



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim



Immissionsmessprogramm Nordenham 2012

**Staubniederschlag und
PM₁₀-Feinstaub
sowie Staubinhaltsstoffe**

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG



Niedersachsen

Bericht Nr. 43-13-BI-012

Stand: 10.03.2014

Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG

Dezernat 43

Postanschrift:

Goslarsche Straße 3

31134 Hildesheim

Dienstgebäude:

An der Scharlake 39

31135 Hildesheim



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Auftraggeber	2
1.3	Anlass und Ziel der Messungen	2
2	Beschreibung der Messaufgabe	2
3	Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung	3
3.1	Beurteilungsgebiet	3
3.2	Beurteilungspunkte	3
3.3	Emissionsquellen	4
3.4	Messstellenübersicht	5
4	Messplanung	7
4.1	Messkomponenten	7
4.2	Geräteeinsatz	7
4.3	Probenahmezyklen	7
5	Messzeitraum	7
6	Beurteilungsgrundlagen	8
7	Durchführung der Messungen - Analysen	10
7.1	Staubniederschlagsmessungen	10
7.2	Blei-, Cadmium- und Zink-Depositionen	10
7.3	PM ₁₀ -Filterprobenahme	10
7.4	Gravimetrie	11
7.5	Staubinhaltsstoffanalysen der Filterproben	11
8	Qualitätssicherung	11
8.1	Datenverfügbarkeit	12
8.2	Messunsicherheit	12
9	Ergebnisse	13
9.1	Staubniederschlag	13
9.2	Blei-Deposition	14
9.3	Cadmium-Deposition	14
9.4	Zink-Deposition	16
9.5	Verteilung und Entwicklung der Depositionsbelastung	16
9.6	PM ₁₀ -Feinstaub und Staubinhaltsstoffe	19
10	Zusammenfassung	20
11	Literatur	22



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Beurteilungspunkte	5
Abbildung 2: Entfernungsabhängigkeit der Blei-Deposition.....	16
Abbildung 3: Entfernungsabhängigkeit der Cadmium-Deposition	17
Abbildung 4: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert (Blei).....	18
Abbildung 5: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert (Cadmium)	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geografische Koordinaten der Beurteilungspunkte	6
Tabelle 2: Immissionswert für Staubniederschlag	9
Tabelle 3: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen.....	9
Tabelle 4: Grenzwerte für Partikel (PM ₁₀) und Blei.....	9
Tabelle 5: Zielwerte für Staubinhaltsstoffe des PM ₁₀ -Feinstaubes	9
Tabelle 6: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen.....	15
Tabelle 7: Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration sowie der Inhaltsstoffe	19

Anhang

Tabelle A1: Staubniederschläge 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 – 2011	23
Tabelle A2: Blei-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 - 2011	24
Tabelle A3: Cadmium-Deposition 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 - 2011	25
Tabelle A4: Zink-Deposition 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 - 2011	26



1 Einleitung

1.1 Allgemeines

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

Seit dem Jahr 2002 finden ergänzend PM_{10} -Feinstaubmessungen mit Hilfe eines Staubsammlers gemäß den Anforderungen der 39. BImSchV [2] an einem ausgesuchten Beurteilungspunkt statt, die ebenfalls von der WMG vorgenommen werden. Zu den Aufgaben des hütteneigenen Labors zählen auch die Staubinhaltsstoffuntersuchungen auf die Elemente Arsen, Blei, Cadmium und Nickel. Die Messergebnisse, sowohl der Staubbiederschlags- als auch der PM_{10} -Feinstaub-Bestimmungen werden mit den jeweils dazugehörigen Ergebnissen der Inhaltsstoffanalysen von der WMG an die Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und Gefahrstoffe (ZUS LLG) im Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim weitergeleitet, wo sie überprüft und zu einem Jahresbericht zusammengestellt werden.

Im Rahmen der Qualitätssicherung wurden durch die ZUS LLG bei den Staubbiederschlagsmessungen an fünf Beurteilungspunkten Vergleichsmessungen durchgeführt und ausgewertet. Bei den PM_{10} -Feinstaubmessungen fanden analytische Vergleichsmessungen anhand geteilter Filterproben zwischen beiden Laboratorien statt. Seit Beginn des Jahres 2010 werden von der ZUS LLG vorbereitete Filter für die zusätzliche Probenahme in Nordenham bereitgestellt. Diese Filter werden abwechselnd mit den Filtern der WMG für die Probenahme im selben Staubsammler eingesetzt und anschließend im Labor der ZUS LLG in Hildesheim auf die o.g. Elemente untersucht. In beiden Laboratorien fallen somit jeweils ca. 180 Filterproben an. Für die Berechnung der Jahresmittelwerte der PM_{10} -Feinstaub- und Schwermetallkonzentrationen werden die Ergebnisse beider Laboruntersuchungen zusammen verwendet. Bei den Staubbiederschlagsmessungen dienen dagegen die von der ZUS LLG 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 2012, sowohl der Staubbiederschlags- als auch der PM_{10} -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 in Absprache mit dem Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg als Genehmigungsbehörde im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz durchgeführt.

1.3 Anlass und Ziel der Messungen

Da die Untersuchungen im Nahbereich der Hüttenanlage in den zurückliegenden Jahren fortlaufend Überschreitungen der Immissionswerte für Blei- und Cadmium-Depositionen zeigten, wurden die Messungen auch im Jahr 2012 weitergeführt. Anhand von Messwerten aus den Vorjahren wurde zudem ersichtlich, dass in einem Radius von zuletzt etwa 1,6 Kilometern um das Betriebsgelände Immissionsbelastungen auftraten, die über den zulässigen Werten der TA Luft lagen.

Die Untersuchungen haben zum Ziel, auf der Basis von Jahresmittelwerten sowohl den Staubniederschlag als auch die PM₁₀-Feinstaubkonzentration und die jeweiligen Staubinhaltsstoffe zu erfassen und zu dokumentieren. Daneben sollen die Messergebnisse orientierende Hinweise auf die Ausbreitung der Immissionen geben und ggf. auch Auswirkungen von technischen und organisatorischen Verbesserungsmaßnahmen im Betriebsablauf bei der Bleierzeugung erkennen lassen.

Obwohl die Ergebnisse der PM₁₀-Feinstaubmessungen in den Vorjahren unterhalb des Grenzwertes lagen und Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ an mehr als 35 zulässigen Tagen im Jahr bei weitem nicht erreicht wurden, werden im Hinblick auf die Anlagenüberwachung sowohl die PM₁₀-Feinstaubmessungen als auch die Staubinhaltsstoffanalysen zukünftig dennoch weitergeführt.

2 Beschreibung der Messaufgabe

Anhand von Staubniederschlagsmessungen sollte die Immissionsbelastung durch sedimentierende Partikel in der Nachbarschaft der Bleihütte bewertet werden. Daneben waren PM₁₀-Feinstaubmessungen auf der Basis von 24-Stunden-Proben durchzuführen. Der Umfang der Überwachungsmessungen wurde durch das Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg festgelegt. Die Vorgehensweise bei den Immissionsmessungen und die Qualitätssicherungsmaßnahmen wurden in direkter Absprache zwischen der Weser-Metall GmbH und der ZUS LLG festgelegt.

Zur Beurteilung des Nahbereichs der Hüttenanlagen, insbesondere unter Berücksichtigung der nordwestlich unmittelbar angrenzenden städtischen Siedlungen, sind hier gegenüber den Randbereichen des Beurteilungsgebietes die Staubniederschlagssammler in geringerem Abstand zueinander aufgestellt, um eine kleinräumige Überwachung des Staubniederschlags zu erreichen.



3 Beschreibung der Messstellen, Messstellenumgebung

3.1 Beurteilungsgebiet

Das zu beschreibende Beurteilungsgebiet umfasst im aktuellen Berichtsjahr 24 Messstellen (Beurteilungspunkte) zur Bestimmung des Staubniederschlags (siehe Abbildung 1). Nachdem im Jahr 2011 der Beurteilungspunkt MID8 in die Berichterstattung neu aufgenommen wurde, sind ab 2012 drei weitere Beurteilungspunkte in das Untersuchungsprogramm aufgenommen worden. Es handelt sich dabei um eine Ergänzung der kleinräumigen Überwachung (Beurteilungspunkt NM4.32 ab April 2012) und eine Ausweitung des Beurteilungsgebietes rechtsseitig der Weser. Hier wurden bereits früher betreute Messstellen (Beurteilungspunkte NM5.6 und NM6.5) auf der großen Luneplate, südöstlich der Hüttenanlagen, wieder eingerichtet. Im Zuge der Messstellenerweiterung wurde die gleiche Anzahl an Doppelmessstellen auf Einfachmessstellen zurückgebaut (NM4.3, NM5.4, NM10.3).

Mit Beginn der Messtätigkeiten im Jahre 1976 wurden zunächst auf einer Fläche von 36 km² Staubniederschlagsuntersuchungen in einem 1 km Raster durchgeführt. Seit Mitte der 1990er Jahre wurde die Beprobung einiger hüttennaher Beurteilungsflächen, wie zuvor beschrieben, durch zusätzliche Messstellen entsprechend einem Raster mit ca. 0,5 km Seitenlänge ergänzt. Später erfolgte in Absprache mit dem Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg ein schrittweiser Abbau von Messstellen in den Randbereichen des Beurteilungsgebietes, da die Immissionswerte hier sicher und langfristig eingehalten worden waren. Aufgrund der verbesserten Immissionssituation im Süden des Stadtgebietes wurde im Jahr 2005 durch einen weiteren Abbau von Messstellen die Überwachungsaktivität auf den Nahbereich der Hütte konzentriert. Durch die Hinzunahme des im Ortsteil Blexen gelegenen Messpunktes MID8, sollen Immissionen erfasst werden, die nicht unmittelbar im Zusammenhang mit dem Betrieb der Bleihütte stehen, wie der Umschlag von Schiffsgütern und LKW-Transporte. Die Messungen an den im Jahre 2012 erstmals, bzw. wieder in Betrieb genommenen Beurteilungspunkten NM5.6 und NM6.5, werden als begleitende Immissionsüberwachung im Rahmen eines Änderungs-genehmigungsverfahrens zur Kapazitätsausweitung des Badschmelzofens durchgeführt.

