegrenzungen gemäß TA Luft 2021 sichergestellt und die Einhaltung der Anforderungen wird fortwährend überwacht. Die entsprechenden Emissionsgrenzwerte wurden an beiden Betriebsteilen sicher eingehalten.



3.4 Messstellenübersicht

Abbildung 1: Lage der Beurteilungspunkte im Beurteilungsgebiet Nordenham



- Messstellen
- Ansässige Firmen



Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2011 Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN)

(Karte im Maßstab 1:50.000)



Tabelle 2: UTM-Koordinaten (ETRS89) der Beurteilungspunkte und Entfernungsangaben zum ehemaligen Schachtofengebäude bzw. zur nächstgelegenen Wohnbebauung

Messstellenbezeichnung	X-Wert (m) ⁴⁾ Rechtswert	Y-Wert (m) Hochwert	Abstand zur Wohnbebauung ¹⁾	Gebietseinstufung
NM1.3 ²⁾	466143	5931860	1320	Grünland
NM2.6	468813	5931065	-	Wohngebiet
NM2.7	470007	5931138	500	Firmengelände
NM3.2	464916	5930095	100	Grünland
NM3.3	466171	5930163	220	Grünland
NM3.4	466988	5929826	60	Grünland
NM3.5	467736	5929812	60	Grünland
NM3.6 ²⁾	469012	5930044	46	Grünland
NM4.3	465937	5929077	-	Wohngebiet
NM4.31	466249	5929161	-	Wohngebiet
NM4.32 ³⁾	466574	5929338	-	Wohngebiet
NM4.4 ²⁾	466839	5929036	-	Firmengelände
NM4.5	468041	5929170	-	Firmengelände
NM5.2	464734	5928059	20	Brachland
NM5.3 ²⁾	465909	5928185	-	Wohngebiet
NM5.4	467001	5927950	-	Firmengelände
NM5.6 ³⁾	468941	5927625	1400	Brachland
NM6.5 ³⁾	467985	5927171	2300	Brachland
NM8.3	465846	5929499	100	Brachland
NM8.31	466481	5929725	180	Brachland
NM8.4	467015	5929564	170	Grünland
NM10.3	465813	5928564	-	Wohngebiet
NM10.31	466348	5928588	-	Wohngebiet

1) Entfernungsangaben der Beurteilungspunkte in Metern zum nächst gelegenen Wohngebäude (z. B. Gehöft)

2) Bergerhoff-Methode als Doppelmessstelle

3) Messstellen NM5.6 und NM6.5 ab 2012; NM4.32 ab April 2012

4) Alle Werte liegen in der Zone 32T



4 Messplanung

4.1 Messkomponenten

Neben dem Staubniederschlag werden als Staubinhaltsstoffe Blei, Cadmium und Zink bestimmt. Bei den PM₁₀-Feinstaubuntersuchungen werden neben der Partikelkonzentration die Elemente Arsen, Blei, Cadmium und Nickel bestimmt.

4.2 Geräteeinsatz

Die Staubniederschlagsuntersuchungen werden gemäß der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [3] durchgeführt. Es kamen 36 identische Probenahmegeräte mit Auffanggefäßen aus Kunststoff zum Einsatz. Die NMG betreut und analysiert monatlich 23 Niederschlagsproben (davon 2 Doppelbestimmungen), während die übrigen 6 Vergleichsmessungen (davon 4 Doppelbestimmungen) durch die ZUS LLGS parallel, d. h. orts- und zeitgleich, durchgeführt werden.

Für die PM₁₀-Feinstaubbestimmungen wird von der NMG ein Staubmessgerät des Typs DIGITEL DHA 80 im Feldgehäuse mit einem Vorabscheider zur fraktionierenden Probenahme eingesetzt. Das Gerät wird gemäß der VDI-Richtlinie 2463 Blatt 2 [4] betrieben. Die ZUS LLGS setzt für die PM₁₀-Feinstaubbestimmung ein Kleinfiltergerät (Modell PNS 24 DM_{3,1}), mit einem Vorabscheider zur fraktionierenden Probenahme, der Firma DERENDA ein. Das Gerät wird gemäß der DIN EN Richtlinie 12341 [8] betrieben. Bei beiden Geräten ist durch einen automatischen Filterwechsler ein selbstständiger Betriebsablauf von mindestens 14 Tagen möglich.

4.3 Probenahmezyklen, Messzeitraum

Der Probenahmezeitraum bei der Einzelmessung zur Bestimmung des Staubniederschlags beträgt ca. einen Monat (30 +/- 2 Tage). Die im Monatsrhythmus erzeugten Einzelprobenergebnisse werden jeweils zu Jahresmittelwerten zusammengefasst.

Der Messzeitraum für die Einzelprobe bei der Bestimmung der PM₁₀-Feinstaubkonzentration beträgt 24 Stunden (Tagesmittelwert), jeweils beginnend um 0:00 Uhr. Neben den Tagesmittelwerten sind auch die Jahresmittelwerte des PM₁₀-Feinstaubes, sowie die der Inhaltsstoffe zu bewerten. Der Messzeitraum zur Bewertung der Staubniederschlagsimmissionen und der PM₁₀-Feinstaubkonzentration, sowie der Staubinhaltsstoffe, umfasst das Kalenderjahr 2024.

5 Beurteilungsgrundlagen

Die Tabellen 3 bis 5 enthalten die Immissionswerte der TA Luft [1] für die in diesem Messprogramm zu ermittelnden Parameter Staubniederschlag, Blei- und Cadmium-Deposition, die zum Schutz vor erheblichen Belästigungen oder erheblichen Nachteilen bzw. zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen festgelegt sind. Die



Depositionswerte der Tabelle 4 stellen im Regelfall den Schutz von Kinderspielflächen und Wohngebieten sicher.

Für die Beurteilung anderer Flächen können die in Tabelle 5 angegebenen höheren Depositionswerte herangezogen werden. Die Grenz- und Zielwerte der 39. BImSchV [2] für die Konzentrationen an PM₁₀-Feinstaub und dessen Inhaltsstoffe werden ergänzend in Tabelle 6 und in Tabelle 7 aufgelistet. Die Differenzierung bei der Grenz- bzw. Zielwertsetzung ist aufgrund der unterschiedlich zu bewertenden Schutzziele erforderlich.

