

**INVESTITIONEN zur VERMINDERUNG von UMWELTBELASTUNGEN
PROGRAMM des BUNDESMINISTERS für UMWELT, NATURSCHUTZ
und REAKTORSICHERHEIT**

LUFTREINHALTUNG

Abschlussbericht

Emissionsminderungsmaßnahmen in der Sekundärhütte (RWN)

von

Dr. Hans – Joachim Velten



**Hovestraße 50
D-20539 Hamburg**

Vorsitzender des Vorstandes

Dr. Werner Marnette

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Hamburg Juli 2005

Berichts-Kennblatt

Berichtsnummer 1. UBA III 2.2- 50 441-11/24	2. Luftreinhaltung	3.
4. Titel des Berichts Emissionsminderungsmaßnahmen in der Sekundärhütte (RWN)		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Dr. Hans – Joachim Velten	8. Abschlußdatum 01.07.2005	
9. Veröffentlichungsdatum		
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Norddeutsche Affinerie AG Hovestrasse 50 D-20539 Hamburg	10. Vorh.-Nr. 20083	
11. Seitenzahl 16(33)		
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 1000 Berlin 33 Umweltbundesamt Postfach 1406 06813 Dessau	12. Literaturangaben	
13. Tabellen..... 9		
14. Abbildungen..... 13		
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung Maßnahmen zur weitergehenden Verminderung diffuser Emissionen an Staub, Schwermetallen und Arsen in der Sekundärhütte (RWN) der Norddeutschen Affinerie AG , Hamburg. Das Vorhaben beinhaltet die energieoptimierte Erfassung diffuser Emissionen mit Hilfe eines Haus in Haus – Konzepts, die Reinigung der Nebenhauben-abluft in einer Filteranlage und die Einhausung eines Lagerplatzes		
17. Schlagwörter Staubemissionen, Feinstaubmissionen, Schwermetalle, Arsen, Kupfer, diffuse Emissionen		
18.	19.	20.

Report - Coversheet

1. UBA III 2.2 - 50 441-11/24	2. Air pollution control	3.
4. Report Title Reduction in emissions in the secondary smelter		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Dr. Hans – Joachim Velten	8. Report Date 01.07.2005	
	9. Publication Date	
6. Performing Organisation (Name, Address) Norddeutsche Affinerie AG Hovestrasse 50 D-20539 Hamburg	10. Report-No. 20083	
	11.No. of Pages 16 (33)	
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt, Bismarckplatz 1, 1000 Berlin 33, Germany	12. No. of References	
Umweltbundesamt Postfach 1406 06813 Dessau	13. No. of Tables..... 9	
	14. No. of Figures.... 13	
15. Supplementary Notes		
16. Abstract Advanced measures to further reduce fugitive emissions of PM₁₀, heavy metals and arsenic in the secondary smelter (RWN) of Norddeutsche Affinerie AG, Hamburg. The project comprises an energy optimised covering of fugitive emissions by using a house in house concept, cleaning of the secondary hood ventilation air in a baghouse plant and housing of the stock yard for the intermediates of the secondary smelter		
17. Keywords Dust emissions, PM₁₀, heavy metals, arsenic, copper, fugitive emissions		
18.	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1.	Einleitung.....	1
1.1.	Das Unternehmen Norddeutsche Affinerie	1
1.1.1.	Beschreibung des Verhüttungsprozesses in der Hamburger Sekundärhütte (RWN)	1
1.1.2.	Beschreibung des vom Projekt umfassten Anlagenteils	2
1.2.	Emissionssituation vor Vorhabensbeginn.....	3
1.3.	Zielsetzung des Vorhabens	4
2.	Anlagentechnik.....	5
2.1.	Grundkonzept und Auslegung	5
2.2.	Änderungen im Bereich der Steinkonverteranlage (RWN)	5
2.2.1.	Installation der Nebenhauben.....	5
2.2.2.	Filteranlagen zur Reinigung der Nebenhaubenabluft	7
2.2.3.	Formenverfahreinrichtung	7
2.3.	Einhausung des Zwischenproduktplatzes	9
3.	Zeitlicher Ablauf des Vorhabens.....	10
3.1.	Planung	10
3.2.	Bau und Optimierung.....	10
3.3.	Bauphase	11
3.4.	Optimierung der Nebenhaubenabsaugung.....	11
4.	Betriebskosten.....	12
4.1.	Investitionen	12
4.2.	Laufende Kosten und Wirtschaftlichkeit des Vorhabens.....	12
5.	Energie, Abfall und Abwasser	13
6.	Erfolgskontrolle.....	14
6.1.	Basis der Erfolgskontrolle.....	14