3.2 Beurteilungspunkte

In der Kartenübersicht (Abbildung 1) wird die Lage der Beurteilungspunkte dargestellt. Tabelle 2 enthält eine Auflistung der Beurteilungspunkte mit den Breiten- und Längengraden auf der Grundlage des geografischen Koordinatensystems (WGS 84). Die Auswahl der Beurteilungspunkte berücksichtigt sowohl die Beurteilungsmöglichkeit der Hintergrundbelastung (nördlich und westlich gelegene Messstellen) als auch des Kerngebietes im Umkreis um das Hüttengelände. Mit den neuen Messstellen auf der Luneplate wird auch der Leebereich abgedeckt.

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

Im Beurteilungsgebiet können neben den von der Blei-Hütte und der Zink-Hütte ausgehenden Emissionen auch andere, zum Teil temporäre Quellen, wie Schiffslöschungen, Verlade- und Transporttätigkeiten, Emissionsbeiträge liefern. Eine Übersicht der potentiellen Staub emittierenden Anlagen enthält die folgende Tabelle 1. Die ungefähre Lage der Anlagen ist ebenfalls in der Karte in Abbildung 1 eingezeichnet.

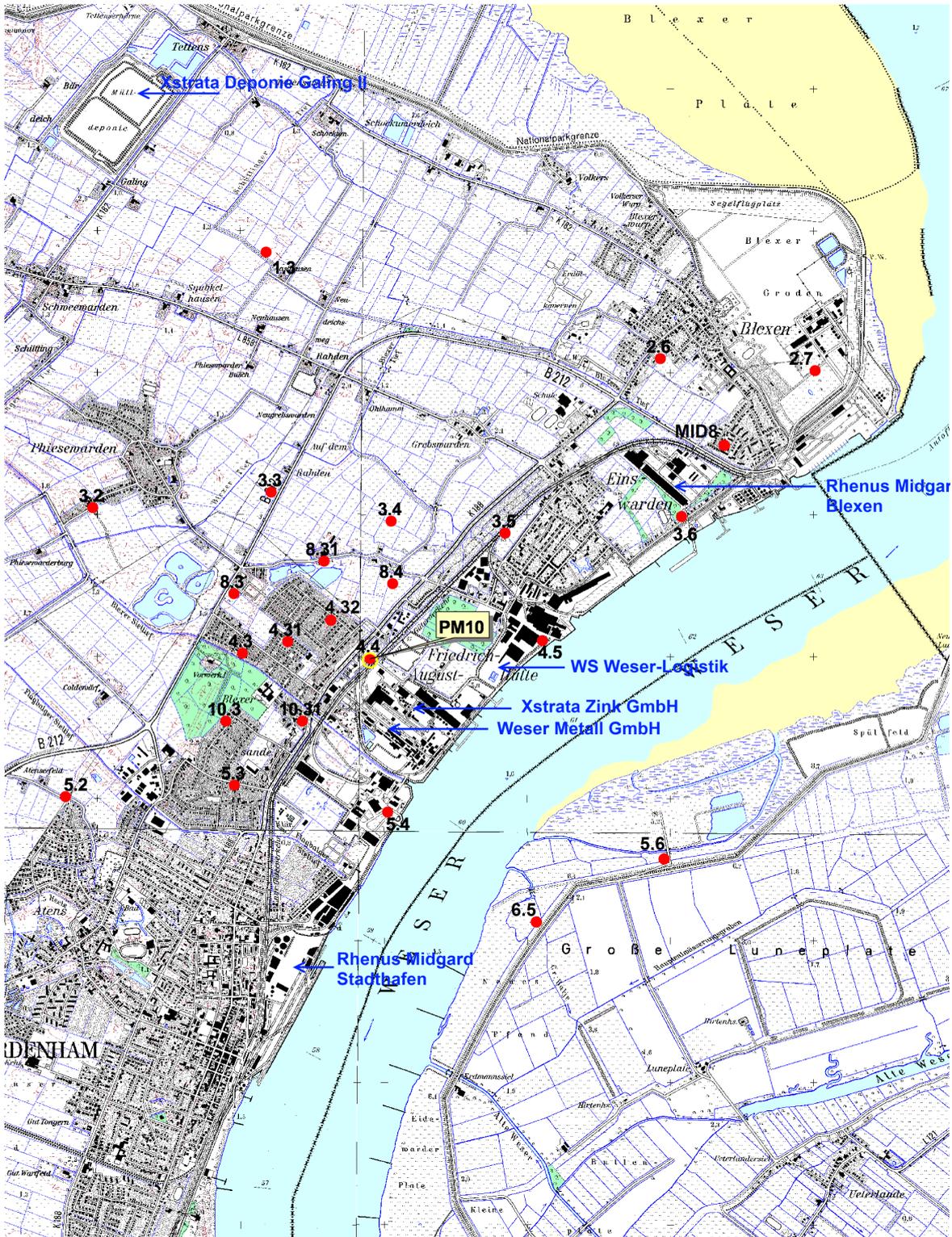
Die Betriebsabläufe der Weser Metall GmbH und der Nordenhamer Zinkhütte GmbH werden gemäß den Auflagen regelkonform gefahren, so dass bei jährlichen Überprüfungen nur in Ausnahme geringfügige Mängel festgestellt wurden. Verbesserungen der Emissions- bzw. Immissionssituation werden fortwährend angestrebt. Die Betriebe sind nach ISO 9001 und 14001 zertifiziert und werden jedes Jahr neu begutachtet. Mit einer nachträglichen Anordnung vom Oktober 2007 nach § 17 BImSchG wurden die neuen Grenzwerte der TA-Luft 2002 angeordnet. Die neuen Emissionsgrenzwerte werden an allen Anlagen sicher eingehalten [3].

Tabelle 1: Übersicht der Quellarten staubrelevanter Betriebe in Nordenham [4]

Betrieb	Quellarten	Relevante Staubinhaltsstoffe	Bemerkungen
Weser Metall GmbH (WMG)	Gefasste Quellen und diffuse Quellen (Werkstraßen, Schiffsumschlaganlage weitgehend geschlossen, ohne Absaugung)	Pb, Cd	
Xstrata Zink GmbH	Gefasste Quellen und diffuse Quellen (Werkstraßen, Schiffsumschlaganlage von WMG wird genutzt)	Zn, Cd, Pb	
WS Weser-Logistik	Eine gefasste Quelle (LKW-Entladung in der Halle, diffuse Quellen durch Fahrstraßen, Baustofflagerplätze und Schiffsumschlaganlagen)	Pb, Cd	WS Weser-Logistik stellt Hallenkapazitäten sowie Be- und Entlade- sowie Umlagerungsdienstleistungen den Hüttenbetrieben und Kronos Titan (Grünsalz) zur Verfügung.
Rhenus Midgard Stadthafen	Diffuse Quellen (Lagerflächen und Schiffsumschlag)	diverse Metalle z.B. As, Cd	
Rhenus Midgard Blexen	Diffuse Quellen (Schiffsumschlag, Tore, Fahrstraßen), eine gefasste Quelle (Getreideverladung LKW)	Pb, Cd, Zn	
Xstrata Deponie Galing II	Diffuse Quelle (Ablagerungsfläche)	Pb, Cd, Zn	

3.4 Messstellenübersicht

Abbildung 1: Lage der Beurteilungspunkte im Beurteilungsgebiet Nordenham
(Kartenausschnitt im Maßstab ca. 1:50.000)



Quelle: Auszug aus den Geobasisdaten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, © 2013 Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN)

● = Beurteilungspunkte



Tabelle 2: Geografische Koordinaten (WGS 84) der Beurteilungspunkte und Entfernungangaben zum ehemaligen Schachtofengebäude bzw. zur nächstgelegenen Wohnbebauung

Messstellenbezeichnung	Breitengrad Nord	Längengrad Ost	Entfernung zum Betriebsgelände ¹⁾	Abstand zu Wohnbebauung ²⁾
NM1.3	53°32'04,4"	8°29'21,0"	3700	1320
NM2.6	53°31'39,3"	8°31'46,3"	3215	Wohngebiet
NM2.7	53°31'41,9"	8°32'51,1"	3950	420
NM3.2	53°31'07,0"	8°28'15,1"	2865	100
NM3.3	53°31'09,5"	8°29'23,2"	2100	500
NM3.4	53°30'58,8"	8°30'07,7"	1530	650
NM3.5	53°30'58,5"	8°30'48,3"	1610	160
NM3.6	53°31'06,3"	8°31'57,5"	2530	550
NM4.3	53°30'34,3"	8°29'10,9"	1440	Wohngebiet
NM4.31	53°30'37,1"	8°29'27,8"	1250	Wohngebiet
NM4.32 ³⁾	53°30'42,9"	8°29'45,4"	1300	Wohngebiet
NM4.4	53°30'33,2"	8°29'59,9"	800	Firmengelände
NM4.5	53°30'37,8"	8°31'05,1"	1230	Firmengelände
NM5.2	53°30'01,1"	8°28'06,0"	2450	1200
NM5.3	53°30'04,3"	8°29'08,7"	1280	Wohngebiet
NM5.4	53°29'58,1"	8°30'09,1"	385	Firmengelände
NM5.6 ³⁾	53°29'48,0"	8°31'54,5"	Rechtsseitig der Weser	Brachland
NM6.5 ³⁾	53°29'33,1"	8°31'02,8"		Brachland
NM8.3	53°30'48,0"	8°29'05,8"	1770	230
NM8.31	53°30'55,4"	8°29'40,2"	1570	280
NM8.4	53°30'50,3"	8°30'09,2"	1270	170
NM10.3	53°30'17,7"	8°29'04,4"	1370	Wohngebiet
NM10.31	53°30'18,6"	8°29'33,4"	860	Wohngebiet
MID8 ⁴⁾	53°31'23,1"	8°32'14,2"	3090	Wohngebiet

¹⁾ Entfernungangaben in Metern bezogen auf das ehemalige Schachtofengebäude der Bleihütte

²⁾ Entfernungangaben der Beurteilungspunkte in Metern zu den nächst gelegenen Wohnsiedlungen

³⁾ Neue eingerichtete Messstellen 2012 (4.32 ab 04/2012)

⁴⁾ Neue eingerichtete Messstelle ab 2011



4 Messplanung

4.1 Messkomponenten

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

4.2 Geräteinsatz

Die Staubbiederschlagsuntersuchungen wurden gemäß der Bergerhoff-Methode entsprechend der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [5] durchgeführt. Es kamen insgesamt 33 Probenahmegeräte mit Auffanggefäßen zum Einsatz. Die WMG betreut und analysiert monatlich 23 Niederschlagsproben (dabei 2 Doppelbestimmungen), während die übrigen 5 Vergleichsmessungen (dabei 3 Doppelbestimmungen) durch die ZUS LLG parallel, d.h. orts- und zeitgleich, im Rahmen der Qualitätssicherung durchgeführt werden.