Tabelle 3: Immissionswert für Staubbiederschlag

Stoffgruppe	Immissionswert*	Mittelungszeitraum	Bezugszeitraum
Staubbiederschlag (nicht gefährdender Staub)	0,35 g/(m ² d)	Jahr	Kalenderjahr

*) gemäß TA Luft Nr. 4.3.1 [1]

Tabelle 4: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen gemäß TA Luft, Nr. 4.5.1 (Kinderspielplätze und Wohngebiete)

Stoff/Stoffgruppe	Immissionswert*	Mittelungszeitraum	Bezugszeitraum
Blei und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Blei	100 µg/(m ² d)	Jahr	Kalenderjahr
Cadmium und seine anorganischen Verbindungen, angegeben als Cadmium	2 µg/(m ² d)	Jahr	Kalenderjahr

*) gemäß TA Luft Nr. 4.5.1 [1]

Tabelle 5: Depositionswerte nach TA Luft, Nr. 4.8 Tabelle 8, für Ackerböden und Grünland

Stoff/Stoffgruppe	Ackerböden	Grünland
Blei	185 µg/(m ² d)	1 900 µg/(m ² d)
Cadmium	2,5 µg/(m ² d)	32 µg/(m ² d)

Tabelle 6: Grenzwerte für Partikel (PM₁₀) und Blei gemäß TA Luft und 39. BImSchV

Stoffgruppe	Grenzwert*	Mittelungszeitraum	Einzulhalten ab
PM ₁₀ (Partikel)	50 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 35mal im Jahr überschritten werden.	24 Stunden (Tag)	01.01.2005
PM ₁₀	40 µg/m ³	Kalenderjahr	01.01.2005
Blei	0,5 µg/m ³	Kalenderjahr	01.01.2005

*) gemäß TA Luft und 39. BImSchV [2]



Tabelle 7: Zielwerte für Staubinhaltsstoffe des PM₁₀-Feinstaubes

Schadstoff	Zielwert*	Mittelungszeitraum	Einzulhalten ab
Arsen	6 ng/m ³	Kalenderjahr	01.01.2013
Cadmium	5 ng/m ³	Kalenderjahr	01.01.2013
Nickel	20 ng/m ³	Kalenderjahr	01.01.2013

*) gemäß 39. BImSchV [2]

6 Durchführung der Messungen und Analysen

6.1 Staubniederschlag

Die Staubniederschlagsmessungen erfolgen gemäß VDI 4320 Blatt 2 [3] „Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode“. Zur Probenahme werden die Auffanggefäße aus Kunststoff in speziellen Halterungen für etwa einen Monat im freien Gelände exponiert und beim Transport von und zur Messstelle jeweils mit Deckeln dicht verschlossen. Im Labor werden die Massen der getrockneten Rückstände in Gramm (g) der Proben ausgewogen und in Bezug auf die Expositionsdauer in Tagen (d) und der Öffnungsfläche des Sammelgefäßes in Quadratmeter (m²) als Staubniederschlag in g/(m²d) angegeben.

6.2 Blei-, Cadmium- und Zink-Depositionen

Die Untersuchungen der Staubinhaltsstoffe werden bei der NMG entsprechend der VDI-Richtlinie 2267 Blatt 2 (AAS) [5] durchgeführt. Im Labor der ZUS LLGS werden die analytischen Untersuchungen ebenfalls entsprechend des Blattes 2 (ICP-MS) derselben Richtlinienreihe durchgeführt. Der trockene Rückstand wird dabei einem spezifischen Aufschluss-Verfahren unterzogen, bevor die Massen der Inhaltsstoffe mit Hilfe eines automatisierten Analyseverfahrens ermittelt werden.

6.3 PM₁₀-Feinstaubkonzentration

Die Probennahme zur Bestimmung des PM₁₀-Feinstaubes erfolgt auf Glas- bzw. Quarzfaser-Filtern. Mit Hilfe einer Vakuumpumpe wird die Umgebungsluft über einen fraktionierenden Probenahmekopf angesaugt. Die Masse an gesammeltem Staub wird gravimetrisch bestimmt und in Bezug auf das Luftvolumen als Konzentration in µg/m³ angegeben. Grundlage der Feinstaubbestimmung ist die Richtlinie DIN EN 12341 [8]; die Messmethode entspricht der VDI-Richtlinie 2463 Blatt 2 [4].

6.4 Staubinhaltsstoffanalysen bei Filterproben

Für weitergehende Untersuchungen auf Staubinhaltsstoffe werden die bestaubten Filterproben verschiedenen Aufschlussmethoden unterzogen. Die anschließenden Analysen der Aufschlusslösungen erfolgen mit Hilfe der optischen Emissionsspektrometrie (ICP-OES),



entsprechend der VDI-Richtlinie 2267 Blatt 2 [5], bzw. mit Hilfe der Massenspektrometrie (ICP-MS), entsprechend der VDI-Richtlinie 2267 Blatt 1 [6].

7 Qualitätssicherung

In Bezug auf die Datenqualitätsziele der 39. BImSchV [2] werden neben der Bestimmung der Datenverfügbarkeit auch die Messunsicherheit für die untersuchten Immissionen berechnet. Die Messunsicherheiten als Begleitwerte der Messgrößen dienen der objektiven Bewertung der Messergebnisse im Vergleich untereinander bzw. mit den Immissions- und Grenzwerten.

7.1 Datenverfügbarkeit

Die Datenverfügbarkeit lag bei den Staubbiederschlagsuntersuchungen über alle Beurteilungspunkte im Jahr 2024 bei 98 %. Die Anzahl der Proben, die pro Beurteilungspunkt für die Auswertung zur Verfügung standen, sind neben den Jahresmittelwerten als ergänzende Informationen in Tabelle 8 enthalten. Die von der NMG und der ZUS LLGS bereitgestellten Ergebnisse der PM₁₀-Feinstaubkonzentration sowie der Staubinhaltsstoffuntersuchungen wurden für den Jahresbericht zusammengefasst, sodass für die Jahresmittelwertbildung mit 298 Tagesmittelwerten eine Datenverfügbarkeit von 81 % erreicht wurde.

7.2 Messunsicherheit bei Staubbiederschlagsmessungen

Für die Berechnung der Messunsicherheiten bei Niederschlagsproben wurden Doppelbestimmungen mehrerer Jahre (2020 bis 2024) vom hüttennahen Beurteilungspunkt NM4.4 ausgewertet. Die erweiterte Messunsicherheit wurde für alle Komponenten aus den jeweiligen parallelen Datenreihen entsprechend des Anhangs B der DIN EN ISO 20988 – Berechnungsmethode A 6 [9] berechnet.

Beim Staubbiederschlag beträgt die erweiterte Messunsicherheit (um Ausreißer bereinigt) für den einzelnen Monatswert etwa 34 %, bezogen auf einen Gesamtmittelwert der Jahre 2019 bis 2023 von 0,08 g/(m²d) am Beurteilungspunkt NM4.4. Bei den Schadstoffdepositionen belaufen sich die für den vergleichbaren Zeitraum ermittelten erweiterten Messunsicherheiten der Einzelwerte, bezogen auf die jeweiligen Mittelwerte, wie folgt: Blei: 24 % (337 µg/(m²d)), Cadmium: 32 % (5,9 µg/(m²d)), Zink: 26 % (1236 µg/(m²d)).

7.3 Messunsicherheit bei PM₁₀-Feinstaubmessungen

Der von der NMG verwendete Staubsammler vom Typ DIGITEL DHA 80 (HVS) kann in Verbindung mit der gravimetrischen Filterauswertung als gleichwertig mit der Referenz-Methode (DIN EN 12341) betrachtet werden. In einem Ringversuch der Bundesländer [10] im Jahre 2003 wurde die Vergleichbarkeit der High-Volume-Sampler (HVS) sowohl untereinander als auch zum Referenzmessverfahren (LVS) mit weniger als 15 % erweiterter Messunsicherheit bestätigt.

