



**Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim**



Immissionsmessprogramm Nordenham 2013

**Staubniederschlag und
PM₁₀-Feinstaub
sowie Staubinhaltsstoffe**

**Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG**



Niedersachsen

Bericht Nr. 43-14-BI-004

Stand: 16.02.2015

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	3
3.4	Messstellenübersicht.....	5
4	Messplanung	7
4.1	Messkomponenten.....	7
4.2	Geräteinsatz.....	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.....	16
9.4	Zink-Deposition.....	16
9.5	Verteilung und Entwicklung der Depositionsbelastung	16
9.6	PM ₁₀ -Feinstaub und Staubinhaltsstoffe	20
10	Zusammenfassung	20
11	Literatur	25



Abbildungsverzeichnis

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

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Quellarten staubrelevanter Betriebe in Nordenham.....	4
Tabelle 2: Geografische Koordinaten der Beurteilungspunkte	6
Tabelle 3: Immissionswert für Staubniederschlag	9
Tabelle 4: Immissionswerte für Schadstoffdepositionen.....	9
Tabelle 5: Grenzwerte für Partikel (PM ₁₀) und Blei.....	9
Tabelle 6: Zielwerte für Staubinhaltsstoffe des PM ₁₀ -Feinstaubes	9
Tabelle 7: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen.....	15
Tabelle 8: Jahresmittelwerte der PM ₁₀ -Konzentration sowie der Inhaltsstoffe	20

Anhang

Tabelle A1: Staubniederschläge 2013 im Vergleich mit den Jahren 2008 – 2012.....	24
Tabelle A2: Blei-Depositionen 2013 im Vergleich mit den Jahren 2008 - 2012	25
Tabelle A3: Cadmium-Deposition 2013 im Vergleich mit den Jahren 2008 - 2012.....	26
Tabelle A4: Zink-Deposition 2013 im Vergleich mit den Jahren 2008 - 2012	27



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 [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 hütteigenen 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 2013, 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 2013 weitergeführt. Anhand von Messwerten aus den Vorjahren wurde zudem ersichtlich, dass in einem Radius von zuletzt etwa 1,4 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 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 Durchführung der Immissionsmessungen und die Qualitätssicherungsmaßnahmen wurden nach direkter Absprache zwischen der Weser-Metall GmbH und der ZUS LLG vorgenommen.

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 23 Messstellen (Beurteilungspunkte) zur Bestimmung des Staubbiederschlags. In dieser Anzahl an Messstellen sind seit 2012 auch die Beurteilungspunkte NM5.6 und NM6.5 rechtsseitig der Weser, auf der Großen Luneplate, sowie seit April 2012 der Beurteilungspunkt NM4.32 enthalten (siehe Abbildung 1). Über die zwischenzeitlich aufgeführten Ergebnisse der Messungen von der Messstelle MID8 (2011 und 2012) wird bereits an anderer Stelle berichtet [3].

Mit Beginn der Messtätigkeiten im Jahre 1976 wurden zunächst auf einer Fläche von 36 km² Staubbiederschlagsuntersuchungen in einem 1 km Raster durchgeführt. Seit Mitte der 1990 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. 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 (siehe Abbildung 1) wird die Lage der Beurteilungspunkte dargestellt, die in Tabelle 2 mit den dazugehörigen Breiten- und Längengraden auf der Grundlage des UTM-Koordinatensystems (ETRS89) aufgelistet sind. 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 Großen 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 Schiffslösungen, 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.



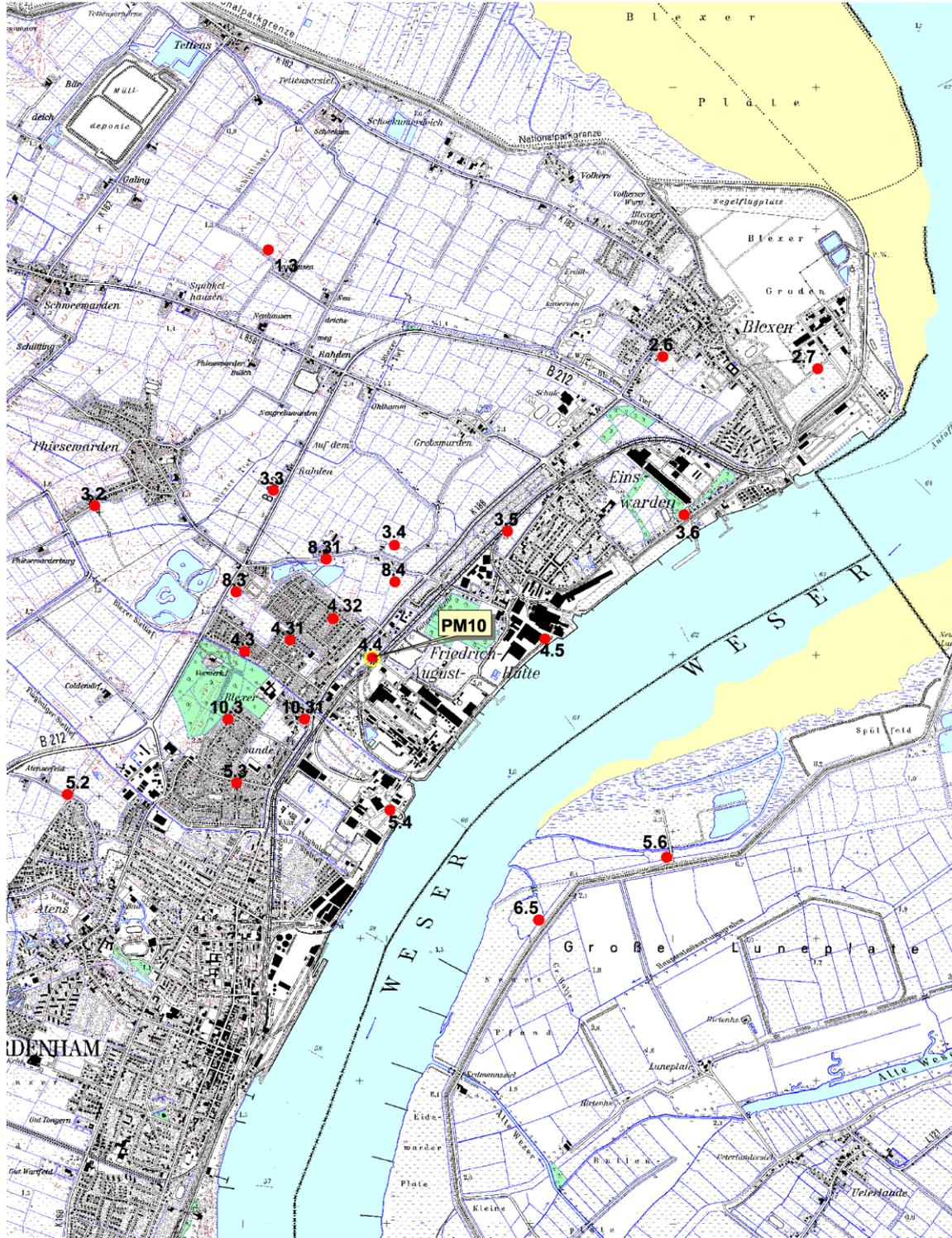
Die Betriebsabläufe der Weser Metall GmbH und der Nordenhamer Zinkhütte GmbH werden gemäß den Auflagen regelkonform gefahren, so dass bei jährlichen Überprüfungen nur in Ausnahmefällen geringfügige Mängel festgestellt wurden. Verbesserungen der Emissions- bzw. Immissionssituation werden fortwährend angestrebt. 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 [4].