Für die PM₁₀-Feinstaubbestimmungen wurde ein Staubmessgerät des Typs DIGITEL DHA 80 im Feldgehäuse mit einem Vorabscheider zur fraktionierenden Probenahme eingesetzt. Das Gerät wurde gemäß der VDI-Richtlinie 2463 Blatt 11 [6] betrieben, wobei durch einen automatischen Filterwechsler ein autarker Betriebsablauf bis zu 14 Tagen möglich war. Die von der ZUS LLG bereit gestellten Filter wurden im täglichen Wechsel mit Filtern der WMG beprobt, so dass für die Beurteilung der Jahresmittelwerte je etwa 50 % der Messwerte von der WMG und der ZUS LLG zur Verfügung standen.

4.3 Probenahmezyklen

Der Probenahmezeitraum bei der Einzelmessung zur Bestimmung des Staubbiederschlags betrug etwa einen Monat (30 +/- 2 Tage). Die im Monatsrhythmus erzeugten Einzelprobenergebnisse wurden jeweils zu einem Jahresmittelwert zusammengefasst.

Der Messzeitraum für die Einzelprobe bei der Bestimmung der PM₁₀-Feinstaubkonzentration betrug 24 Stunden (Tagesmittelwert), jeweils beginnend um 0:00 Uhr. Gemäß dem Datenqualitätsziel sollten bei ortsfesten Messungen Tagesproben in einer Mindestanzahl von > 90 % im Kalenderjahr erreicht werden.

5 Messzeitraum

Der Messzeitraum zur Bewertung der Staubbiederschlagsimmissionen und der PM₁₀-Feinstaubkonzentration sowie der Staubinhaltsstoffe umfasst in diesem Bericht einheitlich das Kalenderjahr 2012.



6 Beurteilungsgrundlagen

In Tabelle 3 und in Tabelle 4 sind Immissionswerte für den Staubbiederschlag bzw. für die Schadstoffdepositionen [1] aufgeführt. Die Grenz- und Zielwerte für die Konzentrationen an PM_{10} -Feinstaub und dessen Inhaltsstoffe [2] sind in der Tabelle 5 und in Tabelle 6 enthalten. Die Differenzierung bei der Grenz-/Zielwertsetzung ist aufgrund der unterschiedlichen Schutzziele, die damit verfolgt werden, erforderlich.

Die in der Umgebungsluft enthaltenen und von ihr transportierten Staub- und Aerosolpartikel unterscheiden sich nicht nur in Bezug auf ihre Bestandteile, sondern vor allem auch bezüglich ihrer Größe. Für die menschliche Gesundheit sind vor allem die kleineren Partikel relevant, die eingeatmet werden und bis in die Bronchien und Alveolen der Lunge gelangen können. Diese Partikel werden durch den sogenannten PM_{10} -Feinstaub charakterisiert (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser im Bereich um $10\ \mu m$ und kleiner^{*}). Die größeren Partikel werden bereits im oberen Atemtrakt abgeschieden oder sind aufgrund ihrer Größe erst gar nicht einatembare. Für die Beurteilung des PM_{10} -Feinstaubes und der darin enthaltenen Schadstoffe existieren Grenz- und Zielwerte, die als Konzentrationswerte angegeben sind (Masse Schadstoff pro Kubikmeter Luft). Für die Probenahme und Analyse der PM_{10} -Feinstaub- und Schadstoffkonzentrationen kommen genormte Verfahren [5,7] zur Anwendung. Partikel der PM_{10} -Feinstaubfraktion können von der Umgebungsluft über weite Strecken transportiert werden.

Neben diesen kleineren Partikeln enthält die Umgebungsluft auch gröbere Staubanteile. Diese sedimentieren aufgrund ihrer Masse schneller als die kleineren Partikel und werden daher im Allgemeinen relativ nah zur Emissionsquelle abgelagert. Diese sedimentierenden Stäube können zusammen mit Niederschlägen (Regen, Schnee) in nach oben offenen Gefäßen aufgefangen werden. Ihre Menge (als Trockenrückstand) ist ein Maßstab für den Eintrag von Stoffen aus der Atmosphäre. Diese Einträge werden als Staubbiederschlag bzw. Schadstoffdeposition bezeichnet. Die Probenahme und Analyse sind wiederum durch entsprechend genormte Verfahren [4,7,8,9] festgelegt. Gasförmige Stoffe und die nicht sedimentierenden Partikel werden dabei nicht erfasst, soweit sie nicht mit dem Niederschlag aus der Luft ausgewaschen werden. Für die Beurteilung des Stoffeintrages existieren Immissionswerte, die als Masse des Stoffeintrages pro Tag und pro Quadratmeter im Mittel über ein Jahr definiert sind. Diese Immissionswerte dienen dem vorsorgenden Schutz vor „erheblichen Belästigungen und erheblichen Nachteilen durch Staubbiederschlag“ bzw. den „Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch die Deposition luftverunreinigender Stoffe, einschließlich dem Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen“ [1].

Im Hinblick auf die unterschiedlichen Schutzziele „menschliche Gesundheit“ bzw. „Schutz vor erheblichen Nachteilen/... Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen“ existieren diese zwei voneinander unabhängigen Beurteilungsmaßstäbe. Eine Einhaltung bzw. Überschreitung des einen bedingt nicht die Einhaltung oder Überschreitung des anderen Immissions-, Ziel- oder

^{*}„ PM_{10} “ sind Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 Prozent aufweist [2].



Grenzwertes. Dies hängt zum Einen damit zusammen, dass die jeweiligen Anteile der kleineren und der größeren Partikel in der Luft sehr variabel sind, und z.B. abhängig sind von der Art der Emissionsquelle und der Entfernung zum Immissionsort, den meteorologischen Bedingungen (z.B. Windrichtung, -geschwindigkeit, Turbulenz), und liegt zum Anderen auch daran, dass mit der Probenahme von PM₁₀-Feinstaub nur ein Teil des in der Luft befindlichen gesamten Staubes erfasst wird (wie oben beschrieben, der für die menschliche Gesundheit relevante Anteil).

Tabelle 3: Immissionswert für Staubbiederschlag gemäß TA Luft Nr. 4.3.1 [1]

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

Tabelle 4: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen gemäß TA Luft Nr. 4.5.1 [1] ¹⁾

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

¹⁾ Für Zink-Depositionen existiert in der TA Luft kein Immissionswert

Tabelle 5: Grenzwerte für Partikel (PM₁₀) und Blei gemäß TA Luft und 39. BImSchV [1, 2]

Stoffgruppe	Grenzwert	Mittelungszeitraum	Einzuhalten ab
PM ₁₀ (Partikel)	50 µg/m ³ dürfen nicht öfter als 35 mal 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

Tabelle 6: Zielwerte für Staubinhaltsstoffe des PM₁₀-Feinstaubes gem. 39. BImSchV [2]

Schadstoff	Zielwert	Mittelungszeitraum	Einzuhalten 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



7 Durchführung der Messungen - Analysen

7.1 Staubbiederschlagsmessungen

Die Staubbiederschlagsmessungen sind gemäß der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [4] „Bestimmung des Staubbiederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas oder Kunststoff – Bergerhoff-Methode“ durchgeführt worden. Zur Probenahme wurden die Auffanggefäße in speziellen Halterungen für etwa einen Monat im freien Gelände exponiert und beim Transport von und zur Messstelle jeweils mit Deckeln luftdicht verschlossen.

Das in 1,8 l Auffanggefäßen (Kunststoff) gesammelte Probengut, die gesamte trockene und feuchte Phase, wird quantitativ in Abdampfschalen überführt und bis zur Trockne eingedampft. Die Abdampfschalen werden jeweils leer und mit dem trockenen Probenrückstand gewogen. Die Differenz aus beiden Wägungen ergibt die Staubbiederschlagsmasse, die bezogen auf die Fläche eines Quadratmeters und auf die Zeiteinheit eines Tages in $g/(m^2d)$ angegeben wird. Bezugsgrößen sind der wirksame Querschnitt des Auffanggefäßes und die Anzahl der Probenahmetage.

7.2 Blei-, Cadmium- und Zink-Depositionen

Der Trockenrückstand wurde in Abdampfschalen einem offenen oxidierenden Säureaufschluss unterzogen. Die Untersuchungen der Staubinhaltsstoffe wurden bei der WMG entsprechend der VDI-Richtlinie 2267, Blätter 14 (ICP-OES) [8] und 16 (AAS) [9] durchgeführt und ausgewertet. Im Labor der ZUS LLG wurden die analytischen Untersuchungen nach dem o.g. Säureaufschluss entsprechend des Blattes 15 (ICP-MS) [10] derselben Richtlinie durchgeführt.