Für die Berechnung der Messunsicherheiten bei den Elementbestimmungen werden die analytischen Ergebnisse von Doppelbestimmungen aus Vergleichsmessungen herangezogen. Die erweiterten Messunsicherheiten für die Staubinhaltsstoffe Blei, Cadmium und Zink werden im Jahr 2024 mit rund 30 % veranschlagt.



8 Ergebnisse

Die Staubniederschlagsuntersuchungen rund um das Hüttengelände in Nordenham wurden, aufgrund von Überschreitungen der Immissionswerte der TA Luft durch hüttentypische Depositionen von Blei und Cadmium in der Vergangenheit, auch im Jahr 2024 fortgeführt.

Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) ist eine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. Sie enthält auch Immissionswerte für Staubniederschlag und für Schadstoffdepositionen (u. a. Blei und Cadmium). Diese Immissionswerte nach 4.5.1 TA Luft stellen im Regelfall den Schutz von Kinderspielplätzen und Wohngebieten sicher.

In der Tabelle 8 werden die Messergebnisse der Staubniederschlagsuntersuchungen an den Beurteilungspunkten innerhalb der angrenzenden Wohngebiete für das Berichtsjahr 2024 dargestellt. Diese Jahresmittelwerte sind nach Anwendung der Rundungsregel (TA Luft, Punkt 2.9) anhand der vorgenannten Immissionswerte der TA Luft zu bewerten. Für eine bessere Differenzierung sind die Jahresmittelwerte der Cadmium-Depositionen mit einer Dezimalstelle mehr als der Immissionswert aufgeführt. In der Tabelle 8 sind die Ergebnisse, die die Immissionswerte der TA Luft in Wohngebieten überschreiten, rot gekennzeichnet. Werden die Immissionswerte eingehalten oder unterschritten, sind die Jahresmittelwerte grün gekennzeichnet. Da für die Zink-Depositionen in der TA Luft kein Immissionswert existiert, entfällt eine entsprechende farbliche Kennzeichnung. An den Messpunkten 4.31, 4.32 und 5.3 sind die Werte der Cadmium-Deposition nah am Immissionswert, welcher aber noch unterschritten wird.

Am Messpunkt 4.32 ist der Immissionswert für die Blei-Deposition überschritten. Im Jahr 2023 lag der Wert der Blei-Deposition am Messpunkt 4.32 bei $97 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, die Erhöhung beträgt somit 14%. Betrachtet man die längerfristige Entwicklung der Bleideposition an diesem Messpunkt (vgl. Abbildung 2), so zeigt sich im 10-Jahres-Zeitraum von 2014 bis 2024 keine auffällige, systematische Erhöhung der Bleidepositionswerte, sondern ein konstanter, bis leicht sinkender Trend. Eine weitere Beobachtung der Messwerte ist hier notwendig, um eine etwaige Trendumkehr bewerten zu können. Zur weiteren Einordnung der Grenzwertüberschreitung muss ebenfalls die erreichte Messunsicherheit des Verfahrens berücksichtigt werden. Die VDI-Richtlinie 4320 (Blatt 2) gibt für die Staubsammlung mit Hilfe der Bergerhoff-Methode eine ermittelte, erweiterte Messunsicherheit von 40% bezogen auf die Staubmenge an [3]. So wurde beispielsweise für die Bestimmung von Blei in der Deposition im Labor der ZUS LLGS für das Betrachtungsjahr 2024 eine erweiterte Messunsicherheit von 19% erreicht.



Tabelle 8: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen 2024 an den Beurteilungspunkten im Wohngebiet von Nordenham

Beurteilungspunkt	Staub g/(m ² d)	Blei µg/(m ² d)	Zink µg/(m ² d)	Cadmium µg/(m ² d)	Probenzahl/Jahr
2.6	0,08	17	62	0,4	12
4.3	0,04	61	153	1,4	12
4.31	0,04	66	200	2,0	12
4.32	0,27	111	261	1,9	12
5.3	0,04	51	102	1,9	12
10.3	0,04	42	141	1,0	12
10.31	0,05	86	232	1,6	12
Immissionswerte ¹	0,35	100	-	2	-

1) Immissionswerte (TA Luft 4.3.1 u. 4.5.1), farbige Kennzeichnungen unter Beachtung der Rundungsregel, TA Luft Punkt 2.9

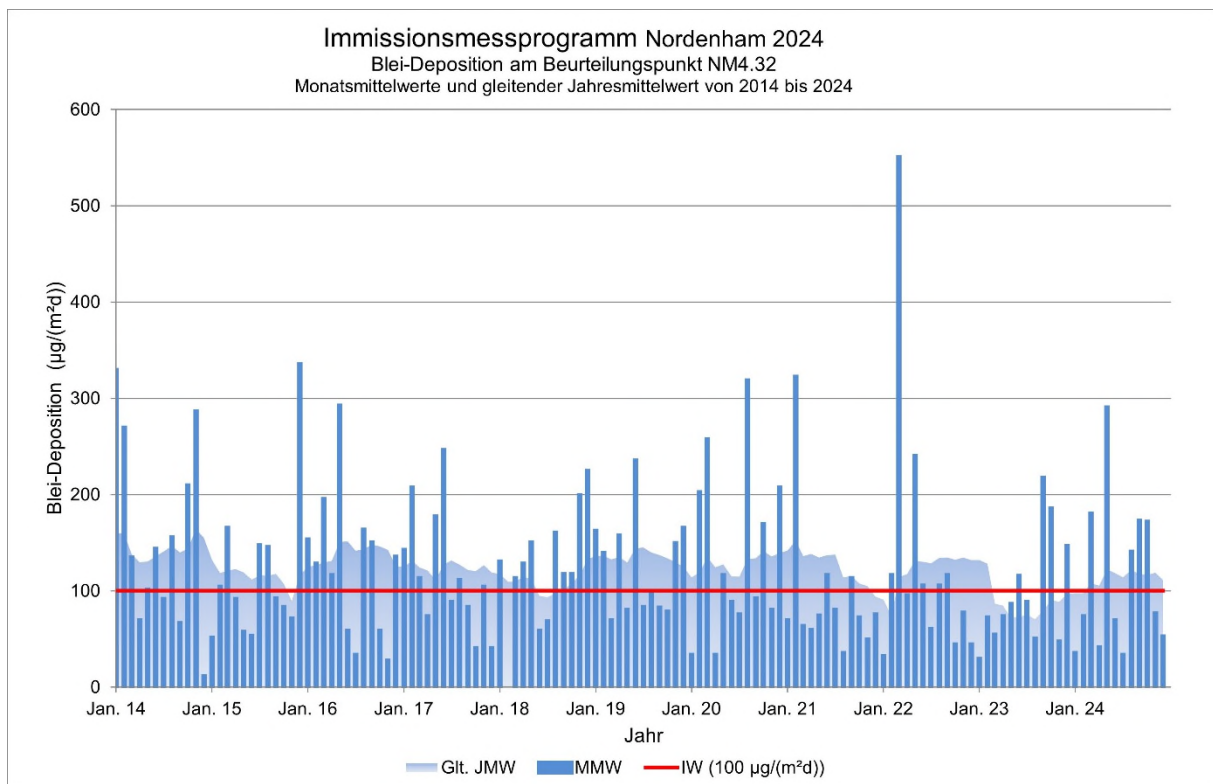


Abbildung 2: Langfristige Entwicklung der Bleideposition am Messpunkt NM 4.32



Die Betrachtung der betrieblichen Emissionen im Umfeld des Messpunktes NM4.32 in Abstimmung mit dem Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg lässt keinen Rückschluss auf relevante Änderungen an Anlagen oder Betriebsprozessen, die Einfluss auf eine erhöhte Bleiemission haben könnten, zu.