6.2.	Messstrategie	14
6.3.	Ergebnisse der Erfolgskontrolle.....	14
7.	Zusammenfassung	15

Anhang

Abbildungen

Abb. 1:	Verarbeitung NE – metallhaltiger Materialien in der Sekundärhütte (RWN)	20
Abb. 2:	Lageplan der Konverterhalle und System zur Erfassung und Reinigung diffuser Emissionen in der Sekundärhütte	21
Abb. 3:	Einhausung des Konverters in der Konverterhalle Fehler! Textmarke nicht definiert.	

Probenahme und Messergebnisse

1.	Probenahmestellen: Maße und Anordnung	23
1.1	Lage der Messpunkte im Dachreiter der Konverterhalle (RWN).....	23
2.	Zusammenfassung der Messergebnisse.....	24
2.1	Dachreitermessungen	24
2.1.1	Kupferbleistein-Arbeit	24
2.1.2	Kupferstein-Arbeit.....	24
2.1.3	Zusammenstellung der PM ₁₀ und PM _{2,5} – Werte	25
2.1.3.1	Kupferbleistein – Arbeit	25
2.1.3.2	Kupferstein – Arbeit.....	25
2.2	Emissionen der Nebenhaubenfilteranlage (Esse 2)	26
2.2.1	Messungen 1 und 2 – Kupferbleisteinarbeit sowie Messung 3 und 4 – Kupfersteinarbeit	26
2.3	Emissionen beim Gießen im Freien in Kokillen, Pfannen bzw. Kübel.....	27

3.	Vergleich der maximalen Absaugmengen (m_N^3/h) im Bereich der Steinkonverteranlage vor und nach Vorhabensdurchführung.....	28
----	--	----

Bilder aus der Bauphase

•	Blick in die Konverterhalle vor Realisierung der Maßnahmen zur weiteren Verminderung diffuser Emissionen.....	29
•	Warmhalteofen mit bestehender Haube.....	29
•	Neue, zusätzliche Einhausung des Warmhalteofens	30
•	Stahlbau der Einhausung (Konverter)	30
•	Neue Einhausung des Warmhalteofens, Kübel- und Pfannentransport auf Schienen	31
•	Wirksame Absaugung beim Kübeltransport	31
•	Zwischenproduktplatz vor Realisierung der Maßnahmen zur weiteren Verminderung diffuser Emissionen.....	32
•	Einhausung des Zwischenproduktplatzes	32
•	Ansicht Sekundärhütte heute	33

Vorwort

In diesem Bericht werden Maßnahmen zur weitergehenden Verminderung diffuser Emissionen von Feinstaub, Schwermetallen und Arsen in der Sekundärhütte der Norddeutschen Affinerie AG am Standort Hamburg beschrieben.

Das Projekt wurde aus Mitteln des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Programms zur Förderung von Demonstrationsvorhaben gefördert und in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt durchgeführt.

Für die Bewilligung der Fördermittel danken wir Umweltminister Trittin. Des Weiteren danken wir den Mitarbeitern des Umweltministeriums, der KfW und des Umweltbundesamtes für die Unterstützung des Projekts.