7.3 PM_{10} -Filterprobenahme

Die Probenahmen zur Bestimmung des PM_{10} -Feinstaubes erfolgten mit einem High-Volume-Sampler (HVS) auf Filtern. Bei den Messungen in Nordenham wurde im Jahr 2012 der PM_{10} -Feinstaub tageweise abwechselnd, in etwa gleicher Anzahl, auf Cellulose-Nitrat-Filtern (WMG) und auf durch die ZUS LLG bereit gestellten Quarzfaser-Filtern gesammelt.

Mit Hilfe einer Saugturbine wird die Umgebungsluft über einen fraktionierenden Probenahme-kopf angesaugt. Als PM_{10} -Feinstaub bezeichnet man die Partikel, die einen gröÙenselektierenden Probeneinlass gemäß der Referenzmethode (EN12341 [10]) passieren, welcher für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 μm eine Abscheideleistung von etwa 50 % aufweist. Der PM_{10} -Feinstaubanteil, der die Vorabscheidung passieren konnte, wird auf Rundfiltern (\varnothing 150 mm) abgeschieden. Die partikelfreie Luft durchströmt anschließend ein Rotameter welches den Volumenstrom kontinuierlich mittels einer Lichtschranke regelt. Die Justierung der Lichtschrankengabel erfolgt entsprechend der Volumenstrom-Kalibrierung, so dass ein Volumenstrom von 500 l/min bezogen auf den Probeneinlass erreicht wird. Berechnet werden die Probenahmeholumina für jede Filterprobe aus dem Volumenstrom und der Probenahmezeit. Neben der Auflistung der Probenahmeholumina auf einem Druckprotokoll werden die Mittelwer-



te des Luftdrucks, der Temperatur innerhalb und außerhalb des Messgerätes sowie die Druckdifferenz durch das eingesetzte Filtermaterial und die Staubbelegung dokumentiert.

Der Probenvolumenstrom (500 l/min) wird im Hinblick auf die angestrebte Abscheidecharakteristik mit Hilfe eines Balgengaszählers kalibriert. Das bei der Berechnung der Ergebnisse verwendete Probenahmevolumen bezieht sich auf die während der Probenahme herrschenden Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftdruck).

7.4 Gravimetrie

Im Abstand von zwei Wochen wurden die belegten Probenfilter aus den Geräten entnommen, staubdicht verpackt und nach spätestens einem Monat in die beteiligten Labore transportiert. Nachdem die Filterproben gesichtet und wie schon vor der Einwaage über mindestens 48 Stunden im Wägelabor konditioniert wurden, erfolgte die Rückwaage auf einer Halbmikrowaage (Auflösung 10 µg). Die Staubmasse der Filterproben wird durch Differenzbildung der Filtergewichte vor und nach den Probenahmen entsprechend der EN 12341 [11] bestimmt. Aus der Division der absoluten Staubmassen durch die zeitlich zugehörigen Luftvolumen ergeben sich die PM₁₀-Feinstaubkonzentrationen in µg/m³.

7.5 Staubinhaltsstoffanalysen der Filterproben

Für weitergehende Untersuchungen auf Staubinhaltsstoffe wurden die bestaubten Filterproben bei der WMG einem offenen oxidierenden Aufschluss unterzogen. Dazu wurden die Filter komplett in ein Aufschlussgefäß mit Rückflusskühler gegeben und mit einem Gemisch aus Salzsäure (7,5 ml), Salpetersäure (2,5 ml) und Weinsäure (3 ml) versetzt. Die Aufschlusszeit betrug zwei Stunden, wobei die Temperatur bei konstant 125 °C gehalten wurde. Die anschließende Analyse der Aufschlusslösungen erfolgte mit Hilfe der Optischen Emissionsspektrometrie (ICP-OES) entsprechend der VDI-Richtlinie 2267 Blatt 14 [7].

Die Kalibrierung erfolgte vor jeder Messreihe mit entsprechenden Standards. Daneben wurden weitere Standardlösungen zur Kontrolle in den Messreihen mit gemessen.

Im Labor der ZUS LLG wurden aus den bestaubten Quarzfiltern kreisförmige Ausschnitte ausgestanzt (Ø 39 mm) und mit einem Gemisch aus Salpetersäure und Wasserstoffperoxid in einem Mikrowellen-Hochdrucksystem aufgeschlossen. Die Analyse der Aufschlusslösungen erfolgte mit Hilfe der Massenspektrometrie (ICP-MS) entsprechend der DIN EN 14902 [6].

Die Gleichwertigkeit der Aufschlussmethoden wurde anhand von Vergleichsanalysen zwischen beiden Laboratorien nachgewiesen.

8 Qualitätssicherung

In Bezug auf die Datenqualitätsziele der 39. BImSchV [2] wurde 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.

8.1 Datenverfügbarkeit

Zur Qualitätssicherung der Staubniederschlagsuntersuchungen wurden an fünf Beurteilungspunkten zeitgleiche Vergleichsmessungen durchgeführt. Je eine Probe dieser Vergleichsmessungen wurde in den beteiligten Laboratorien analysiert. Die Ergebnisse der ZUS LLG wurden zur Plausibilitätskontrolle der Messdaten verwendet. Da in der Regel eine gute Übereinstimmung der Messergebnisse bei den Vergleichsmessungen beobachtet wurde, würden beim Ausfall von Proben bei der WMG, Datenlücken an den Vergleichsmessstellen durch Ergebnisse der ZUS LLG ersetzt. Die Datenverfügbarkeit bei den Staubniederschlagsuntersuchungen lag im Jahr 2012 bei 94 %.

Die von der WMG und der ZUS LLG bereitgestellten Ergebnisse der PM_{10} -Feinstaubkonzentration sowie der Staubinhaltsstoffuntersuchungen wurden für den Jahresbericht zusammengefasst, so dass für die Jahresmittelwertbildung eine Datenverfügbarkeit von ebenfalls 94 % erreicht wurde.

8.2 Messunsicherheit

Für die Berechnung der Messunsicherheiten bei Niederschlagsproben wurden Doppelbestimmungen mehrerer Jahre (2007 bis 2012) 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 - [12] berechnet.

Beim Staubniederschlag beträgt die erweiterte Messunsicherheit für den einzelnen Monatswert ca. 30 %, bezogen auf einen Gesamtmittelwert der Jahre 2007 bis 2012 von $0,08 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ am Beurteilungspunkt NM4.4. Bei den Schadstoffdepositionen beläuft sich im vergleichbaren Beurteilungszeitraum die erweiterte Messunsicherheit der Einzelwerte jeweils auf ebenfalls ca. 30 % bezogen auf die Mittelwerte: Blei: $412 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, Cadmium: $8,3 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, Zink: $2270 \text{ }\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$.

Der von der WMG verwendete Staubsammler vom Typ DIGITEL DHA 80 (HVS) kann in Verbindung mit der gravimetrischen Filterauswertung als gleichwertig mit dem Referenzmessverfahren (im Sinne der unmittelbaren Rückführung auf ein Massenormal) betrachtet werden. In einem Ringversuch der Bundesländer [13] im Jahre 2003 wurde die Vergleichbarkeit der HVS sowohl untereinander, als auch zur Kleinflitermethode (LVS) als Referenzmessverfahren bestätigt.

Aufgrund der gleichen Messmethode und den Informationen aus dem o.g. Ringversuch kann davon ausgegangen werden, dass die von der WMG durchgeführten PM_{10} -Messungen in Bezug auf das Referenzmessverfahren eine erweiterte Messunsicherheit von etwa 15 % erreichen.



Die erweiterte Messunsicherheit zur Bewertung der PM₁₀-Staubinhaltsstoffe wurde aus den analytischen Daten von Doppelbestimmungen, der Wiederfindungsraten des zertifizierten Referenzmaterials (SRM 1648) und der Standardunsicherheit der Elementkonzentrationen in den Kalibrierstandardlösungen kombiniert. Hierbei ergaben sich je nach Element erweiterte Messunsicherheiten bis zu 18 %.

9 Ergebnisse

In der folgenden Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Staubbiederschlagsuntersuchungen an den Beurteilungspunkten aufgelistet. Jahresmittelwerte, die eine Überschreitung des jeweiligen Immissionswertes der TA Luft zeigen bzw. nominell oberhalb des Immissionswertes liegen (vergleiche Tabelle 3 und Tabelle 4), wurden rot markiert. Werte unterhalb der Immissionswerte sind dagegen grün gekennzeichnet. Da für die Zink-Depositionen in der TA Luft kein Immissionswert existiert, entfällt daher eine entsprechende farbliche Kennzeichnung.

Im Anhang sind in den Tabellen A1 bis A4 die Ergebnisse des Staubbiederschlags sowie der Staubinhaltsstoffe aus den Vorjahren 2007 bis 2011 zum Vergleich mit Ergebnisse des Berichtsjahres 2012 aufgeführt („Fünfjahresmittelwert“).

Die Tabelle 8 enthält die Jahresmittelwerte der PM₁₀-Feinstaubkonzentration sowie der Inhaltsstoffe für das Kalenderjahr 2012.

Im Folgenden werden die Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der in den gesetzlichen Verordnungen [1,2] beschriebenen Schutzziele bewertet. Hierbei sind die Ergebnisse der kleinräumig erzeugten Messdaten im Nahbereich der Hütte von vorrangiger Bedeutung, da diese zur lokalen Beschreibung der Immissionen, insbesondere im Bereich der an die Hütte angrenzenden Wohnsiedlungen und zur Berechnung der entfernungsabhängigen Belastungen herangezogen werden.

9.1 Staubbiederschlag

Die Staubbiederschlagsbelastung im Umfeld der Hütte in Nordenham hat sich im Jahr 2012 gegenüber dem Vorjahr leicht verringert. Im Durchschnitt lag die Staubbiederschlagsbelastung im gesamten Beurteilungsgebiet mit 0,07 g/(m²d) bei 20 % des Immissionswertes der TA Luft. In Bezug auf die Entwicklung der Immissionssituation, werden bei der Staubbiederschlagsbelastung innerhalb der letzten drei Jahre, wie schon 2006 und 2008, vergleichbare Messwerte registriert (siehe Anhang, Tabelle A1). Der vorübergehende Anstieg bei der Staubbiederschlagsbelastung im Jahr 2007 wird auf die ergiebigen Regenniederschläge (872 mm/Jahr entsprechend 112 % gegenüber den durchschnittlichen jährlichen Regenmengen – Quelle DWD) zurückgeführt. Der Immissionswert der TA Luft (0,35 g/(m²d) wird an allen Beurteilungspunkten deutlich unterschritten (siehe grün unterlegte Werte in der Tabelle 7).