Die Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen außerhalb von Wohngebieten sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Die Beurteilungspunkte 3.5 haben 60 m und 8.4 170 m Abstand zur Wohnbebauung (siehe Tabelle 2). Die Immissionswerte der TA Luft gemäß Nr. 4.5.1, die den Schutz von Wohngebieten und Kinderspielplätzen sicherstellen sollen, sind aufgrund des Abstandes nicht anwendbar. Auch für die Depositionsbelastung an den Beurteilungspunkten 4.4 und 4.5, die auf Firmengelände liegen, sind die vorgenannten TA Luft-Werte nicht anwendbar.

Bei der Beurteilung ist außerdem zu berücksichtigen, dass die Immissionswerte, die zum Vergleich herangezogen werden, als niederschlagsbegrenzende Werte für Schwermetalle unter Annahme einer tolerierbaren Anreicherung über einen langen Zeitraum von 200 Jahren und unter Berücksichtigung verschiedener Bodennutzungen (z.B. Böden in Siedlungsgebieten (Kinderspielflächen), Acker, Grünland) und Wirkungspfade (Boden-Mensch, Boden-Pflanze, Boden-Grundwasser) aufgestellt wurden. Für die Einordnung der Depositionsbelastung an den Beurteilungspunkten, die nicht in Wohngebieten liegen, wurden die Immissionswerte nach TA Luft Nr. 4.8 (Tabelle 8, Grünland) herangezogen.



Tabelle 9: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen 2024 außerhalb von Wohngebieten

Beurteilungspunkt	Staub g/(m ² d)	Blei µg/(m ² d)	Zink µg/(m ² d)	Cadmium µg/(m ² d)	Proben- zahl/Jahr
1.3	0,04	10	41	0,3	12
2.7	0,14	52	97	0,9	11
3.2	0,06	17	67	0,5	12
3.3	0,09	15	43	0,4	11
3.4	0,09	47	183	1,5	11
3.5	0,07	68	184	2,0	12
3.6	0,12	59	187	1,1	12
4.4	0,07	252 ²⁾	1313	3,7 ²⁾	12
4.5	0,07	143 ²⁾	365	2,6 ²⁾	12
5.2	0,08	13	70	0,4	12
5.4	0,05	40	96	0,8	12
5.6	0,09	15	40	0,4	12
6.5	0,09	13	34	0,3	11
8.3	0,06	35	108	0,7	11
8.31	0,06	31	104	0,6	12
8.4	0,13	84	316	2,3 ¹⁾	12
Immissionswerte (Grünland) ³⁾	-	1900	-	32	-

1) Depositionswerte mit Abstand zur Wohnbebauung, die Immissionswerte der TA Luft 4.5.1 sind nicht anwendbar

2) Depositionswerte auf dem Firmengelände, die Immissionswerte der TA Luft 4.5.1 sind nicht anwendbar

3) Immissionswerte (TA Luft 4.8)

8.1 Staubniederschlag

Die Staubniederschlagsbelastung im Umfeld der Hütte in Nordenham hat sich 2024 gegenüber dem Vorjahr leicht verringert und liegt 9 % unterhalb des Gebietsmittelwerts über die letzten 5 Jahre (siehe Anhang, Tabelle A1). Im Durchschnitt lagen die gemessenen Staubniederschlagsresultate des gesamten Beurteilungsgebietes mit 0,08 g/(m²d) bei 23 % des Immissionswertes der TA Luft. Am Messpunkt NM4.32 wurde mit 0,27 g/(m²d), entsprechend 77 % des Immissionsgrenzwerts der TA Luft (0,35 g/(m²d)), der höchste Jahresmittelwert von allen Beurteilungspunkten gemessen und somit der Grenzwert überall eingehalten (siehe grün markierte Ergebnisse in den Tabellen 8 und 9).



8.2 Blei-Deposition

Der Immissionswert der TA Luft für die Blei-Deposition in Wohngebieten ($100 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$) wurde im Berichtsjahr 2024 am Beurteilungspunkt NM4.32 mit $111 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ um 11 % überschritten (siehe Tabelle 8), wobei es hier in den Vorjahren häufiger zu Überschreitungen kam. Der Gebietsmittelwert über die Jahre 2019 - 2023 liegt mit $117 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ ebenfalls höher als der Immissionswert (siehe Tabelle A2 im Anhang). An den übrigen Messpunkten im Wohngebiet war die Blei-Deposition im Jahr 2024 ebenfalls überwiegend höher als im Vorjahr aber jeweils unterhalb des Immissionswerts.

An allen Messpunkten außerhalb von Wohngebieten liegt die Bleibelastung deutlich unter dem Immissionswert von $1900 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ für Grünland. Der Beurteilungspunkt NM4.4 bleibt weiterhin ein Messpunkt mit hoher Belastung, erreicht aber trotzdem nur etwa 13 % des Immissionswertes und zeigt seit Jahren eine abnehmende Tendenz.

Der Gesamtmittelwert des Beurteilungsgebietes für die Blei-Deposition ist etwa auf dem Niveau des Vorjahres und im Vergleich mit dem 5-Jahresgebietsmittelwert um 32 % gesunken (siehe Tabelle A2 im Anhang).

8.3 Cadmium-Deposition

Im Beurteilungszeitraum wurde der Immissionswert für Cadmium der TA Luft Nr. 4.5.1 für Wohngebiete von $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ an keinem Messpunkt überschritten. Analog zum Blei zeigte sich auch für Cadmium eine erhöhte Belastung in der ersten Jahreshälfte. Der Immissionswert für Grünland von $32 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, gemäß TA Luft Pkt. 4.8, wurde an keinem Messpunkt außerhalb von Wohngebieten überschritten.

Der Gesamtmittelwert des Beurteilungsgebietes für die Cadmium-Deposition hat gegenüber dem Vorjahr um etwa 25 % zugenommen, ist aber im Vergleich mit dem 5-Jahresgebietsmittelwert um 26 % gesunken (siehe Anhang Tabelle A3).