Tabelle 1: Übersicht der Quellarten staubrelevanter Betriebe in Nordenham [5]

Betrieb	Quellarten	Staubinhaltsstoffe	Bemerkungen
Weser Metall GmbH (WMG)	Gefasste Quellen und diffuse Quellen (Werkstraßen, Schiffsumschlaganlage weitgehend geschlossen aber ohne Absaugung)	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	WS Weser-Logistik stellt Hallenkapazitäten sowie Be- und Entlade- sowie Umlagedienstleistungen 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, offene Tore, Fahrstraßen), eine gefasste Quelle (Getreideverladung LKW)	Pb, Cd, Zn	
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: UTM-Koordinaten (ETRS89) der Beurteilungspunkte und Entfernungsangaben zum ehemaligen Schachtofengebäude bzw. zur nächstgelegenen Wohnbebauung

Messstellen- bezeichnung	X-Wert (m) Rechtswert	Y-Wert (m) Hochwert	Entfernung zum Betriebsgelände ¹⁾	Abstand zu Wohnbebauung ²⁾
NM1.3	32466143	5931860	3700	1320
NM2.6	32468813	5931065	3215	Wohngebiet
NM2.7	32470007	5931138	3950	420
NM3.2	32464916	5930095	2865	100
NM3.3	32466171	5930163	2100	500
NM3.4	32466988	5929826	1530	650
NM3.5	32467736	5929812	1610	160
NM3.6	32469012	5930044	2530	550
NM4.3	32465937	5929077	1440	Wohngebiet
NM4.31	32466249	5929161	1250	Wohngebiet
NM4.32 ³⁾	32466574	5929338	1300	Wohngebiet
NM4.4	32466839	5929036	800	Firmengelände
NM4.5	32468041	5929170	1230	Firmengelände
NM5.2	32464734	5928059	2450	1200
NM5.3	32465890	5928159	1280	Wohngebiet
NM5.4	32467001	5927950	385	Firmengelände
NM5.6 ³⁾	32467985	5927171	Rechtsseitig der Weser	Brachland
NM6.5 ³⁾	32468941	5927625		Brachland
NM8.3	32465846	5929499	1770	230
NM8.31	32466481	5929725	1570	280
NM8.4	32467015	5929564	1270	170
NM10.3	32465813	5928564	1370	Wohngebiet
NM10.31	32466348	5928588	860	Wohngebiet

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

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

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



4 Messplanung

4.1 Messkomponenten

Neben dem Staubniederschlag 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 Staubniederschlagsuntersuchungen wurden gemäß der Bergerhoff-Methode entsprechend der VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 [6] durchgeführt. Es kamen insgesamt 33 Probenahmegeräte mit Auffanggefäßen zum Einsatz. Die WMG betreut und analysiert monatlich 23 Niederschlagsproben (davon 2 Doppelbestimmungen), während die übrigen 5 Vergleichsmessungen (davon 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 [7] 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 Staubniederschlags 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 Staubniederschlagsimmissionen und der PM₁₀-Feinstaubkonzentration sowie der Staubinhaltsstoffe umfasst in diesem Bericht das Kalenderjahr 2013.



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 PM₁₀-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 PM₁₀-Feinstaub charakterisiert (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser im Bereich um 10 µm und kleiner^{*}). Die größeren Partikel werden bereits im oberen Atemtrakt abgeschieden oder sind aufgrund ihrer Größe erst gar nicht einatembare. Für die Beurteilung des PM₁₀-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 PM₁₀-Feinstaub- und Schadstoffkonzentrationen kommen genormte Verfahren [7, 8] zur Anwendung. Partikel der PM₁₀-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 [6, 9, 10, 11] 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

^{*}„PM₁₀“ sind Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 Mikrometern einen Abscheidegrad von 50 Prozent aufweist [2].



Grenzwertes. Dieses 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]*

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

*) 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 über- schritten 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 [6] „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 PM₁₀-Filterprobenahme

Die Probenahmen zur Bestimmung des PM₁₀-Feinstaubes erfolgten mit einem High-Volume-Sampler (HVS) auf Filtern. Bei den Messungen in Nordenham wurde im Jahr 2013 der PM₁₀-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 PM₁₀-Feinstaub bezeichnet man die Partikel, die einen gröÙenselektierenden Probeneinlass gemäß der Referenzmethode (EN12341 [11]) passieren, welcher für Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheideleistung von etwa 50 % aufweist. Der PM₁₀-Feinstaubanteil, der die Vorabscheidung passieren konnte, wird auf Rundfiltern (Ø 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 [9].

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 [10].

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 Staubbiederschlagsuntersuchungen 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.

Bei der Datenverfügbarkeit der Staubbiederschlagsuntersuchungen wurde über alle Beurteilungspunkte im Jahr 2013 mit insgesamt 95 % ein guter Wert erreicht, allerdings leidet mit jeder Probe weniger die Repräsentativität des Jahresmittelwertes für diesen Beurteilungspunkt. Die Anzahl der Proben, die pro Beurteilungspunkt für die Auswertung zur Verfügung stand, sind neben den Jahresmittelwerten als ergänzende Informationen in Tabelle 7 enthalten.

Die von der WMG und der ZUS LLG bereitgestellten Ergebnisse der PM₁₀-Feinstaubkonzentration sowie der Staubinhaltsstoffuntersuchungen wurden für den Jahresbericht zusammengefasst, so dass für die Jahresmittelwertbildung eine Datenverfügbarkeit von 93 % erreicht wurde.

8.2 Messunsicherheit

Für die Berechnung der Messunsicherheiten bei Niederschlagsproben wurden Doppelbestimmungen mehrerer Jahre (2007 bis 2013) 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 Staubbiederschlag beträgt die erweiterte Messunsicherheit für den einzelnen Monatswert etwa 32 %, bezogen auf einen Gesamtmittelwert der Jahre 2007 bis 2013 von 0,07 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: 21 % (420 µg/(m²d)), Cadmium: 25 % (6,9 µg/(m²d)), Zink: 21 % (2210 µg/(m²d)).

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 Kleinfiltermethode (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 PM₁₀-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 Parametern der Elementbestimmungen, den Volumenmessungen der Probenahme und den Ergebnissen von Doppelbestimmungen aus Vergleichsmessungen berechnet. Dazu wurden Ergebnisse der ZUS LLG von Messaufgaben mit parallelen Probenahmen verwendet, weil am Beurteilungspunkt NM4.4 keine Doppelbestimmungen durchgeführt werden. Die hier aufgeführten Messunsicherheiten sind dennoch auf die WMG-Daten übertragbar, da jährlich Vergleichsanalysen der Staubinhaltsstoffe zwischen der WMG und der ZUS LLG im Rahmen der Qualitätssicherung durchgeführt werden, die zu gleichwertigen Ergebnissen führen. Für das Jahr 2013 ergeben sich erweiterte Messunsicherheiten für die Staubinhaltsstoffe von rund 20 %.

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 2008 bis 2012 zum Vergleich mit Ergebnissen des Berichtsjahres 2013 aufgeführt („Fünfjahresmittelwert“).

Die Tabelle 8 enthält die Jahresmittelwerte der PM₁₀-Feinstaubkonzentration sowie der Inhaltsstoffe für das Kalenderjahr 2013.