9.2 Blei-Deposition

Der Immissionswert der TA Luft für die Blei-Deposition ($100 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$) wurde im Berichtsjahr 2012 an sieben von dreiundzwanzig Beurteilungspunkten überschritten (siehe rot unterlegte Zahlen in Tabelle 7). Es handelt sich im Wesentlichen um die hüttennahen Beurteilungspunkte. An drei Beurteilungspunkten in der näheren Nachbarschaft zur Hütte (NM4.4, NM4.5, NM10.31) wurde der Immissionswert der TA Luft um das Zwei- bis Dreifache überschritten. In den nördlichen und westlichen Randbereichen des Beurteilungsgebietes (NM1.3, NM2.6, NM2.7, NM3.2, NM3.3, NM5.2) lagen die Blei-Depositionen dagegen mit Messwerten zwischen $18 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ und $51 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ deutlich unterhalb des Immissionswertes.

Am hüttennahen Beurteilungspunkt NM5.4 wurde der Immissionswert 2012 nach einer knappen Unterschreitung im Vorjahr, wieder leicht überschritten. Aufgrund der anhaltenden Überschreitungen des Immissionswertes in den zurückliegenden Jahren bis 2010, kann für den Beurteilungspunkt NM5.4 weiterhin noch keine nachhaltige Unterschreitung des Immissionswertes angenommen werden.

Insgesamt sind die durchschnittlichen Blei-Depositionen im Beurteilungsgebiet gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen. Im Vergleich der Mittelwerte aller Beurteilungspunkte werden dabei insgesamt um etwa 20 % geringere Belastungen an Blei-Depositionen gemessen. In Bezug auf einen „Fünfjahresmittelwert“ (2007 – 2011 siehe Anhang, Tabelle A2) wurde im Jahr 2012 eine um rund 33 % geringere durchschnittliche Bleibelastung im Beurteilungsgebiet ermittelt.

9.3 Cadmium-Deposition

Der Immissionswert der TA Luft für die Cadmium-Deposition ($2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$) wurde im Berichtsjahr 2012 nur an den Beurteilungspunkten NM3.6, NM4.4 und NM4.5 überschritten (siehe rot unterlegte Zahlen in Tabelle 7). Auf das gesamte Beurteilungsgebiet bezogen, gab es zum Vorjahr mit rund 9 % einen leichten Rückgang in Bezug auf die durchschnittlichen Cadmium-Depositionen. Im Vergleich mit einem „Fünfjahresmittelwert“ (siehe Anhang, Tabelle A3) ergibt sich mit 36 % ein größtmäßig vergleichbarer Rückgang wie im Vorjahr. In den letzten beiden Jahren wurden somit jeweils mehr als 30 % geringere Cadmium-Depositionen gemessen, nachdem zwischen 2007 und 2010 nur marginale Veränderungen bei den durchschnittlichen Cadmium-Depositionen der einzelnen Jahre festgestellt worden waren.



Tabelle 7: Jahresmittelwerte des Staubsiederschlags und der Depositionen
Bezug: Monatsmittelwerte Januar bis Dezember 2012

lfd. Nr.	Beurteilungspunkt	Staub g/(m ² d)	Blei ----- -----	Zink µg/(m ² d)	Cadmium ----- -----	Proben- zahl/Jahr
1	1.3	0,05	18	62	0,4	12
2	2.6	0,12	51	203	0,8	11
3	2.7	0,15	41	101	0,6	11
4	3.2	0,04	22	40	0,3	11
5	3.3	0,08	32	103	0,5	12
6	3.4	0,06	71	330	1,5	9
7	3.5	0,05	116	387	1,7	12
8	3.6	0,09	80	409	2,5	12
9	4.3	0,06	83	170	0,8	12
10	4.4	0,06	337	2034	4,8	12
11	4.5	0,12	268	887	3,2	12
12	5.2	0,11	28	95	0,3	11
13	5.3	0,05	105	111	0,6	12
14	5.4	0,05	105	168	1,2	11
15	5.6	0,08	42	69	0,5	12
16	6.5	0,08	36	60	0,4	8
17	MID8	0,07	52	249	1,3	12
hüttannah, kleinräumige Beurteilung						
18	4.31	0,05	96	160	1,0	12
19	4.32	0,04	139	403	1,2	9
20	8.3	0,06	54	83	0,6	12
21	8.31	0,06	51	180	0,9	12
22	8.4	0,06	77	443	2,0	10
23	10.3	0,05	87	147	0,9	11
24	10.31	0,05	239	260	1,6	12
Immissionswerte ¹⁾		0,35	100	---	2	---

¹⁾ Immissionswerte gem. TA Luft - Punkte 4.3.1 und 4.5.1



9.4 Zink-Deposition

Für die Beurteilung der Belastung durch Zink-Depositionen existiert kein Immissionswert in der TA Luft. Hilfsweise wird die nach BBodSchV [13] zulässige jährliche Fracht (1200 g/(ha·a) entsprechend 329 µg/(m²d)) als Bewertungsgrundlage herangezogen. Wie aus der zusammenfassenden Tabelle A4 im Anhang erkennbar wird, treten bei den Zink-Depositionen vor allem an den hüttennahen Messpunkten Überschreitungen der zuvor genannten Fracht auf. Ein Vergleich mit den Blei- und Cadmium-Depositionen zeigt, dass auch beim Zink ein deutlicher Rückgang, bei der durchschnittlichen Belastung im Beurteilungsgebiet, im Zeitraum der letzten beiden Jahre erfolgte.

9.5 Verteilung und Entwicklung der Depositionsbelastung

Das Ausbreitungsverhalten der Depositionen lässt sich mit Hilfe einer Potenzfunktion modellhaft beschreiben. Für die Berechnung wurden ausschließlich Ergebnisse der linksseitig der Weser liegenden Beurteilungspunkte verwendet. Da die folgenden Ausführungen zu den entfernungsabhängigen Depositionsbelastungen weder die Windrichtungshäufigkeit noch die Windgeschwindigkeit im Beurteilungszeitraum berücksichtigen, sind Entfernungsangaben nur im Hinblick auf die mittleren meteorologischen Gegebenheiten der Region zu sehen. Aus diesem Grund sind die folgenden Entfernungsangaben in der Abbildung 2 und in Abbildung 3 auch in Bezug auf Überschreitungsgrenzen von Immissionswerten nicht als absolut zu verstehen, sondern lediglich orientierend und im Vergleich mit den Vorjahreswerten zu betrachten.