1. Einleitung

1.1. Das Unternehmen Norddeutsche Affinerie

Die Norddeutsche Affinerie AG (NA) ist ein im MDax börsennotiertes Unternehmen, das in einem integrierten Hüttenbetrieb vor allem Kupfer aus Kupfererzkonzentraten, Altkupfer und Recyclingstoffen gewinnt und in eigenen Anlagen zu Halbfertigwaren wie Draht und Stranggussprodukten weiterverarbeitet. Zu den Hauptprodukten zählen außerdem Schwefelsäure und Eisensilikat. Daneben werden Edelmetalle, Blei, Nickel, Selen, Tellur, Antimon und Wismut in elementarer Form oder als Salze ausgebracht.

Das 1866 in Hamburg gegründete Unternehmen, eine der ältesten Aktiengesellschaften Deutschlands, ist heute der größte Kupferproduzent Europas und zudem der weltgrößte Kupferrecycler. Er produziert jährlich ca. 800.000 Tonnen Kupfer und Kupferprodukte und zählt mit seinen rund 3.100 Mitarbeitern auch international zu den führenden Kupfererzeugern. Das Kerngeschäft ist mit einer Kapazität von 560.000 t pro Jahr die Gewinnung von Kupferkathoden aus Kupferkonzentraten, Altkupfer und Recyclingstoffen. Etwa 40 % dieser Menge stammen aus dem Recycling von Sekundärmaterialien. An die Kupfergewinnung schließt sich die Weiterverarbeitung zu Gießwalzdraht, Stranggussformaten, Walzprodukten und Kupferlegierungen an. Edelmetalle sind ebenfalls ein wichtiger Produktbereich. Als weitere Spezialprodukte erzeugt und vermarktet der NA-Konzern alle wichtigen Begleitelemente aus der Kupfererzeugung. Daraus werden u. a. Schwefelsäure und Eisensilikatgestein hergestellt. Die NA gehört dem Prime Standard-Segment der Deutschen Börse an und ist im MDAX gelistet.

1.1.1. Beschreibung des Verhüttungsprozesses in der Hamburger Sekundärhütte (RWN)

In der RWN verarbeitet die NA hauptsächlich komplexe sekundäre Rohstoffe. Dies sind im Wesentlichen kupfer-, edelmetall-, blei- und nickelhaltige Hüttenzwischenprodukte, Recyclingmaterialien und Abfälle, die weltweit eingekauft oder von der NA selbst produziert werden (siehe Abb. 1, Anhang)

Das Kernstück der Hütte war zunächst eine weltweit übliche Schachtofenanlage. Diese wurde Anfang der 90er Jahre im Zuge eines integrierten Umweltschutzkonzeptes durch eine Elektroofenanlage ersetzt und damit eine deutliche Verbesserung des Umweltschutzes erzielt.

Im Elektroofen werden in Abhängigkeit von den zur Verfügung stehenden Vorstoffen in verschiedenen aufeinanderfolgenden Kampagnen Werkblei oder Schwarzkupfer als Metallphase sowie Kupfer- oder Kupferbleistein als sulfidische Phase produziert. Weitere Produkte des Elektroofens sind im Wesentlichen Flugstaub und Eisensilikat.

Zur Sekundärhütte gehört die Steinkonverteranlage RWN, die Kupferbleistein bzw. Mischungen aus Kupferstein und Schwarzkupfer aus der Elektroofenanlage verarbeitet und daraus ein Konverterkupfer zur Weiterverarbeitung in der Primärhütte gewinnt. Die dabei erzeugten bleireichen Konverterschlacken und Flugstäube sowie die kupferreichen Schlacken werden zur Gewinnung von Metallen wie Blei und Kupfer in den Elektroofen zurückgeführt.

Der Transport der schmelzflüssigen Phasen aus dem E-Ofen zur Konverterhalle erfolgt in Stahlgusskübeln zunächst gleisgebunden und, innerhalb des Kranbereiches, mit Hilfe der vorhandenen Laufkrane.