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 2013 gegenüber dem Vorjahr leicht erhöht. Im Durchschnitt lag das Staubbiederschlagsergebnis des gesamten Beurteilungsgebietes mit 0,09 g/(m²d) bei 25 % des Immissionswertes der TA Luft.



Die höchsten Einzelbelastungen, als mittlere Jahresergebnisse, wurden an den Beurteilungsflächen NM2.6 und NM2.7 gemessen. Diese, den gestiegenen Gebietsmittelwert deutlich prägend, werden mutmaßlich auf Bau- oder Betriebstätigkeiten im Rahmen des Großprojektes „Steelwind Nordenham“ zurückgeführt. In Bezug auf die Entwicklung der Immissionssituation wird bei den mittleren Staubbiederschlagsergebnissen des Beurteilungsgebietes dennoch eine relativ konstante Belastung im Zeitraum der letzten fünf Jahre festgestellt (siehe Anhang, Tabelle A1). Der Immissionswert der TA Luft (0,35 g/(m²d)) wird an allen Beurteilungspunkten deutlich unterschritten (siehe grün unterlegte Ergebnisse in Tabelle 7).

9.2 Blei-Deposition

Der Immissionswert der TA Luft für die Blei-Deposition (100 µg/(m²d)) wurde im Berichtsjahr 2013 an acht 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 Vierfache 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 µg/(m²d) und 64 µg/(m²d) deutlich unterhalb des Immissionswertes.

Am Beurteilungspunkt 5.3 konnten durch das Labor der WMG die Proben von März und April aufgrund von Verschmutzung nicht ausgewertet werden, so dass diese beiden Monate nicht in den Jahresmittelwert einfließen. Die von der ZUS LLG an diesem Punkt parallel genommenen Proben zeigten dagegen optisch keine auffälligen Verschmutzungen und wurden als normale Probe analysiert. Obwohl die Werte für den Staubbiederschlag in diesen beiden Monaten mit 0,06 mg/(m²d) bzw. 0,1 mg/(m²d) unauffällig waren, lagen die analysierten Blei-Depositionen mit 3530 µg/(m²d) und 1165 µg/(m²d) ungewöhnlich hoch. Ein Zusammenhang mit Emissionen aus den Anlagen der Blei-Hütte ist eher unwahrscheinlich, da die an dem näher zum Werk liegende Messpunkt 10.31 dann zu erwartenden noch höheren Blei-Depositionen nicht auftraten. Um einen eventuell nur temporär und lokal eng begrenzten Einfluss auf die Belastung an diesem Messpunkt näher zu ergründen, ist geplant die Messungen in diesem Bereich zu intensivieren.

Die durchschnittlichen Blei-Depositionen sind, in Bezug auf den Gesamtmittelwert, gegenüber dem Vorjahr leicht angestiegen. Während sich im Nahbereich der Hütte, westlich bis südwestlich, eine leichte Zunahme bei der Bleibelastung abzeichnet, werden an den übrigen Beurteilungspunkten im Wesentlichen nur die üblichen, in der Regel meteorologisch bedingten, Schwankungen zwischen den Jahren beobachtet. Insgesamt bewegt sich die mittlere Belastung mit einem Rückgang von knapp 20 % deutlich unterhalb des Niveaus eines Fünfjahresmittelwertes von 2008 bis 2012.

Durch die anhaltenden Bleibelastungen, mit Werten um oder oberhalb des Immissionswertes in den zurückliegenden Jahren, kann für die hüttennahen Beurteilungspunkte NM4.3.1, NM4.32, NM4.4, NM4.5, NM5.3, NM5.4, NM10.3 und NM10.31 weiterhin noch keine nachhaltige Unterschreitung des Immissionswertes angenommen werden.



Tabelle 7: Jahresmittelwerte des Staubniederschlags und der Depositionen
Bezug: Monatsmittelwerte Januar bis Dezember 2013

lfd. Nr.	Beurteilungspunkt	Staub g/(m ² d)	Blei ----- -----	Zink µg/(m ² d)	Cadmium ----- -----	Probenzahl/Jahr
1	1.3	0,04	18	43	0,3	12
2	2.6	0,21	62	231	1,1	12
3	2.7	0,24	52	117	0,8	12
4	3.2	0,03	22	43	0,3	12
5	3.3	0,06	34	94	0,4	12
6	3.4	0,07	61	186	1,0	12
7	3.5	0,05	89	308	1,5	12
8	3.6	0,11	110	455	2,2	12
9	4.3	0,06	97	202	0,9	12
10	4.4	0,07	432	1402	4,1	11
11	4.5	0,07	251	761	3,5	12
12	5.2	0,11	64	143	0,7	12
13	5.3	0,04	80	132	0,8	10
14	5.4	0,07	147	382	1,6	11
15	5.6	0,05	35	72	0,4	11
16	6.5	0,13	42	116	0,6	10
hüttannah, kleinräumige Beurteilung						
17	4.31	0,07	123	169	1,2	12
18	4.32	0,06	143	364	1,5	11
19	8.3	0,05	61	98	0,8	11
20	8.31	0,07	57	150	0,8	12
21	8.4	0,06	84	298	1,5	12
22	10.3	0,06	111	159	1,0	11
23	10.31	0,16	280	476	3,6	9
Immissionswerte ¹⁾		0,35	100	---	2	---

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



9.3 Cadmium-Deposition

Die Cadmium-Depositionen lagen im Beurteilungsgebiet an vier Messstellen nominell oberhalb des Immissionswertes der TA Luft (siehe rot unterlegte Zahlen in Tabelle 7). Eine Überschreitung, entsprechend der Rundungsregel nach Nr. 2.9 der TA Luft, lag an drei Beurteilungspunkten vor. Auf das gesamte Beurteilungsgebiet bezogen, gab es mit durchschnittlich $1,4 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ an Cadmium-Depositionen eine leicht angestiegene Belastung gegenüber dem Vorjahr. Im Vergleich mit einem „Fünfjahresmittelwert“ (siehe Anhang, Tabelle A3) ergibt sich dagegen ein Rückgang, ähnlich der Tendenz bei den Zink- und Blei-Depositionen. Seit dem Jahr 2011 hat sich die mittlere Cadmium-Deposition im Beurteilungsgebiet von ehemals $2,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ im Jahr 2010 auf einen anhaltenden Wert von etwa $1,4 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ verringert.

Wie bereits in Kapitel 9.2 beschrieben, gab es am Beurteilungspunkt 5.3 in den Monaten März und April verschmutzungsbedingte Ausfälle der Proben, so dass diese im Jahresmittelwert nicht enthalten sind. In den von der ZUS LLG untersuchten Parallelproben wurden, wie beim Blei, für diesen Messpunkt ungewöhnlich hohe Cadmium-Depositionen analysiert, mit Werten für die Monate März und April von $10,2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ und $6,7 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ auf.

9.4 Zink-Deposition

Für die Beurteilung der Belastung durch Zink-Depositionen existiert kein Immissionswert in der TA Luft. Hilfsweise wird die nach BBodSchV [**Fehler! Textmarke nicht definiert.**] 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 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 vor allem beim Zink ein stetiger Rückgang der durchschnittlichen Belastung im Beurteilungsgebiet im Zeitraum der letzten drei Jahre erfolgte.

Am Beurteilungspunkt 5.3 gab es, wie oben beschrieben, Probenausfälle im März und April. In den von der ZUS LLG untersuchten Parallelproben dieser beiden Monate wurden auch beim Zink für diesen Messpunkt etwas erhöhte Depositionen analysiert ($828 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ und $736 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$).