Abbildung 2: Entfernungsabhängigkeit der Blei-Deposition

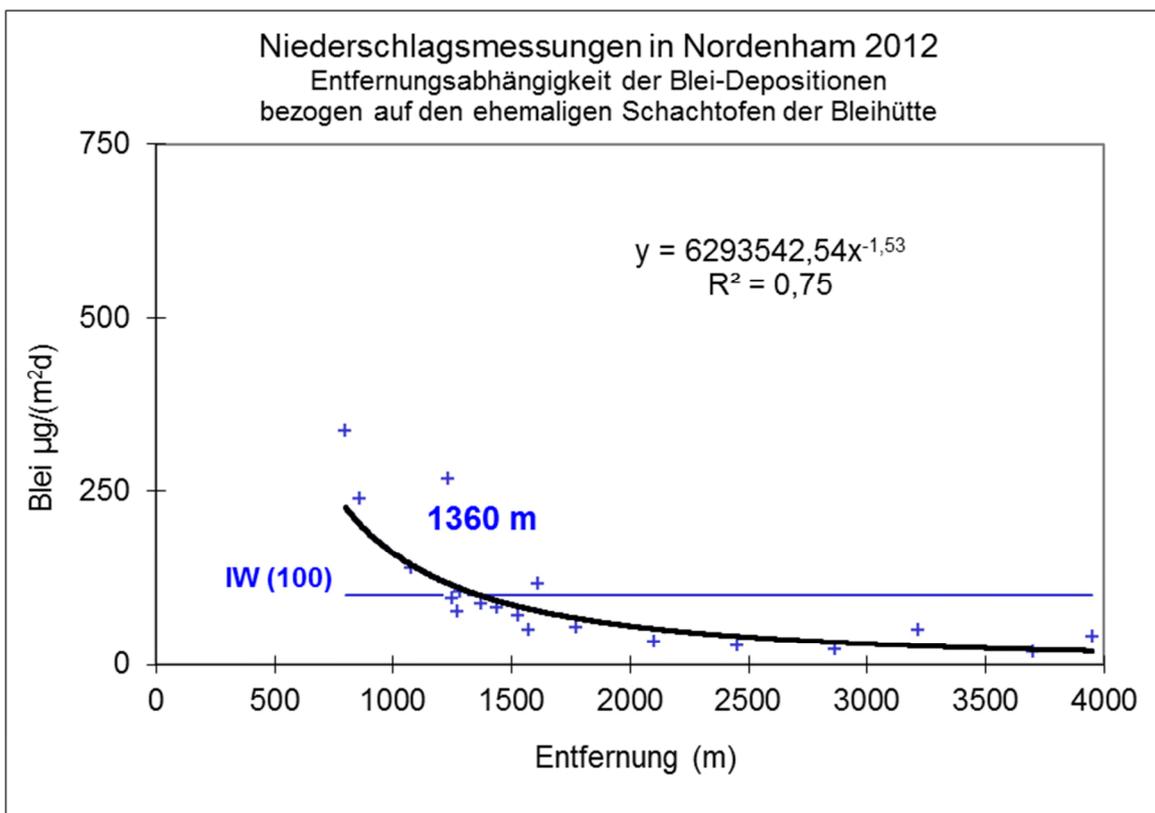
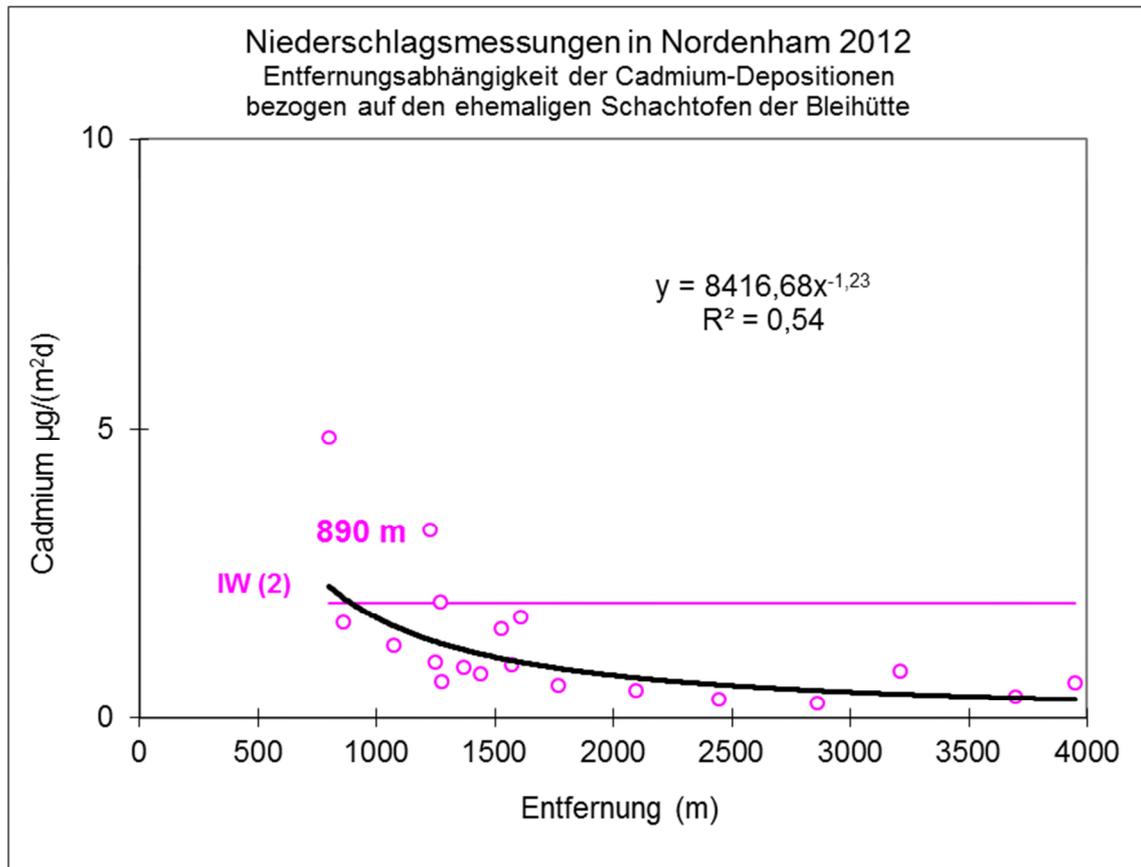


Abbildung 3: Entfernungsabhängigkeit der Cadmium-Deposition



Aus den berechneten Potenzfunktionen lässt sich abschätzen, dass im Durchschnitt die Blei-Depositionen bis zu einer Entfernung von ca. 1,4 km zur Hütte (bezogen auf das ehemalige Schachtofengebäude) und die Cadmium-Depositionen bis zu einer Entfernung von etwa 0,9 km größer bzw. gleich der jeweiligen Immissionswerte der TA Luft sind. Der bei der durchschnittlichen Depositionsbelastung festgestellte Rückgang im Jahr 2012 hat somit auch Auswirkungen auf die Ausbreitung der Immissionen. So verringern sich gegenüber dem Vorjahr die Abstände von der Hütte, bis zu der Entfernung ab der die Immissionswerte unterschritten werden, um jeweils rund 200 Meter.

Die Bereiche der Beurteilungspunkte NM3.6 und MID8, welche durch ortsnahe Einflüsse zusätzlich belastet werden können (Schiffsentladungen, LKW-Transporte), wurden bei den entfernungsabhängigen Berechnungen nicht berücksichtigt. Ferner wurden auch die wiederaufgenommenen Beurteilungspunkte NM5.6 und NM6.5, die rechtsseitig der Weser auf unbewohnten, sogenannten Ausgleichsflächen stehen (Luneplate), in die Berechnungen nicht einbezogen.

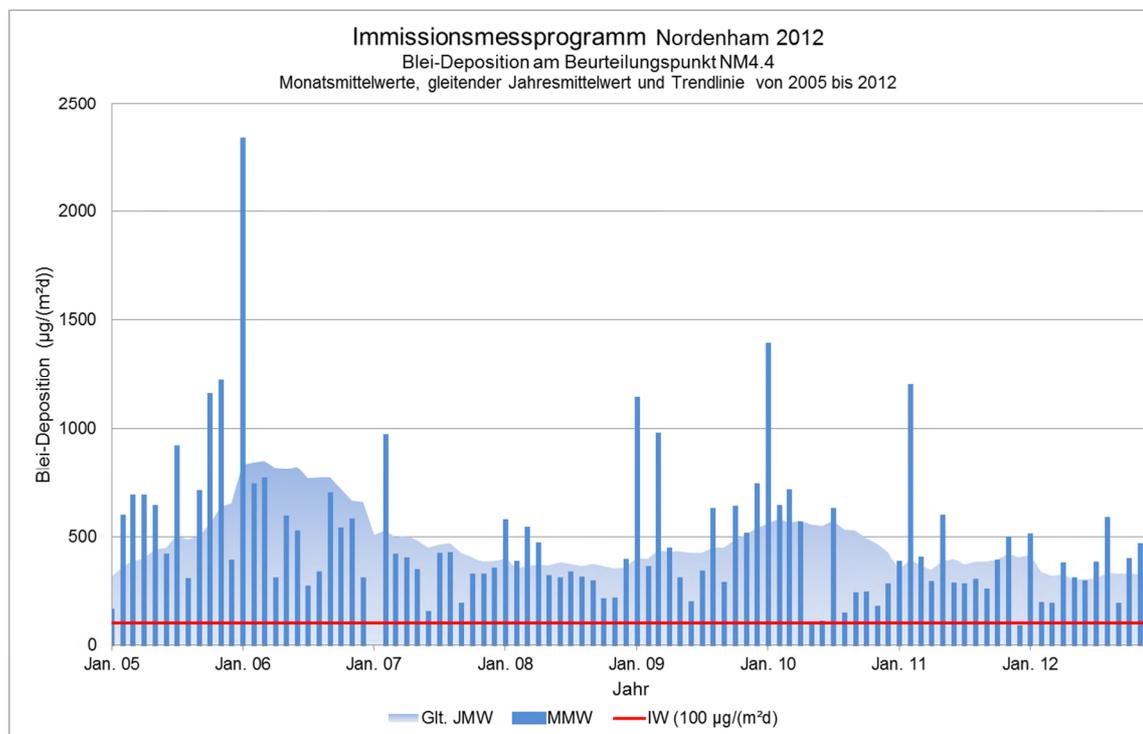
Die Ergebnisse vom Beurteilungspunkt NM4.4 dürften aufgrund der geringen Entfernung zum Betriebsgelände am ehesten über die Entwicklung der Emissionssituation Aufschluss geben. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass Maßnahmen technischer Verbesserungen zur Emis-



onsminderung aber auch die betrieblichen Auslastungen an den Messergebnissen deutlich sichtbar wurden. Die Messstelle auf einem eingefriedeten, begrünten Gelände, wird nur geringfügig durch menschliche Aktivitäten oder durch Resuspension von Bodenpartikeln beeinträchtigt.

In der folgenden Abbildung 4 und in der Abbildung 5 wird anhand der gleitenden Jahresmittelwerte (Glt. JMW) die Entwicklung der Blei- und Cadmium-Depositionen über einen Zeitraum von 8 Jahren veranschaulicht. Daneben sind die Messwerte der einzelnen Monate (MMW) als Balkengrafik dargestellt.

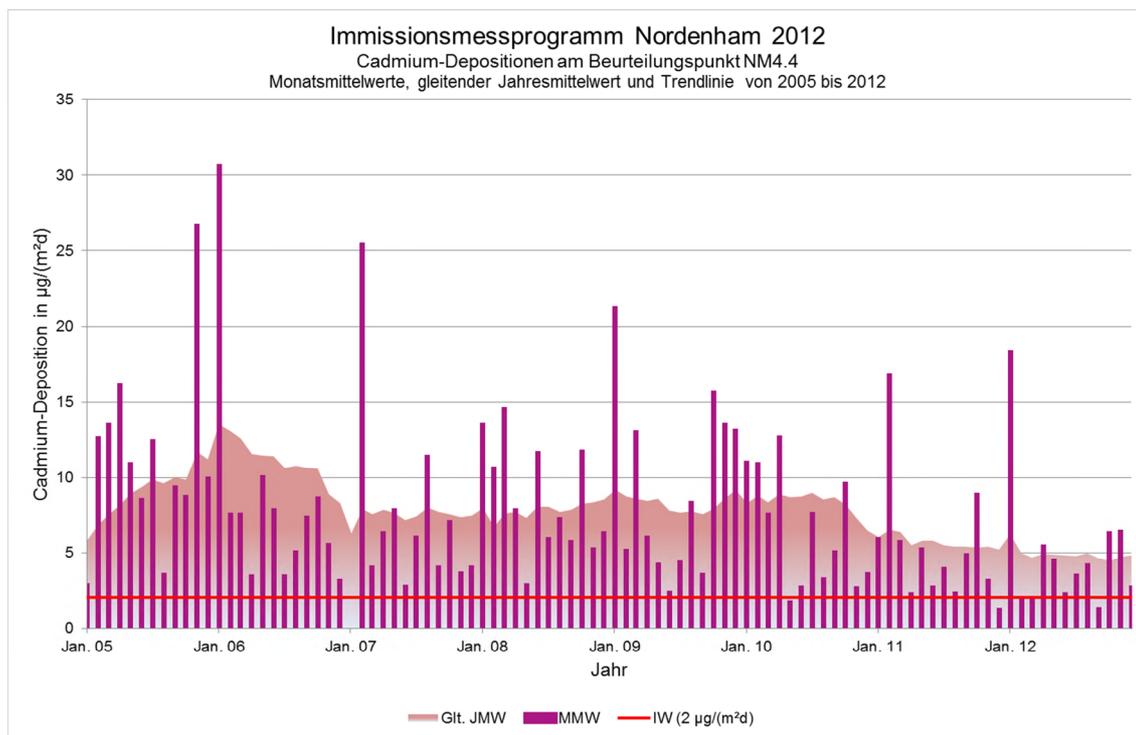
Abbildung 4: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition



An den Monatsmittelwerten lässt sich die hohe Variabilität der Depositionen erkennen, während sich anhand des Verlaufs der gleitenden Jahresmittelwerte, am hüttennahen Beurteilungspunktes NM4.4, die mittlere Belastungshöhe hinsichtlich der Lage zum Immissionswert ablesen lässt.