1.1.2. Beschreibung des vom Projekt umfassten Anlagenteils

Warmhalteofen und Steinkonverter befinden sich in einer ca. 80 m langen Halle, durch deren gesamte Länge sowie über den angrenzenden Zwischenproduktplatz vor Realisierung des geförderten Projekts eine Kranbahn führte, auf der Laufkrane arbeiteten. Die Halle besitzt über die gesamte Länge einen Dachreiter.

Die Steinkonverteranlage besteht heute aus einem Trommel-Warmhalteofen und einem Steinkonverter vom Typ Peirce-Smith, der chargenweise arbeitet. Der Warmhalteofen hat die Aufgabe, den kontinuierlich im E-Ofen produzierten Stein während der Laufzeit der Konvertercharge zu sammeln und warmzuhalten.

Weiterhin erfolgt im Bereich der Steinkonverteranlage die erforderliche Trennung und das Gießen der wertmetallhaltigen schmelzflüssigen Phasen aus dem Elektroofen, soweit diese nicht im Steinkonverter verarbeitet werden.

Die dazu notwendigen Umfüll- und Gießprozesse erfolgen zum einen über ein abgesaugtes Gießkarussell (Kupferbleistein bzw. Konverterschlacke II zur Weiterverarbeitung im E-Ofen) oder aber in der Konverterhalle in speziellen Pfannen und Formen, die je nach Kampagne in unterschiedlicher Anzahl und Ausführung aufgebaut werden. Nach dem Erstarren einzelner Phasen erfolgt mittels Hallenkrane die Abtrennung der festen Bestandteile und das weitere Vergießen der verbleibenden schmelzflüssigen Phase.

Auf dem an die Konverterhalle angrenzenden Platz erfolgen die Zwischenlagerung und der Umschlag der vergossenen wertmetallhaltigen Produkte aus Steinkonverter und E-Ofen sowie des Kübelausbruchs aus den Transportkübeln. Nach ausreichender Abkühlung werden die Materialien zur Weiterverarbeitung zum Elektroofen bzw. zu anderen Betrieben der NA transportiert.

1.2. Emissionssituation vor Vorhabensbeginn

Mit der Stilllegung der Schachtofenhütte und der Überführung der Produktion in den neu errichteten Elektroofen in den frühen 90er Jahren wurde der Stand der Technik für die Verarbeitung NE - metallhaltiger Sekundärmaterialien weiterentwickelt und ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der Emissionssituation der RWN geleistet. Darüber hinaus konnten am Elektroofen durch Installation umfangreicher Nebenhaubenfilteranlagen zusätzliche Verbesserungen erzielt werden. Der Schwerpunkt der restlichen Schwermetall-Emissionen der RWN verlagerte sich seit diesem Zeitpunkt in den Bereich der Steinkonverteranlage Nord.

Die Prozessabgase des Steinkonverters werden - wie weltweit üblich - über **eine** Haube abgesaugt und anschließend gereinigt. Mit dieser Standard - Technologie wurden die beim Ein- und Ausgießen schmelzflüssiger Materialien auftretenden diffusen Emissionen nur ungenügend erfasst. Ähnliche Verhältnisse bestanden am Warmhalteofen.

Die mit den Umfüll- und Gießvorgängen in der Konverterhalle verbundenen Emissionen konnten nur teilweise aufgefangen werden. Die nicht erfassten Emissionen haben Auswirkungen auf die Arbeitsplätze und treten aufgrund der Thermik-Strömung über die Dachreiter aus der Halle aus. Diese diffusen Emissionen haben maßgeblichen Einfluss auf die Immissionssituation im Nahbereich der Sekundärhütte.