8.4 Zink-Deposition

Für die Beurteilung der Belastung durch Zink-Depositionen existiert kein Immissionswert in der TA Luft. Hilfsweise wird die nach BBodSchV [1] zulässige jährliche Fracht ($1200 \text{ g}/(\text{ha}\cdot\text{a})$, entsprechend $329 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$), als Bewertungsgrundlage herangezogen. Wie aus den Tabellen 8 und 9 erkennbar, wurde dieser Wert für das Jahr 2024 nur an den Beurteilungspunkten NM4.4 und NM4.5 überschritten. Insgesamt zeigt der Vergleich des Gebietsmittelwertes für 2024 eine Zunahme von 194 % gegenüber dem Vorjahr und liegt auf Höhe des 5-Jahres-Gebietsmittelwertes, siehe Anhang Tabelle A4.

8.5 Entwicklung der Depositionsbelastung

Die Ergebnisse vom Beurteilungspunkt NM4.4 dürften aufgrund der geringen Entfernung zu den Betriebsgebäuden am ehesten über die Entwicklung der Emissionssituation Aufschluss geben. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass Maßnahmen technischer Verbesserungen zur



Emissionsminderung, aber auch die betrieblichen Auslastungen bei den Immissionsmessergebnissen, deutlich sichtbar wurden. Die Messstelle auf einem eingefriedeten und begrünten Gelände wird nur minimal durch menschliche Aktivitäten oder durch Resuspension von Bodenpartikeln beeinträchtigt.

In den folgenden zwei Abbildungen werden anhand der gleitenden Jahresmittelwerte (Glt. JMW) die Entwicklungen der Blei- und Cadmium-Depositionen über einen Zeitraum von 8 Jahren veranschaulicht. Daneben sind die Messwerte der einzelnen Monate (MMW) als Balkengrafik dargestellt.

An den Monatsmittelwerten lässt sich die hohe Variabilität der Depositionen erkennen, während sich anhand des Verlaufs der gleitenden Jahresmittelwerte am hüttennahen Beurteilungspunkt NM4.4, die mittlere Belastungshöhe hinsichtlich der Lage zum Immissionswert ($1900 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$), als rot markierte Linie in der Abbildung (IW) für Grünland ablesen lässt.

Der gleitende Jahresmittelwert der Blei-Depositionen, siehe Abbildung 3, lag zum Jahresende 2024 am Beurteilungspunkt NM4.4 bei etwa 13 % des Immissionswertes der TA Luft für Grünland und damit auf dem Niveau des Vorjahres.

Auch der Verlauf der Cadmium-Depositionen zeigt im Jahr 2024 eine von Monat zu Monat schwankende Belastung, siehe Abbildung 4. Der höchste Monatswert zeigte sich im Mai. Die Jahreswerte der Belastung an diesem Beurteilungspunkt liegen deutlich unterhalb des für Grünland geltenden Immissionswertes der TA Luft ($32 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$), in der Abbildung als rot markierte Linie eingefügt. Im Verlauf der dargestellten 8 Jahre wurde für das Jahr 2024 eine Zunahme der Belastung im Vergleich zum Vorjahr ermittelt. Dies spiegelt sich auch in den im Anhang dargestellten jährlichen Gebietsmittelwerten für die Cadmium-Deposition wider, siehe Tabelle A3.



Abbildung 3: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition

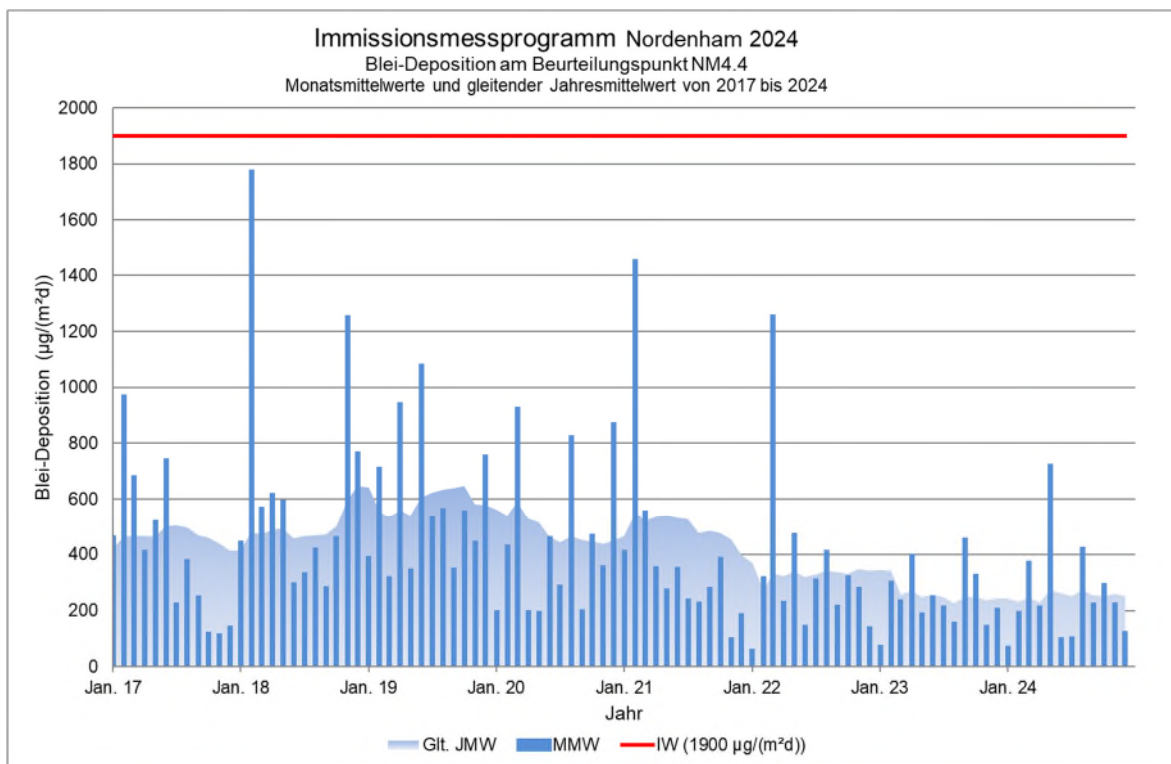
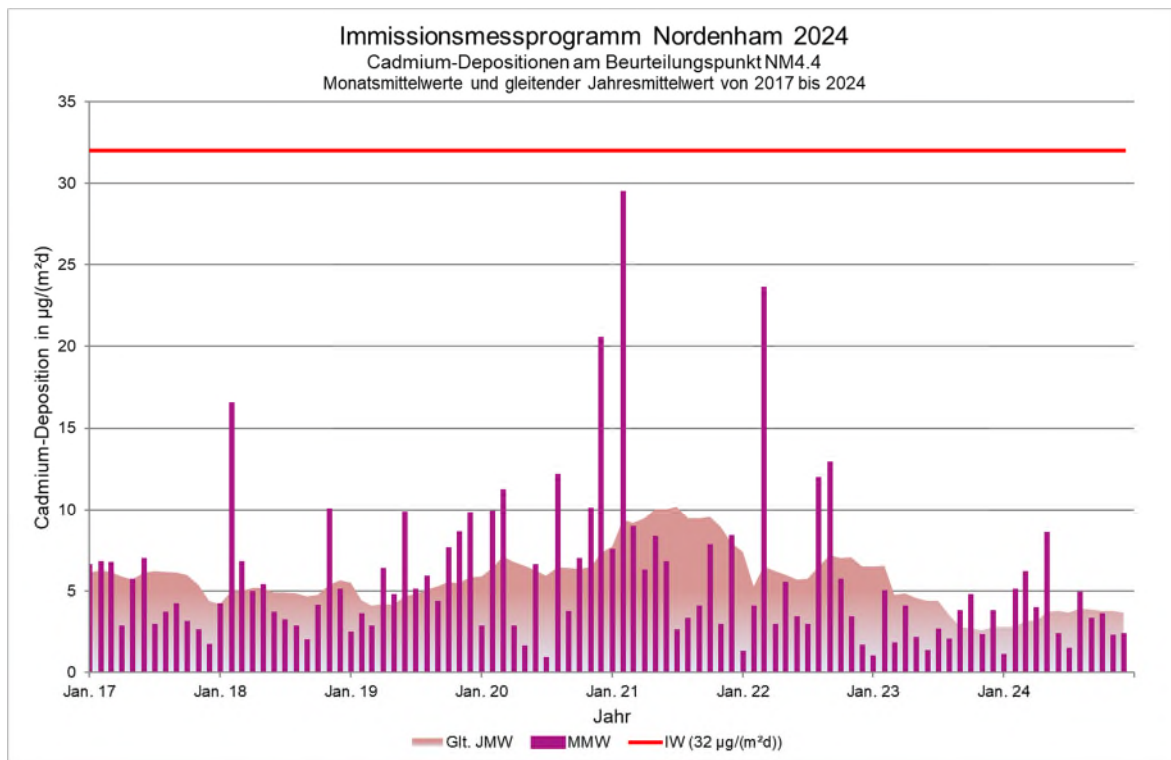