9.5 Verteilung und Entwicklung der Depositionsbelastung

Das Ausbreitungsverhalten der Depositionen lässt sich mit Hilfe einer Potenzfunktion modellhaft abschätzen. 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 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

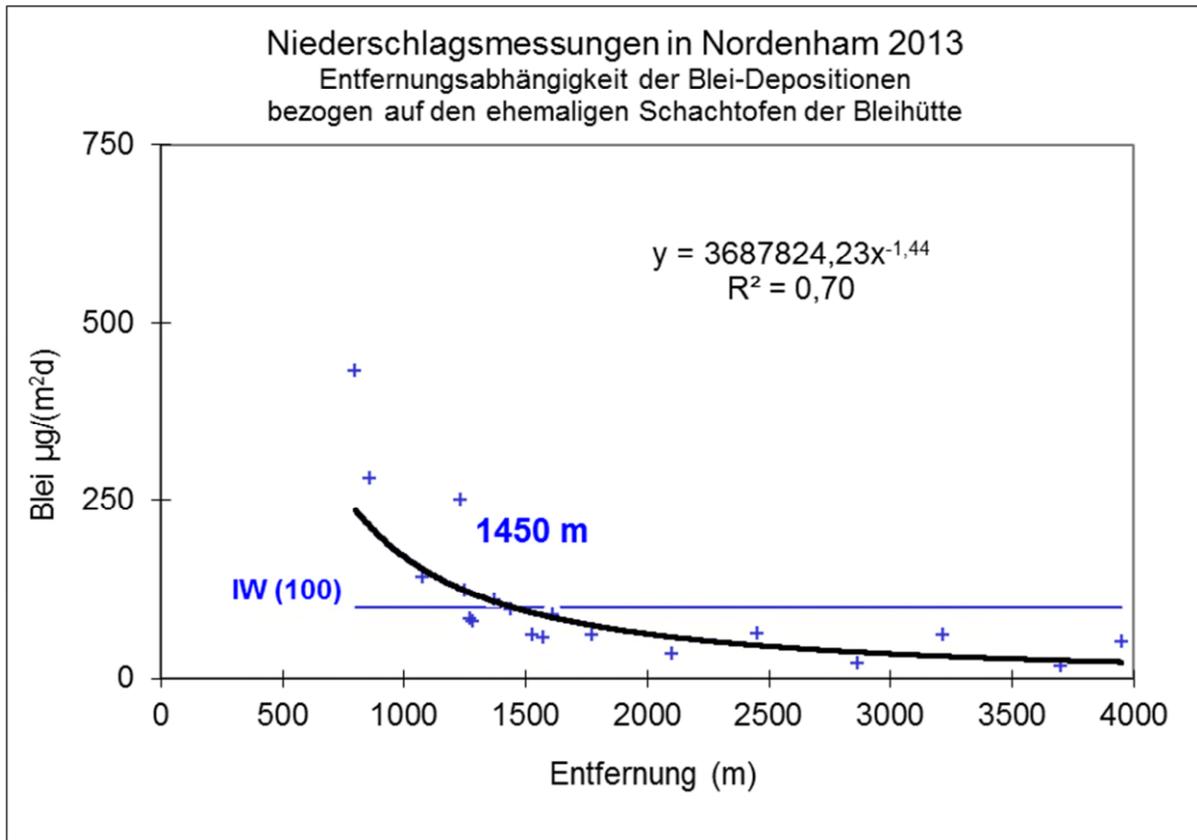
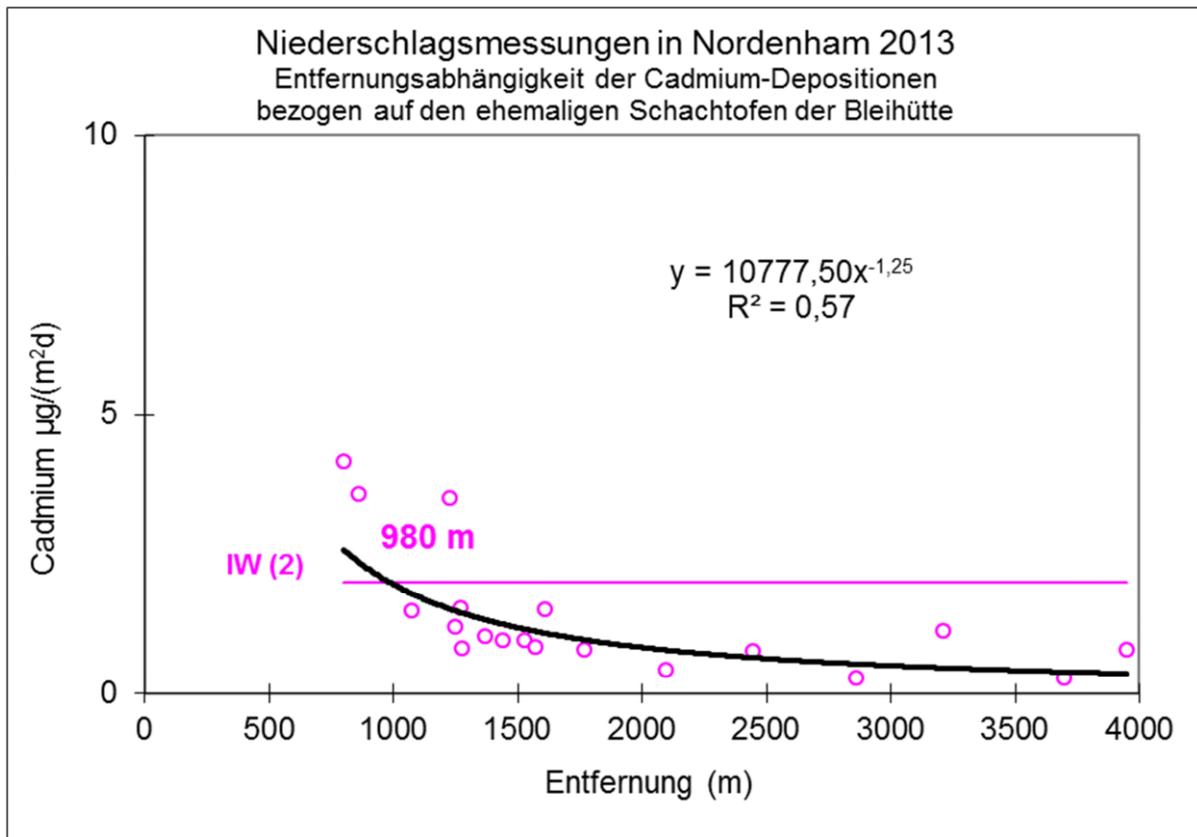


Abbildung 3: Entfernungsabhängigkeit der Cadmium-Deposition





Aus den berechneten Potenzfunktionen lässt sich abschätzen, dass im Durchschnitt die Blei-Depositionen bis zu einer Entfernung von ca. 1,5 km zur Hütte (bezogen auf das ehemalige Schachtofengebäude) und die Cadmium-Depositionen bis zu einer Entfernung von ca. 1,0 km größer bzw. gleich der jeweiligen Immissionswerte der TA Luft sind. Der bei der durchschnittlichen Depositionsbelastung festgestellte leichte Anstieg im Jahr 2013 hat somit auch Auswirkungen auf die Ausbreitung der Immissionen. So vergrößern sich gegenüber dem Vorjahr die Abstände von der Hütte, bis zu der Entfernung ab der die Immissionswerte unterschritten werden, um jeweils rund 100 Meter.