Der gleitende Jahresmittelwert der Blei-Depositionen am Beurteilungspunkt NM4.4 nimmt bis zum Februar des Jahres 2012 ab und verbleibt danach auf einem gleichförmigen Niveau, etwa 17 % unterhalb der durchschnittlichen Belastung des Vorjahres. Ausgehend von 2010 kann in den letzten beiden Jahren ein rückläufiger Trend beobachtet werden. Der gleitende Jahresmittelwert liegt zum Jahresende noch über dem Dreifachen des Immissionswertes der TA Luft.

Abbildung 5: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition



Vergleichbar mit den Blei-Depositionen wird auch bei den Cadmium-Depositionen seit 2010 ein abnehmender Trend bei den Immissionsbelastungen am Beurteilungspunkt NM4.4 festgestellt. Es setzen sich die seit dem zweiten Halbjahr 2010 beobachteten Wechsel zwischen hohen und niedrigen Monatsmittelwerten fort. Der gleitende Jahresmittelwert liegt zum Jahresende noch über dem Zweifachen des Immissionswertes der TA Luft.

9.6 PM₁₀-Feinstaub und Staubinhaltsstoffe

Der Jahresmittelwert der PM₁₀-Konzentration lag mit $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb von 50 % des Immissionsgrenzwertes in Bezug auf das Kalenderjahr (siehe Tabelle 8). Das Datenqualitätsziel von mindestens 90 % Datenverfügbarkeit wurde mit 342 Tagesproben, entsprechend 94 %, erreicht. Von beiden Laboren wurde dazu annähernd die gleiche Anzahl an Filterproben analysiert (WMG = 169, ZUS LLG = 173).

Tabelle 8: Jahresmittelwerte 2012 der PM₁₀-Konzentration sowie der Inhaltsstoffe

PM ₁₀	17	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Blei	0,04	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Arsen	0,8	ng/m^3
Cadmium	0,7	ng/m^3
Nickel	1,8	ng/m^3



Die Grenzwerte für den Jahresmittelwert der PM_{10} -Feinstaubkonzentration ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und für den Staubinhaltsstoff Blei ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) werden sicher eingehalten. Die Anzahl der Überschreitungen, mit Tagesmittelwerten der PM_{10} -Feinstaubkonzentrationen oberhalb von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bleibt mit 5 deutlich unter dem zulässigen Grenzwert von 35 Tagen [1, 2].

Die Zielwerte der Staubinhaltsstoffe Arsen ($6 \text{ng}/\text{m}^3$), Cadmium ($5 \text{ng}/\text{m}^3$) und Nickel ($20 \text{ng}/\text{m}^3$) wurden ebenfalls deutlich unterschritten [2].

10 Zusammenfassung

Die Staubniederschlagsuntersuchungen rund um das Hüttengelände in Nordenham wurden, aufgrund von Überschreitungen der hüttentypischen Depositionen an Blei und Cadmium in der Vergangenheit, auch im Jahr 2012 fortgeführt. Nachdem im Jahr 2011 der Beurteilungspunkt MID8 in die Berichterstattung aufgenommen wurde, wird ab 2012 über drei weitere Beurteilungspunkte berichtet. Es handelt sich bei den neuen Messstellen einerseits um eine Ergänzung der kleinräumigen Überwachung (NM4.32) und andererseits um eine Ausweitung des Beurteilungsgebietes rechtsseitig der Weser, im so genannten Lee der Anlage (NM5.6, NM6.5).

Die durchschnittliche Staubniederschlagsbelastung im gesamten Beurteilungsgebiet lag im Jahr 2012 mit $0,07 \text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ bei 20 % des Immissionswertes und war damit vergleichbar mit dem Vorjahr. In Bezug auf einen „Fünjahresmittelwert“ (2007 bis 2011 siehe Anhang, Tabelle A1) wurde eine Abnahme der Staubniederschlagsbelastung um fast 15 % festgestellt. Überschreitungen des Immissionswertes wurden an keinem Beurteilungspunkt gemessen.

Der Immissionswert der TA Luft für die Blei-Deposition ($100 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$) wurde im Berichtsjahr 2012 an sieben von dreiundzwanzig Beurteilungspunkten überschritten. An drei der sieben Beurteilungspunkte, in der näheren Nachbarschaft zur Hütte (NM4.4, NM4.5, NM10.31), wurden zudem deutliche Überschreitungen des Immissionswertes der TA Luft festgestellt. In den nördlichen und westlichen Randbereichen des Beurteilungsgebietes (NM1.3, NM2.6, NM2.7, NM3.2, NM3.3, NM5.2) wurden dagegen Blei-Depositionen mit Messwerten zwischen $18 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ und $51 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, deutlich unterhalb des Immissionswertes, gemessen.

Gegenüber dem Vorjahr gingen die durchschnittlichen Blei-Depositionen des gesamten Beurteilungsgebietes um ca. 20 % zurück. In Bezug auf den o. g. „Fünjahresmittelwert“ wurden 2012 im gesamten Beurteilungsgebiet sogar rund 33 % niedrigere Blei-Depositionen ermittelt (siehe Anhang, Tabelle A2).

Bei den Cadmium-Depositionen wurden Überschreitungen des Immissionswertes ($2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$) an drei hüttennahen Beurteilungspunkten (NM3.6, NM4.4, NM4.5) beobachtet. Gegenüber dem Vorjahr wurden durchschnittlich etwa um 9 % niedrigere Cadmium-Depositionen im gesamten Beurteilungsgebiet festgestellt. Der Rückgang bei der durchschnittlichen Cadmiumbelastung des gesamten Beurteilungsgebiets betrug im Vergleich mit dem „Fünjahresmittelwert“ 36 % (siehe Anhang, Tabelle A3).



Bei der entfernungsabhängigen Auswertung der Depositionsbelastungen ergaben sich bei den Blei- und Cadmium-Depositionen in etwa gleichgroße Veränderungen gegenüber dem Vorjahr. Die maximalen Entfernungen vom Hüttenstandort, bis zu der die Immissionswerte für Blei- bzw. Cadmium-Depositionen überschritten werden, gingen für beide Komponenten jeweils um etwa 200 m auf 1360 m beim Blei und auf 890 m beim Cadmium zurück.

Als Staubinhaltsstoff wurde auch Zink bestimmt, zu dessen Einordnung jedoch kein Immissionswert in der TA Luft existiert. Hilfsweise wird die nach BBodSchV [14] zulässige jährliche Fracht von $329 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ als Bewertungsgrundlage herangezogen. Vor allem an den hüttennahen Messpunkten wurden Überschreitungen dieser Richtgröße beobachtet. In Bezug auf einen „Fünfjahresmittelwert“ (2007 – 2011) wurden im Jahr 2012, ähnlich wie bei den Blei- und Cadmium-Depositionen, in einer Größenordnung um 30 % niedrigere Belastungen ermittelt (siehe Anhang, Tabelle A4).

Die mittlere PM_{10} -Feinstaubkonzentration lag im Berichtsjahr 2012 mit $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unter dem Jahresmittelwert des Vorjahres. An 5 Tagen von 35 zulässigen, sogenannten Überschreitungstagen in Bezug auf die Tagesmittelwerte, wurden im Jahr 2012 PM_{10} -Konzentrationen von mehr als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Bei den Inhaltsstoffen Blei, Arsen, Cadmium und Nickel des PM_{10} -Feinstaubes wurde für alle Elemente eine Unterschreitung des Grenz- bzw. der Zielwerte entsprechend der Richtlinien festgestellt.

Insgesamt wurde im Jahr 2012 bei der Belastung durch Staubbiederschlag eine leichte Verminderung von ca. 14 % im Vergleich zum Fünfjahresmittelwert (2007 – 2011) festgestellt. Die Abnahme der Schadstoffdepositionen fiel dagegen deutlicher aus. Gegenüber den entsprechenden Fünfjahresmittelwerten ergaben sich Verminderungen von 36 % bei der Cadmium-, 33 % bei der Blei- und 29 % bei der Zink-Deposition. Jedoch wurden weiterhin Überschreitungen der Immissionswerte für Blei und für Cadmium an einigen, vor allem hüttennahen, Beurteilungspunkten ermittelt.

Obwohl die Betriebsabläufe der Hauptemittenten entsprechend der Auflagen regelkonform gefahren und die Emissionsgrenzwerte an allen Anlagen sicher eingehalten werden, sind die Beurteilungswerte nach TA Luft überschritten. Es besteht daher die Notwendigkeit, die Messungen fortzuführen, um im Hinblick auf die Anlagenüberwachung den Verlauf der Immissionsbelastungen darstellen und beurteilen zu können.