Abbildung 4: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition





Die Hüttenanlagen der Nordenham Metall GmbH werden ordnungsgemäß nach dem Stand der Technik betrieben. In Kenntnis der fortlaufenden Umsetzungen seitens des Stands der Technik bei den Hüttenanlagen einerseits und der ungewissen hüttypischen Immissionen aus diffusen Quellen andererseits, sind die Befunde an den einzelnen Beurteilungspunkten für die kleinräumige Bewertung und daraus abzuleitenden Maßnahmen unverzichtbar. Da aber die jeweiligen Anteile aus diffusen Quellen an den Gesamtmissionen nicht separat abgeschätzt werden können, kann es hilfreich sein, die mittleren Staubbiederschläge des gesamten Beurteilungsgebietes in die Bewertung einzubeziehen. Die Ergebnisse der Beurteilungspunkte in den Randbereichen des Überwachungsgebietes bilden die gegenwärtigen Immissionen des Hüttenbetriebes bekanntermaßen nicht unmittelbar ab, sondern werden überwiegend durch Sekundäremissionen geprägt. Neben oftmals gleichförmigen Belastungen kann es dabei immer wieder und an wechselnden Orten zu zeitweiligen Belastungsspitzen kommen.

Die im Folgenden aufgeführten Gebietsmittelwerte (siehe Tabelle 10) zeigen gegenüber dem Vorjahr eine vergleichbare Depositionsbelastung im Beurteilungsgebiet für den Staubbiederschlag und die Bleideposition, aber höhere Werte für Cadmium und Zink. In Bezug auf den durchschnittlichen Jahresmittelwert im Zeitraum von 2019 bis 2023 ist die Depositionsbelastung für Staub, Blei und Cadmium geringer und für Zink etwa gleichbleibend.

Tabelle 10: Jahresmittelwerte des gesamten Beurteilungsgebietes im Vergleich

Parameter	2024	2023	2022	2021	2019-2023
	JMW	JMW	JMW	JMW	Ø JMW
	Gesamtes Beurteilungsgebiet				
Staubbiederschlag g/(m ² d)	0,08	0,09	0,05	0,11	0,09
Bleideposition µg/(m ² d)	58	59	69	99	85
Cadmiumdeposition µg/(m ² d)	1,3	1,0	1,4	2,1	1,6
Zinkdeposition µg/(m ² d)	191	65	210	231	187

8.6 PM₁₀-Feinstaub und Staubinhaltsstoffe

Der Jahresmittelwert der PM₁₀-Konzentration lag mit 15,6 µg/m³ bei 39 % des Immissionsgrenzwertes (siehe Tabelle 11). Das Datenqualitätsziel von mindestens 90 % Datenverfügbarkeit wurde mit 298 Tagesproben, entsprechend 81 %, nicht erreicht. Dies ist auf technische Störungen der Staubsammler, sowohl bei dem Gerät der NMG, als auch dem der ZUS-LLGS zurück zu führen. Von beiden Laboren wurde dazu die folgende Anzahl an Filterproben analysiert: NMG = 152, ZUS LLGS = 146.



Tabelle 11: Jahresmittelwerte 2024 der PM₁₀-Feinstaubkonzentration sowie der Inhaltsstoffe

Komponente	Jahresmittelwert	Einheit
PM ₁₀	15,6	µg/m ³
Blei	0,05	µg/m ³
Arsen	1,2	ng/m ³
Cadmium	1,5	ng/m ³
Nickel	1,3	ng/m ³

Die Grenzwerte für den Jahresmittelwert der PM₁₀-Feinstaubkonzentration (40 µg/m³) und für den Staubinhaltsstoff Blei (0,5 µg/m³) wurden sicher eingehalten. Auch die Zielwerte [2] der Staubinhaltsstoffe Arsen (6 ng/m³), Cadmium (5 ng/m³) und Nickel (20 ng/m³) wurden deutlich unterschritten.

Gegenüber dem Vorjahr erhöhten sich die Konzentration bei den Staubinhaltsstoffen, außer für Blei, im Folgenden Arsen (9 %), Blei (0 %), Cadmium (25 %), Nickel (86 %) und Zink (235 %). PM₁₀ hat um 7 % zugenommen. Der Tagesmittelwert der PM₁₀-Feinstaubkonzentration von 50 µg/m³ wurde an keinem Tag überschritten. Damit wurde der zulässige Grenzwert von 35 Tagen sicher eingehalten [1,2].

9 Zusammenfassung

Die Staubbiederschlagsuntersuchungen rund um das Hüttengelände in Nordenham wurden, aufgrund von Überschreitungen der Immissionswerte der TA Luft durch hüttentypische Depositionen von Blei und Cadmium in der Vergangenheit, auch im Jahr 2024 fortgeführt.

Die durchschnittliche Staubbiederschlagsbelastung im gesamten Beurteilungsgebiet lag im Jahr 2024 mit 0,081 g/(m²d) bei 23 % des Immissionswertes der TA Luft. Überschreitungen des Immissionswertes für die Staub-Deposition wurden an keinem Beurteilungspunkt gemessen. Im Vergleich zum Vorjahr gab es wieder eine leichte Abnahme der Staubdepositionsbelastung und liegt damit auch etwas unter dem Niveau des Gebietsmittelwerts über die letzten 5 Jahre.