Der Bereich des Beurteilungspunktes NM3.6, welcher durch ortsnahe Einflüsse zusätzlich belastet werden kann (Schiffsentladungen, LKW-Transporte), wurde bei den entfernungsabhängigen Berechnungen nicht berücksichtigt. Ferner wurden auch die wiederaufgenommenen Beurteilungspunkte NM5.6 und NM6.5, die rechtsseitig der Weser auf unbewohnten Flächen stehen (Große Luneplate), in die Berechnungen nicht einbezogen.

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 an den Messergebnissen deutlich sichtbar wurden. Die Messstelle auf einem eingefriedeten und begrüntem 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.

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. An den Trendlinien wird erkennbar, in welche Richtung und mit welcher Intensität sich die jeweiligen Schadstoffdepositionen entwickeln.

Der gleitende Jahresmittelwert der Blei-Depositionen am Beurteilungspunkt NM4.4 nimmt im Laufe des Jahres 2013 zu und liegt zum Jahresende oberhalb der durchschnittlichen Belastung des Vorjahres. Nachdem vom Jahr 2010 ausgehend in den letzten beiden Jahren ein fortschreitender rückläufiger Trend der Belastung beobachtet wurde, kam es 2013 zu einer gegenläufigen Entwicklung. Der gleitende Jahresmittelwert liegt zum Jahresende wieder über dem Vierfachen des Immissionswertes der TA Luft.



Abbildung 4: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Blei-Deposition

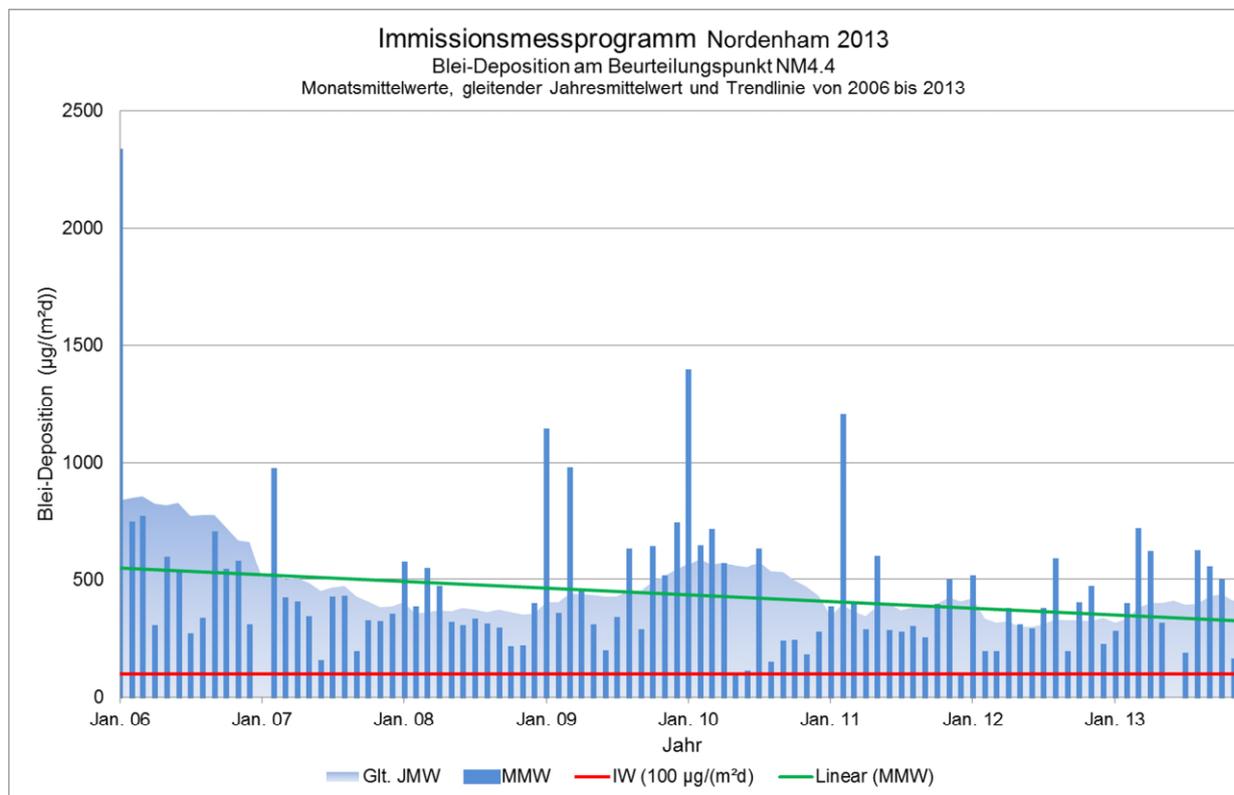
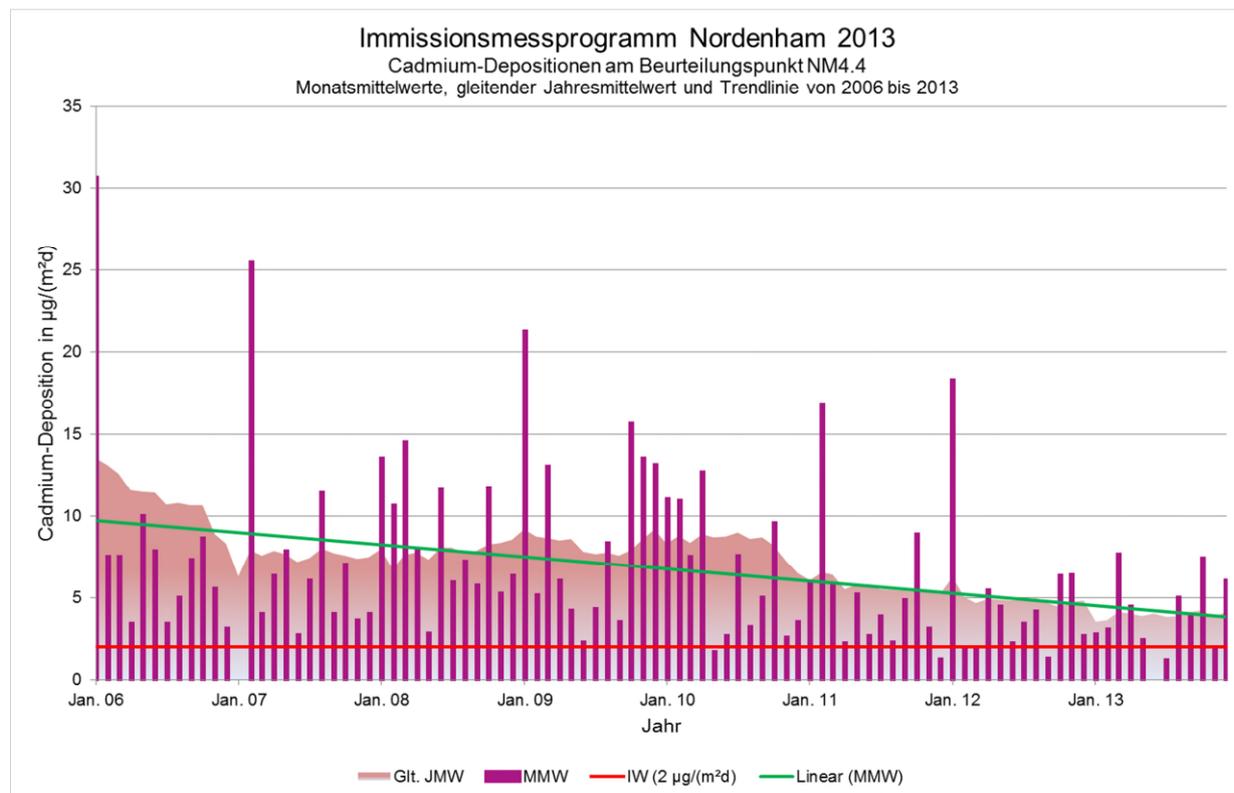