11 Literatur

- 1 Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24.Juli 2002
- 2 Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. Teil I Nr. 40, S. 1065)
- 3 Mitteilung des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes Oldenburg, E-Mail vom 20.03.2013
- 4 Aus E-Mail des Staatl. Gewerbeaufsichtsamtes Oldenburg vom 16.08.2012
- 5 VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 - Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode
- 6 VDI-Richtlinie 2463 Blatt 11 – Messen von Partikeln – Messen der Massenkonzentration – Filterverfahren – Filterwechsler DIGITEL DHA 80
- 7 DIN EN 14902 (2005-10) Luftbeschaffenheit - Standardisiertes Verfahren zur Bestimmung von Pb, Cd, As, Ni in der Außenluft
- 8 VDI-Richtlinie 2267 Blatt 14 - Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von u.a. Pb, Cd, As, Ni – Bestandteile des Staubniederschlags mit Hilfe der optischen Emissionsspektrometrie (ICP-OES)
- 9 VDI-Richtlinie 2267 Blatt 16 - Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von u.a. Pb, Cd, As, Ni – Bestandteile des Staubniederschlags mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)
- 10 VDI-Richtlinie 2267 Blatt 15 - Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft – Messen der Massenkonzentration von u.a. Pb, Cd, As, Ni – Bestandteile des Staubniederschlags mit Hilfe der Massenspektrometrie (ICP-MS)
- 11 DIN EN 12341 (1999-3) Ermittlung der PM₁₀-Fraktion von Schwebstaub (Referenzmethode und Feldprüfverfahren zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Messverfahren und Referenzmessmethode)
- 12 DIN EN ISO 20988 (2007-9) Leitlinien zur Schätzung der Messunsicherheit
- 13 Materialien Band 66 – PM₁₀-Vergleichsmessungen der deutschen Bundesländer Essen 2005, ISSN 0947-5206 (Materialien)
- 14 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S.1554) zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24.02.2012 (BGBl. I Nr. 10, S. 212) in Kraft getreten am 01.06.2012



Anhang

Tabelle A1: Staubniederschläge 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 – 2011

Beurteilungspunkt	Staubniederschlag in g/(m ² d)						
	Jahr						
	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2007-2011 ¹⁾
NM1.3	0,052	0,083	0,041	0,045	0,042	0,065	0,055
NM2.6	0,124	0,161	0,188	0,153	0,088	0,151	0,148
NM2.7	0,154	0,086	0,157	0,145	0,073	0,128	0,118
NM3.2	0,036	0,045	0,040	0,112	0,048	0,066	0,062
NM3.3	0,081	0,050	0,053	0,050	0,053	0,083	0,058
NM3.4	0,059	0,086	0,046	0,100	0,149	0,195	0,115
NM3.5	0,046	0,048	0,054	0,052	0,080	0,121	0,071
NM3.6	0,087	0,087	0,088	0,093	0,058	0,144	0,094
NM4.3	0,056	0,057	0,051	0,047	0,052	0,086	0,058
NM4.31	0,048	0,083	0,056	0,051	0,090	0,094	0,075
NM4.32²⁾	0,039						
NM4.4	0,063	0,070	0,081	0,074	0,091	0,097	0,083
NM4.5	0,118	0,069	0,063	0,071	0,062	0,142	0,081
NM5.2	0,114	0,106	0,100	0,114	0,113	0,138	0,114
NM5.3	0,054	0,061	0,046	0,071	0,052	0,085	0,063
NM5.4	0,053	0,087	0,120	0,058	0,071	0,101	0,087
NM5.6²⁾	0,078						
NM6.5²⁾	0,082						
NM8.3	0,058	0,054	0,053	0,058	0,050	0,083	0,060
NM8.31	0,064	0,063	0,069	0,101	0,060	0,109	0,080
NM8.4	0,058	0,053	0,086	0,126	0,080	0,110	0,091
NM10.3	0,047	0,057	0,051	0,059	0,055	0,071	0,058
NM10.31	0,051	0,070	0,075	0,111	0,142	0,094	0,098
MID8³⁾	0,067	0,077					
Gebietsmittelwert	0,071	0,074	0,076	0,085	0,075	0,108	0,084
Abweichung	-14,8 % ⁴⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2007 – 2011

²⁾ Neue Messstelle ab 2012

³⁾ Messstelle ab 2011

⁴⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2007 - 2011 (NM4.32, NM5.6, NM6.5, MID8 unberücksichtigt)



Tabelle A2: Blei-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 – 2011

Beurteilungspunkt	Blei-Depositionen in µg/(m²d)						
	Jahr						
	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2007-2011 ¹⁾
NM1.3	18	18	40	52	40	41	38
NM2.6	51	58	68	71	89	64	70
NM2.7	41	39	61	56	76	62	59
NM3.2	22	30	44	57	40	51	44
NM3.3	32	33	53	58	54	34	46
NM3.4	71	63	88	124	130	84	98
NM3.5	116	120	140	149	270	167	169
NM3.6	80	122	172	107	171	133	141
NM4.3	83	185	223	118	117	100	148
NM4.31	96	189	233	138	121	130	162
NM4.32²⁾	139						
NM4.4	337	408	430	541	356	387	424
NM4.5	268	300	375	315	421	335	349
NM5.2	28	29	49	46	53	40	44
NM5.3	105	138	165	139	167	139	150
NM5.4	105	94	404	189	150	193	206
NM5.6²⁾	42						
NM6.5²⁾	36						
NM8.3	54	91	101	95	70	84	88
NM8.31	51	53	60	119	113	66	82
NM8.4	77	92	137	120	160	124	127
NM10.3	87	147	269	122	158	145	168
NM10.31	239	266	307	348	343	246	302
MID8³⁾	52	91					
Gebietsmittelwert	98	124	171	148	155	131	146
Abweichung	-32,8 % ⁴⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2007 – 2011

²⁾ Neue Messstelle ab 2012

³⁾ Messstelle ab 2011

⁴⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2007 - 2011 (NM4.32, NM5.6, NM6.5, MID8 unberücksichtigt)



Tabelle A3: Cadmium-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 – 2011

Beurteilungspunkt	Cadmium-Depositionen in µg/(m²d)						
	Jahr						
	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2007-2011 ¹⁾
NM1.3	0,36	0,43	0,49	0,77	0,68	1,00	0,67
NM2.6	0,81	1,01	1,12	1,21	1,13	1,37	1,17
NM2.7	0,61	0,58	0,86	0,96	0,91	1,13	0,89
NM3.2	0,25	0,39	0,47	0,65	0,52	0,69	0,54
NM3.3	0,46	0,53	0,70	0,75	0,70	0,72	0,68
NM3.4	1,55	1,19	1,69	1,96	1,84	1,68	1,67
NM3.5	1,73	1,60	1,85	2,25	3,20	3,13	2,40
NM3.6	2,50	1,90	2,88	2,54	1,95	3,19	2,49
NM4.3	0,76	1,24	2,57	1,49	1,85	1,50	1,73
NM4.31	0,95	1,54	2,38	1,73	1,56	1,58	1,76
NM4.32²⁾	1,24						
NM4.4	4,84	5,21	6,49	9,15	8,56	7,47	7,38
NM4.5	3,24	3,47	3,03	3,45	4,26	6,29	4,10
NM5.2	0,31	0,38	0,65	0,71	0,77	1,07	0,72
NM5.3	0,63	1,02	1,90	2,00	1,58	1,99	1,70
NM5.4	1,20	1,15	3,59	2,30	1,52	2,51	2,21
NM5.6²⁾	0,49						
NM6.5²⁾	0,42						
NM8.3	0,55	0,85	1,18	1,19	0,98	1,22	1,08
NM8.31	0,91	0,89	1,03	1,91	1,63	1,22	1,33
NM8.4	2,01	2,00	2,38	2,26	3,14	3,03	2,56
NM10.3	0,86	1,10	2,34	2,23	2,00	1,98	1,93
NM10.31	1,64	2,32	4,75	3,87	5,04	3,28	3,85
MID8³⁾	1,28	2,99					
Gebietsmittelwert	1,31	1,44	2,12	2,17	2,19	2,30	2,04
Abweichung	-36,0 % ⁴⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2007 – 2011

²⁾ Neue Messstelle 2012

³⁾ Messstelle ab 2011

⁴⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2007 - 2011 (NM4.32, NM5.6, NM6.5, MID8 unberücksichtigt)



Tabelle A4: Zink-Depositionen 2012 im Vergleich mit den Jahren 2007 – 2011

Beurteilungspunkt	Zink-Depositionen in µg/(m²d)						
	Jahr						
	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2007-2011 ¹⁾
NM1.3	62	72	92	137	96	120	104
NM2.6	203	155	216	248	217	190	205
NM2.7	101	116	153	153	167	165	151
NM3.2	40	69	98	163	132	99	112
NM3.3	103	86	161	153	155	121	135
NM3.4	330	246	300	376	383	916	444
NM3.5	387	291	366	451	626	574	462
NM3.6	409	334	478	408	360	386	393
NM4.3	170	266	618	369	400	235	378
NM4.31	160	308	499	347	387	322	372
NM4.32²⁾	403						
NM4.4	2034	1899	1754	2269	3325	2668	2383
NM4.5	887	821	680	763	912	1464	928
NM5.2	95	117	227	234	192	158	186
NM5.3	111	165	359	292	271	226	263
NM5.4	168	201	570	613	284	423	418
NM5.6²⁾	69						
NM6.5²⁾	60						
NM8.3	83	186	277	208	188	181	208
NM8.31	180	157	187	342	328	222	247
NM8.4	443	450	509	450	616	551	515
NM10.3	147	209	471	343	386	251	332
NM10.31	260	499	1125	624	958	483	738
MID8³⁾	249	614					
Gebietsmittelwert	319	332	457	447	519	488	449
Abweichung	-29,0 % ⁴⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2007 – 2011

²⁾ Neue Messstelle 2012

³⁾ Messstelle ab 2011

⁴⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2007 - 2011 (NM4.32, NM5.6, NM6.5, MID8 unberücksichtigt)