Der Immissionswert der TA Luft für die Blei-Deposition in Wohngebieten (100 µg/(m²d)) wurde im Berichtsjahr 2024 am Beurteilungspunkt NM4.32 mit 111 µg/(m²d) um 11 % überschritten (siehe Tabelle 8), wobei es hier in den Vorjahren häufiger zu Überschreitungen kam. Der Gebietsmittelwert über die Jahre 2019 - 2023 liegt mit 117 µg/(m²d) ebenfalls höher als der Immissionswert (siehe Tabelle A2 im Anhang). An den übrigen Messpunkten im Wohngebiet war die Blei-Deposition im Jahr 2024 ebenfalls überwiegend höher als im Vorjahr aber jeweils unterhalb des Immissionswerts.



An allen Messpunkten außerhalb von Wohngebieten liegt die Bleibelastung deutlich unter dem Immissionswert von $1900 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ für Grünland. Der Beurteilungspunkt NM4.4 bleibt weiterhin ein Messpunkt mit hoher Belastung, erreicht aber trotzdem nur etwa 13 % des Immissionswertes und zeigt seit Jahren eine abnehmende Tendenz.

Der Gesamtmittelwert des Beurteilungsgebietes für die Blei-Deposition ist etwa auf dem Niveau des Vorjahres und im Vergleich mit dem 5-Jahresgebietsmittelwert um 32 % gesunken (siehe Tabelle A2 im Anhang).

Im Beurteilungszeitraum wurde der Immissionswert für Cadmium der TA Luft Nr. 4.5.1 für Wohngebiete von $2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ an keinem Messpunkt überschritten. Analog zum Blei zeigte sich auch für Cadmium eine erhöhte Belastung in der ersten Jahreshälfte. Der Immissionswert für Grünland von $32 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, gemäß TA Luft Pkt. 4.8, wurde an keinem Messpunkt außerhalb von Wohngebieten überschritten.

Der Gesamtmittelwert des Beurteilungsgebietes für die Cadmium-Deposition hat gegenüber dem Vorjahr um etwa 25 % zugenommen, ist aber im Vergleich mit dem 5-Jahresgebietsmittelwert um 26 % gesunken (siehe Anhang Tabelle A3).

Neben den Blei- und Cadmium-Depositionen wurden auch die Zink-Depositionen bestimmt, zu deren Einordnung jedoch kein Immissionswert in der TA Luft existiert. Hilfsweise wird die nach BBodSchV [11] zulässige jährliche Fracht von $329 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ als Bewertungsgrundlage herangezogen. Diese Fracht wurde 2024 nur an den Beurteilungspunkten NM4.4 und NM4.5 überschritten. Insgesamt zeigt der Vergleich des Gebietsmittelwertes für 2024 eine Zunahme von 194 % gegenüber dem Vorjahr und liegt auf Höhe des 5-Jahres-Gebietsmittelwertes, siehe Anhang Tabelle A4.

Die mittlere PM_{10} -Feinstaubkonzentration lag im Berichtsjahr 2024 mit $15,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 39 % des Immissionswertes der TA Luft. Der Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert wurde sicher eingehalten. Der Tagesmittelwert der PM_{10} -Feinstaubkonzentration von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde an keinem Tag überschritten. Damit wurde der zulässige Grenzwert von 35 Tagen sicher eingehalten.

Neben der PM_{10} -Feinstaubkonzentration wurden auch bei den Elementen Arsen, Blei, Cadmium und Nickel, als Bestandteile des PM_{10} -Feinstaubes, jeweils Unterschreitungen der Grenz- bzw. Zielwerte der TA Luft und der 39. BImSchV festgestellt. Gegenüber dem Vorjahr erhöhten sich die Konzentration bei den Staubinhaltsstoffen, außer für Blei, im Folgenden Arsen (9 %), Blei (0 %), Cadmium (25 %), Nickel (86 %) und Zink (235 %). PM_{10} hat um 7 % zugenommen.



10 Literatur

- 1 Neufassung der Ersten Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (GMBI S. 1050), in Kraft getreten am 1. Dezember 2021
- 2 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), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 03. Juli 2024 (BGBl. I Nr. 225 vom 08. Juli 2024), in Kraft getreten am 09. Juli 2024
- 3 VDI 4320 Blatt 2 (2012-01), Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode
- 4 VDI 2463 Blatt 2 (2021-05), Messen von Partikeln – Erfassung von luftgetragenen Partikeln in Außenluft - Aktive Probenahme mittels HVS (High-Volume-Sampler)
- 5 VDI 2267 Blatt 2 (2019-02), Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von u. a. Pb, Cd, As, Ni – als Bestandteil der atmosphärischen Deposition nach Probenahme mit Bulk- und Wet-only-Sammlern mittels GF-AAS, ICP-OES und ICP-MS
- 6 VDI 2267 Blatt 1 (2019-12), 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, Ti, V und Zn mit GF-AAS, ICP-OES oder ICP-MS
- 7 DIN EN 14902 (2005-10), Außenluftbeschaffenheit - Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb/Cd/As/Ni als Bestandteil der PM10-Fraktion des Schwebstaubes; inkl. Berichtigung 1 (2007-01)
- 8 DIN EN 12341:2023-10, Außenluft – Gravimetrisches Standardmessverfahren für die Bestimmung der PM₁₀- oder PM_{2,5}-Massenkonzentration des Schwebstaubes; Deutsche Fassung EN 12341:2023
- 9 DIN EN ISO 20988 (2007-09), Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit
- 10 Materialien Band 66, PM10-Vergleichsmessungen der deutschen Bundesländer Essen 2005, ISSN 0947-5206 (Materialien)
- 11 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S.2598), ersetzt V 2129-32-2 v. 12.7.1999 (BGBl. I S. 1554), Inkrafttreten der Neufassung am 1. August 2023