Abbildung 5: Monatsmittelwerte und gleitender Jahresmittelwert der Cadmium-Deposition





Vergleichbar mit den Blei-Depositionen wird auch bei den Cadmium-Depositionen seit 2010 ein abnehmender Trend bei den Immissionsbelastungen am Beurteilungspunkt NM4.4 festgestellt. Im Nahbereich der Hütte setzt sich der Trend auch im Jahr 2013, entgegen der allgemeinen Belastung im Beurteilungsgebiet, fort. Der gleitende Jahresmittelwert liegt zum Jahresende am Beurteilungspunkt NM4.4 mit $4,1 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$ noch über dem Zweifachen des Immissionswertes der TA Luft.

9.6 PM₁₀-Feinstaub und Staubinhaltsstoffe

Der Jahresmittelwert der PM₁₀-Konzentration lag mit $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterhalb von 50 % des Immissionsgrenzwertes in Bezug auf das Kalenderjahr (siehe Tabelle 8). Das Datenqualitätsziel von mindestens 90 % Datenverfügbarkeit wurde mit 340 Tagesproben, entsprechend 93 %, erreicht. Von beiden Laboren wurde dazu annähernd die gleiche Anzahl an Filterproben analysiert (WMG = 168, ZUS LLG = 172).

Tabelle 8: Jahresmittelwerte 2013 der PM₁₀-Konzentration sowie der Inhaltsstoffe

Komponente	Jahresmittelwert	Einheit
PM ₁₀	18	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Blei	0,05	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Arsen	0,9	ng/m^3
Cadmium	0,9	ng/m^3
Nickel	1,9	ng/m^3

Die Grenzwerte für den Jahresmittelwert der PM₁₀-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, bei Tagesmittelwerten der PM₁₀-Feinstaubkonzentrationen oberhalb von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bleibt mit 3 Tagen 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

10.1 Messtechnische Zusammenfassung

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 2013 fortgeführt. Ab 2012 wird über drei weitere Beurteilungspunkte berichtet. Es handelt sich bei den 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). Auf die Darstellung der Staubbiederschlags-untersuchungen an Messstelle MID8 wird hier verzichtet, da diese bereits an anderer Stelle berichtet werden [3].

Die durchschnittliche Staubbiederschlagsbelastung im gesamten Beurteilungsgebiet lag im Jahr 2013 mit $0,09 \text{ g}/(\text{m}^2\text{d})$ bei 25 % des Immissionswertes und damit leicht oberhalb der Messwerte des Vorjahres. Auch in Bezug auf einen „Fünfjahresmittelwert“ (2008 bis 2012 siehe Anhang, Tabelle A1) wurde eine geringe Zunahme der Staubbiederschlagsbelastung 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 2013 an acht von dreiundzwanzig Beurteilungspunkten überschritten. An drei der acht 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 $64 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$, deutlich unterhalb des Immissionswertes, gemessen.

Gegenüber dem Vorjahr erhöhte sich die durchschnittliche Blei-Deposition des gesamten Beurteilungsgebietes leicht. In Bezug auf einen „Fünfjahresmittelwert“ wurden im Jahr 2013 im gesamten Beurteilungsgebiet dagegen um etwa 20 % geringere Blei-Depositionen ermittelt (siehe Anhang, Tabelle A2).

Bei den Cadmium-Depositionen wurden, unter Beachtung der Rundungsregel der TA Luft, Überschreitungen des Immissionswertes ($2 \mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$) an drei hüttennahen Beurteilungspunkten (NM4.4, NM4.5, NM10.31) beobachtet. Gegenüber dem Vorjahr wurde ein leichter Anstieg bei den durchschnittlichen Cadmium-Depositionen im gesamten Beurteilungsgebiet festgestellt. Im Vergleich mit einem „Fünfjahresmittelwert“ (siehe Anhang, Tabelle A3) wurde dagegen insgesamt ein Rückgang der durchschnittlichen Cadmium-Depositionen um etwa 24 % verzeichnet.

Bei der entfernungsabhängigen Auswertung der Depositionsbelastungen ergaben sich bei den Blei- und Cadmium-Depositionen in etwa gleich große Veränderungen gegenüber dem Vorjahr. Die maximalen Entfernungen vom Hüttenstandort, bis zu der die Immissionswerte für Blei- bzw. Cadmium-Depositionen überschritten werden, stiegen für beide Komponenten jeweils um etwa 100 m auf 1450 m beim Blei bzw. auf 980 m beim Cadmium an. Nach einer deutlichen Verringerung des Abstandes vom Hüttengelände zwischen den Jahren 2011 und 2012, nahmen die Entfernungen mit Immissionswertüberschreitungen im Jahr 2013 wieder zu.

Darüber hinaus wurden auch die Zink-Depositionen 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. Sowohl in



Bezug auf einen „Fünfjahresmittelwert“ (2008 – 2012) als auch auf das Vorjahr ergab sich eine Abnahme der Belastung bei den Zink-Depositionen (siehe Anhang, Tabelle A4).

Um mögliche Ursachen von am Messpunkt 5.3 im Jahr 2013 aufgetretenen Messausfällen bzw. eventuell unplausiblen Messwerten zu ergründen, ist geplant die Messungen in diesem Bereich zu intensivieren.

Die mittlere PM₁₀-Feinstaubkonzentration lag im Berichtsjahr 2013 mit 18 µg/m³ auf dem Niveau der Vorjahre. Seit 2010 werden durchschnittliche Jahresmittelwerte der PM₁₀-Konzentration im Bereich von 45 % bis 50 % des Grenzwertes (40 µg/m³) festgestellt. An 3 von 35 zulässigen sogenannten Überschreitungstagen wurden im Jahr 2013 PM₁₀-Tagesmittelwerte von mehr als 50 µg/m³ gemessen.

Neben der PM₁₀-Feinstaubkonzentration, werden auch bei den Elementen Blei, Arsen, Cadmium und Nickel als Bestandteile des PM₁₀-Feinstaubes Unterschreitungen der Immissions-, Grenz- oder Zielwerte entsprechend der TA Luft bzw. der 39. BImSchV festgestellt.

10.2 Anlagenbezogene Bewertung

Obwohl die Betriebsabläufe der Blei- und Zinkproduktion entsprechend den Auflagen regelkonform sichergestellt und die Emissionsgrenzwerte an den gefassten Emissionsquellen eingehalten wurden, werden in der Nachbarschaft der Hüttenanlage die Immissionswerte der TA Luft zum Teil weiter überschritten. Es besteht daher die Notwendigkeit die Messungen fortzuführen, um im Rahmen der Anlagenüberwachung die aktuellen Immissionsbelastungen darstellen und beurteilen zu können.

Eine belastbare Begründung für den Anstieg einzelner Immissionswerte an den Messorten im Umfeld der Hüttenanlagen ist auf der Basis der vorliegenden Untersuchungsergebnisse und Informationen und vermutlich auch grundsätzlich nicht möglich. In der Tabelle 1 des Immissionsmessberichtes Nordenham 2013 ist eine Übersicht der anlagen-/betriebsbezogenen Quellarten enthalten. Diese gefassten und teilweise diffusen Quellen sind den jeweiligen Anlagen auch immissionsschutzrechtlich zuzuordnen.