Anhang

Tabelle A1: Staubniederschläge 2024 im Vergleich mit den Jahren 2019 - 2023

Beurteilungspunkt	Staubniederschlag in g/(m ² d)						
	Jahr(e)						
	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2019-2023 ¹⁾
NM1.3	0,044	0,064	0,074	0,066	0,046	0,069	0,064
NM2.6	0,076	0,085	0,067	0,099	0,088	0,103	0,088
NM2.7	0,139	0,184	0,258	0,228	0,16	0,083	0,183
NM3.2	0,059	0,071	0,024	0,043	0,045	0,047	0,046
NM3.3	0,086	0,068	0,028	0,07	0,069	0,067	0,060
NM3.4	0,086	0,126	0,077	0,289	0,258	0,173	0,185
NM3.5	0,073	0,065	0,031	0,04	0,048	0,048	0,046
NM3.6	0,123	0,12	0,074	0,122	0,139	0,107	0,112
NM4.3	0,042	0,059	0,034	0,047	0,062	0,075	0,055
NM4.31	0,045	0,057	0,035	0,054	0,067	0,071	0,057
NM4.32	0,269	0,246	0,096	0,282	0,256	0,125	0,201
NM4.4	0,065	0,077	0,042	0,066	0,09	0,074	0,070
NM4.5	0,066	0,097	0,046	0,068	0,081	0,081	0,075
NM5.2	0,077	0,093	0,054	0,116	0,116	0,148	0,105
NM5.3	0,039	0,052	0,033	0,044	0,042	0,047	0,044
NM5.4	0,052	0,075	0,037	0,099	0,179	0,158	0,110
NM5.6	0,085	0,081	0,041	0,059	0,077	0,061	0,064
NM6.5	0,087	0,064	0,016	0,084	0,073	0,112	0,070
NM8.3	0,062	0,057	0,035	0,279	0,159	0,243	0,155
NM8.31	0,056	0,066	0,037	0,119	0,067	0,071	0,072
NM8.4	0,126	0,075	0,031	0,049	0,071	0,058	0,057
NM10.3	0,043	0,049	0,038	0,055	0,056	0,052	0,050
NM10.31	0,052	0,056	0,037	0,05	0,05	0,056	0,050
Gebietsmittelwert	0,081	0,086	0,054	0,106	0,100	0,093	0,088
Abweichung	-9 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2019 - 2023

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre 2019 – 2023



Tabelle A2: Blei-Depositionen 2024 im Vergleich mit den Jahren 2019 - 2023

Beurteilungspunkt	Blei-Depositionen in µg/(m ² d)						
	Jahr(e)						2019-2023 ¹⁾
2024	2023	2022	2021	2020	2019		
NM1.3	10	8	14	16	17	20	15
NM2.6	17	26	22	26	53	38	33
NM2.7	52	48	50	36	55	51	48
NM3.2	17	10	21	15	18	21	17
NM3.3	15	15	24	31	29	36	27
NM3.4	47	57	44	75	94	90	72
NM3.5	68	79	67	100	211	150	121
NM3.6	59	171	48	60	94	77	90
NM4.3	61	24	76	40	47	104	58
NM4.31	66	46	116	53	76	103	79
NM4.32	111	97	132	94	139	125	117
NM4.4	252	246	343	398	448	579	403
NM4.5	143	189	131	280	313	207	224
NM5.2	13	11	19	56	27	26	28
NM5.3	51	36	58	395	67	119	135
NM5.4	40	41	51	86	100	53	66
NM5.6	15	25	28	29	22	44	30
NM6.5	13	16	25	35	39	34	30
NM8.3	35	21	58	34	40	48	40
NM8.31	31	34	40	57	43	45	44
NM8.4	84	89	63	114	153	129	110
NM10.3	42	30	52	81	56	77	59
NM10.31	86	46	99	171	75	154	109
Gebietsmittelwert	58	59	69	99	96	101	85
Abweichung	-47 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2019 - 2023

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre 2019 – 2023



Tabelle A3: Cadmium-Depositionen 2024 im Vergleich mit den Jahren 2019 - 2023

Beurteilungspunkt	Cadmium-Depositionen in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$						
	Jahr(e)						2019-2023 ¹⁾
2024	2023	2022	2021	2020	2019		
NM1.3	0,27	0,40	0,52	0,43	0,41	0,37	0,43
NM2.6	0,41	0,58	0,51	0,64	1,85	0,67	0,85
NM2.7	0,92	0,99	0,88	0,74	1,17	0,60	0,88
NM3.2	0,47	0,35	0,43	0,39	0,52	0,41	0,42
NM3.3	0,40	0,46	0,53	0,87	0,68	0,42	0,59
NM3.4	1,53	1,21	1,71	2,83	3,12	1,68	2,11
NM3.5	1,98	1,22	1,26	2,57	4,83	1,89	2,35
NM3.6	1,14	1,31	1,21	1,62	1,97	1,54	1,53
NM4.3	1,40	0,57	1,35	0,90	1,45	1,38	1,13
NM4.31	1,96	0,78	2,10	1,19	1,88	1,22	1,43
NM4.32	1,86	1,38	2,14	2,04	1,96	1,35	1,77
NM4.4	3,68	2,72	6,52	7,95	7,37	5,86	6,08
NM4.5	2,57	3,46	2,45	4,07	5,75	3,11	3,77
NM5.2	0,41	0,29	0,58	1,21	0,49	0,39	0,59
NM5.3	1,88	0,79	1,06	6,05	1,29	1,09	2,06
NM5.4	0,83	0,74	0,81	3,22	3,68	1,22	1,93
NM5.6	0,43	0,63	0,56	0,77	0,49	0,55	0,60
NM6.5	0,34	0,53	0,47	0,88	0,61	0,46	0,59
NM8.3	0,75	0,59	1,20	0,81	1,01	0,71	0,86
NM8.31	0,61	0,64	1,02	1,35	0,85	0,59	0,89
NM8.4	2,34	1,40	1,65	2,72	4,11	1,85	2,35
NM10.3	1,03	0,79	0,95	2,10	0,92	1,00	1,15
NM10.31	1,64	1,12	1,37	3,43	1,86	1,77	1,91
Gebietsmittelwert	1,25	1,00	1,36	2,12	2,10	1,31	1,58
Abweichung	-26 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2019 - 2023

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre 2019 – 2023



Tabelle A4: Zink-Depositionen 2024 im Vergleich mit den Jahren 2019 - 2023

Beurteilungspunkt	Zink-Depositionen in µg/(m²d)						
	Jahr(e)						
	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2019-2023 ¹⁾
NM1.3	41	17	53	52	43	60	45
NM2.6	62	66	74	71	90	81	76
NM2.7	97	112	153	84	100	77	105
NM3.2	67	19	46	40	35	39	36
NM3.3	43	64	64	64	90	71	71
NM3.4	183	70	211	296	363	272	242
NM3.5	184	59	218	241	273	248	208
NM3.6	187	147	180	201	214	229	194
NM4.3	153	25	158	148	84	173	118
NM4.31	200	40	222	151	122	162	139
NM4.32	261	141	411	260	271	241	265
NM4.4	1313	182	1189	1579	1868	1447	1253
NM4.5	365	146	506	452	651	499	451
NM5.2	70	61	89	88	82	84	81
NM5.3	102	27	121	141	91	157	107
NM5.4	96	49	134	298	216	172	174
NM5.6	40	23	60	58	40	65	49
NM6.5	34	29	60	77	56	51	55
NM8.3	108	28	140	80	71	81	80
NM8.31	104	30	118	199	112	122	116
NM8.4	316	68	261	277	417	291	263
NM10.3	141	55	132	217	184	133	144
NM10.31	232	41	237	238	167	250	187
Gebietsmittelwert	191	65	210	231	245	218	194
Abweichung	-1 % ²⁾						

¹⁾ Mittelwert der Jahre 2019 - 2023

²⁾ Abweichung bezogen auf einen Mittelwert der letzten fünf Jahre 2019 – 2023