Darüber hinaus gibt es weitere teilweise nicht den heutigen Anlagen sondern im weiteren Sinne dem „Hüttenaltstandort“ geschuldeten Quellen sowie Quellen, die durch Wiederaufwirbelungen abgelagerter Stäube entstehen: Schwermetallstäube, die im Laufe der Zeit im Umfeld der Anlagen niedergeschlagen sind, werden durch die Verkehre, die teilweise den Hütten, teilweise anderen Betrieben z.B. der Baustoffbranche zuzuordnen sind und öffentliche Verkehre aber auch durch meteorologischer Effekte wieder aufgewirbelt und tragen zu den Immissionsmessergebnissen bei (Sekundärimmissionen). Der jeweilige Quellanteil ist nicht quantifizierbar. Bautätigkeiten wie z.B. in 2013 die Errichtung eines Transportbetonwerkes im Nahbereich der Hütten führen durch Bodenbewegungen ebenfalls zu Staub- und damit Schwermetallemissionen.



Diese unterschiedlichen Quellarten beeinflussen je nach Angriffsfläche, Lage und Quelhöhe das Maß der Schwermetallemission. Auf dem Übertragungsweg (Transmission) zum Immissionsmesspunkt sind wiederum verschiedenste Ausbreitungsparameter für die gemessene Immission von Bedeutung:

- Windrichtung, Windstärke, Windstärkenschichtungen, Turbulenzen, Feuchte, Temperatur, ... (meteorologische Einflüsse)
- Strömungshindernisse (Gelände, Bebauung, Bewuchs, Rauigkeiten, ...) führen windrichtungsabhängig z.B. zu „Düseneffekten in Gassen und Leewirbel an Hindernissen etc.
- Messergebnisse sind darüber hinaus prinzipiell mit Unsicherheiten behaftet. (Siehe dazu die Ausführungen in den jeweiligen Messberichten.)
- Schließlich besteht bei öffentlich zugänglichen Messpunkten zumindest theoretisch die Möglichkeit von unerkannten Manipulationen; hier gibt es allerdings keine besonderen Verdachtsmomente

Eine Diskussion der Veränderungen an jedem einzelnen Beurteilungspunkt ist nicht zielführend, da die Aussagen nicht belastbar wären. Die Veränderungen hängen von zahlreichen Parametern ab, die nicht quantifizierbar sind. Unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten zeigt sich anhand der Jahresgebietsmittelwerte (JMW im Gebiet; siehe Anhang zum Immissionsmessprogramm Nordenham 2013) ein grundsätzlicher Trend im Beobachtungsgebiet. Danach hat sich im Vergleich zum Vorjahr 2012 und zum Jahresmittel aus 2008 bis 2012 folgende Veränderung ergeben:

Parameter	2013 JMW im Gebiet	2012 JMW im Gebiet	2008-2012 Ø JMW im Gebiet
Staubniederschlag (g/(m ² d))	0,085	0,071	0,076
Bleideposition (µg/(m ² d))	112	98	139
Cadmiumdeposition (µg/(m ² d))	1,4	1,31	1,85
Zinkdeposition (µg/(m ² d))	292	319	415

Die Tabelle zeigt Zunahmen im Vergleich zum Vorjahr 2012 bei allen Messparametern bis auf die Zinkdeposition. Im Vergleich zum Langzeitjahresmittel (Ø JMW im Gebiet) ist aber nur ein Anstieg bezogen auf den Gesamtstaubniederschlag gegeben.

Von den Hütten wurden und werden erhebliche Anstrengungen unternommen, die diffusen Emissionen herrührend von Quellen auf den Hüttengeländen zu minimieren, um dadurch einen



entscheidenden Beitrag zu liefern, um zukünftig die Depositionswerte für Blei und Cadmium einzuhalten. Hier sind folgende Maßnahmen zu nennen, die zur Minimierung der diffusen Quellen bereits durchgeführt worden sind bzw. ständig betriebsbegleitend durchgeführt werden:

Zinkhütte

- Reinigen von freien Flächen (Daueraufgabe)
- Verstärkter Einsatz des Sprühwagens (Daueraufgabe)
- Verschließen von Gebäudeöffnungen (Daueraufgabe; nach Stürmen werden die Gebäude auf Beschädigungen überprüft)
- Ausbessern von Straßen und Plätzen (Daueraufgabe; ständiger LKW-Verkehr, Frostschäden)
- Reduzierung des Fahrzeugverkehrs im Werksgelände durch direkte Zufahrt von der Jarofixanlage zur Johannastraße
- Anbindung des Vorstofflagers 2 an die Förderstrecke von der Pier
- Automatische Tore für das Konzentratlager
- Asphaltierung/Ausbesserung der Werkstrasse zur Pier

Bleihütte:

- Schließung der Dachreiter der Raffinationshalle
- Reinigen von freien Flächen (Daueraufgabe)
- Verstärkter Einsatz des Sprühwagens (Daueraufgabe)
- Verschließen von Gebäudeöffnungen (Daueraufgabe; nach Stürmen werden die Gebäude auf Beschädigungen überprüft)
- Ausbessern von Straßen und Plätzen (Daueraufgabe; ständiger LKW-Verkehr, Frostschäden)
- Optimierung des Abhubhandlings

Soweit und solange die Blei- und Cadmiumdepositionswerte die jeweiligen Immissionswerte überschreiten, sind wesentliche Änderungen der Hüttenbetriebe (und der genehmigungsbedürftigen Logistikbetriebe, die mit den betreffenden Schwermetallen umgehen) nur im Rahmen einer „Verbesserungsgenehmigung“ nach § 6 Abs. 3 BImSchG unter Beachtung der Ausführungen unter Nrn. 4.5.2 und 4.8 der TA Luft 2002 möglich.



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 Immissionsmessprogramme Nordenham, Internetseite:
<http://www.umwelt.niedersachsen.de/luft/LUEN/sonderberichte/depositionsmessungen-in-nordenham-100673.html>
- 4 Mitteilung des Staatlichen Gewerbeaufsichtsamtes Oldenburg, E-Mail vom 20.03.2013
- 5 Aus E-Mail des Staatl. Gewerbeaufsichtsamtes Oldenburg vom 16.08.2012
- 6 VDI-Richtlinie 4320 Blatt 2 - Messung atmosphärischer Depositionen – Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode
- 7 VDI-Richtlinie 2463 Blatt 11 – Messen von Partikeln – Messen der Massenkonzentration – Filterverfahren – Filterwechsler DIGITEL DHA 80
- 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)



Anhang

Tabelle A1: Staubniederschläge 2013 im Vergleich mit den Jahren 2008 – 2012

Beurteilungspunkt	Staubniederschlag in g/(m ² d)						
	Jahr						
	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2008-2012 ¹⁾
NM1.3	0,039	0,052	0,083	0,041	0,045	0,042	0,052
NM2.6	0,210	0,124	0,161	0,188	0,153	0,088	0,143
NM2.7	0,243	0,154	0,086	0,157	0,145	0,073	0,123
NM3.2	0,033	0,036	0,045	0,040	0,112	0,048	0,056
NM3.3	0,059	0,081	0,050	0,053	0,050	0,053	0,057
NM3.4	0,069	0,059	0,086	0,046	0,100	0,149	0,088
NM3.5	0,052	0,046	0,048	0,054	0,052	0,080	0,056
NM3.6	0,109	0,087	0,087	0,088	0,093	0,058	0,083
NM4.3	0,061	0,056	0,057	0,051	0,047	0,052	0,052
NM4.31	0,068	0,048	0,083	0,056	0,051	0,090	0,065
NM4.32²⁾	0,059	0,039					
NM4.4	0,069	0,063	0,070	0,081	0,074	0,091	0,076
NM4.5	0,075	0,118	0,069	0,063	0,071	0,062	0,076
NM5.2	0,109	0,114	0,106	0,100	0,114	0,113	0,109
NM5.3	0,043	0,054	0,061	0,046	0,071	0,052	0,057
NM5.4	0,071	0,053	0,087	0,120	0,058	0,071	0,077
NM5.6²⁾	0,046	0,078					
NM6.5²⁾	0,132	0,082					
NM8.3	0,051	0,058	0,054	0,053	0,058	0,050	0,055
NM8.31	0,070	0,064	0,063	0,069	0,101	0,060	0,071
NM8.4	0,057	0,058	0,053	0,086	0,126	0,080	0,081
NM10.3	0,061	0,047	0,057	0,051	0,059	0,055	0,054
NM10.31	0,157	0,051	0,070	0,075	0,111	0,142	0,090
Gebietsmittelwert	0,085	0,071	0,074	0,076	0,085	0,075	0,076
Abweichung	12,1 % ³⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2008 – 2012

²⁾ Messstelle ab 2012

³⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2008 - 2012 (NM4.32, NM5.6, NM6.5 unberücksichtigt)



Tabelle A2: Blei-Depositionen 2013 im Vergleich mit den Jahren 2008 – 2012

Beurteilungspunkt	Blei-Depositionen in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$						
	Jahr						2008-2012 ¹⁾
2013	2012	2011	2010	2009	2008		
NM1.3	18	18	18	40	52	40	33
NM2.6	62	51	58	68	71	89	67
NM2.7	52	41	39	61	56	76	54
NM3.2	22	22	30	44	57	40	39
NM3.3	34	32	33	53	58	54	46
NM3.4	61	71	63	88	124	130	95
NM3.5	89	116	120	140	149	270	159
NM3.6	110	80	122	172	107	171	130
NM4.3	97	83	185	223	118	117	145
NM4.31	123	96	189	233	138	121	155
NM4.32²⁾	143	139					
NM4.4	432	337	408	430	541	356	414
NM4.5	251	268	300	375	315	421	336
NM5.2	64	28	29	49	46	53	41
NM5.3	80	105	138	165	139	167	143
NM5.4	147	105	94	404	189	150	188
NM5.6²⁾	35	42					
NM6.5²⁾	42	36					
NM8.3	61	54	91	101	95	70	82
NM8.31	57	51	53	60	119	113	79
NM8.4	84	77	92	137	120	160	117
NM10.3	111	87	147	269	122	158	157
NM10.31	280	239	266	307	348	343	300
Gebietsmittelwert	112	98	124	171	148	155	139
Abweichung	-19,7 % ³⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2008 – 2012

²⁾ Messstelle ab 2012

³⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2008 - 2012 (NM4.32, NM5.6, NM6.5 unberücksichtigt)



Tabelle A3: Cadmium-Depositionen 2013 im Vergleich mit den Jahren 2008 – 2012

Beurteilungspunkt	Cadmium-Depositionen in µg/(m²d)						
	Jahr						
	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2008-2012 ¹⁾
NM1.3	0,26	0,36	0,43	0,49	0,77	0,68	0,55
NM2.6	1,11	0,81	1,01	1,12	1,21	1,13	1,06
NM2.7	0,78	0,61	0,58	0,86	0,96	0,91	0,78
NM3.2	0,26	0,25	0,39	0,47	0,65	0,52	0,46
NM3.3	0,41	0,46	0,53	0,70	0,75	0,70	0,63
NM3.4	0,95	1,55	1,19	1,69	1,96	1,84	1,65
NM3.5	1,49	1,73	1,60	1,85	2,25	3,20	2,12
NM3.6	2,19	2,50	1,90	2,88	2,54	1,95	2,35
NM4.3	0,94	0,76	1,24	2,57	1,49	1,85	1,58
NM4.31	1,19	0,95	1,54	2,38	1,73	1,56	1,63
NM4.32²⁾	1,48	1,24					
NM4.4	4,15	4,84	5,21	6,49	9,15	8,56	6,85
NM4.5	3,51	3,24	3,47	3,03	3,45	4,26	3,49
NM5.2	0,75	0,31	0,38	0,65	0,71	0,77	0,57
NM5.3	0,80	0,63	1,02	1,90	2,00	1,58	1,43
NM5.4	1,57	1,20	1,15	3,59	2,30	1,52	1,95
NM5.6²⁾	0,36	0,49					
NM6.5²⁾	0,62	0,42					
NM8.3	0,77	0,55	0,85	1,18	1,19	0,98	0,95
NM8.31	0,83	0,91	0,89	1,03	1,91	1,63	1,27
NM8.4	1,53	2,01	2,00	2,38	2,26	3,14	2,36
NM10.3	1,02	0,86	1,10	2,34	2,23	2,00	1,71
NM10.31	3,58	1,64	2,32	4,75	3,87	5,04	3,52
Gebietsmittelwert	1,40	1,31	1,44	2,12	2,17	2,19	1,85
Abweichung	-23,9 % ³⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2008 – 2012

²⁾ Messstelle ab 2012

³⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2008 - 2012 (NM4.32, NM5.6, NM6.5 unberücksichtigt)



Tabelle A4: Zink-Depositionen 2013 im Vergleich mit den Jahren 2008 – 2012

Beurteilungs- punkt	Zink-Depositionen in $\mu\text{g}/(\text{m}^2\text{d})$						
	Jahr						2008-2012 ¹⁾
2013	2012	2011	2010	2009	2008		
NM1.3	43	62	72	92	137	96	92
NM2.6	231	203	155	216	248	217	208
NM2.7	117	101	116	153	153	167	138
NM3.2	43	40	69	98	163	132	100
NM3.3	94	103	86	161	153	155	132
NM3.4	186	330	246	300	376	383	327
NM3.5	308	387	291	366	451	626	424
NM3.6	455	409	334	478	408	360	398
NM4.3	202	170	266	618	369	400	365
NM4.31	169	160	308	499	347	387	340
NM4.32²⁾	364	403					
NM4.4	1402	2034	1899	1754	2269	3325	2256
NM4.5	761	887	821	680	763	912	812
NM5.2	143	95	117	227	234	192	173
NM5.3	132	111	165	359	292	271	240
NM5.4	382	168	201	570	613	284	367
NM5.6²⁾	72	69					
NM6.5²⁾	116	60					
NM8.3	98	83	186	277	208	188	189
NM8.31	150	180	157	187	342	328	239
NM8.4	298	443	450	509	450	616	494
NM10.3	159	147	209	471	343	386	311
NM10.31	476	260	499	1125	624	958	693
Gebiets- mittelwert	292	319	332	457	447	519	415
Abweichung	-29,6 % ³⁾						

¹⁾ Fünfjahresmittelwert der Jahre 2008 – 2012

²⁾ Messstelle ab 2012

³⁾ Abweichung bezogen auf den "Fünfjahresmittelwert" 2008 - 2012 (NM4.32, NM5.6, NM6.5 unberücksichtigt)