Eine Erweiterung der vorhandenen Hauben bzw. die Installation von Nebenhauben war aufgrund des für diese Anlagen üblichen Kranbetriebs nicht möglich. Die Errichtung weiterer lokaler Absaugungen, z. B. an den Gießpfannen und Formen, hätte - ebenfalls wegen des Kranbetriebes (Gießen und Phasentrennen) - nur zu einer geringfügigen Verminderung lokaler Emissionen geführt, ohne das Gesamtproblem lösen zu können.

Die Absaugung der gesamten Halle ist wegen der Hallengröße technisch und ökologisch nicht sinnvoll, da große Abluftvolumina zu bewältigen wären. Damit verbunden ist ein hoher Energieverbrauch und eine sich trotz sehr geringer Staubkonzentrationen im gereinigten Nebenhaubenabgas ergebenden relevanten Emissionsfracht. Dies stünde im krassen Widerspruch zu der umweltpolitischen Zielsetzung, Energie - Einsatz und CO₂ – Emissionen zu vermindern. Außerdem wäre kaum eine Verbesserung der Arbeitsplatzsituation in der Halle zu erwarten gewesen.

Darüber hinaus traten auf dem Zwischenproduktplatz beim Umschlagen der festen Materialien diffuse Staubemissionen, insbesondere bei Windeinwirkung, auf, die nicht wirksam verhindert werden konnten.

1.3. Zielsetzung des Vorhabens

Ziel der nachfolgend beschriebenen Maßnahme war es, die verbliebenen diffusen Emissionen der Steinkonverteranlage der RWN deutlich zu verringern und damit die Immissionssituation im Nahbereich der Hütte zu verbessern.

Die diffusen Emissionen aus dem Betrieb von Warmhalteöfen und Konverter sowie beim Gießen flüssiger Zwischenprodukte zur Phasentrennung sollten weitestgehend erfasst und in einem Nebenhaubenfiltersystem entstaubt werden. Die Emissionen aus dem Umschlag fester Stoffe sollten durch eine Einhausung zurückgehalten werden.

Mit den zur Förderung beantragten Maßnahmen wurde angestrebt, diese diffusen Emissionen bei Staub, Arsen, Kupfer, Blei und Cadmium um 60% bis 70 % zu vermindern. Diesen Angaben berücksichtigten bereits die zusätzlichen gerichteten Emissionen, die durch den Betrieb der erweiterten Filterkapazität für die Reinigung der Nebenhaubenabluft zu erwarten waren. Wir gingen davon aus, dass nach Durchführung der beschriebenen Maßnahmen die von der EU-Kommission vorgeschlagenen „Assessment thresholds“ für Arsen und Cadmium (4. Tochterrichtlinie zur Luftqualitätsrichtlinie) an der nahegelegenen Immissionsmessstelle auf Kaltehofe erreicht werden können.

Abfall bzw. Abwasser sollten durch die geplanten Maßnahmen nicht entstehen, da die abgeschiedenen Flugstäube innerhalb der RWN zur Gewinnung der darin enthaltenen Metalle verarbeitet werden können.

2. Anlagentechnik

2.1. Grundkonzept und Auslegung

Zur deutlichen Verbesserung der Emissionssituation in der Steinkonverteranlage der RWN wurde folgendes Konzept verfolgt:

- Erfassen diffuser Emissionen unmittelbar an der Quelle durch geeignete Einhausungen und Absaugungen sowie durch einen mechanisierten Transport der Formen und Gießpfannen nach dem Befüllen in abgesaugten Bereichen. Unterbrechung der Kranbahn durch Bau von zwei „Haus in Haus“- Hauben mit separaten Chargierkatzen.
- Optimierung der erforderlichen Absaugmengen durch geeignete Regeleinrichtungen.
- Gegebenenfalls Anwendung einer Trockensorption zur Konditionierung des Abgases.
- Reinigung der erfassten Nebenhaubenabgase in vorhandenen und reaktivierten Schlauchfilteranlagen.
- Weitestgehende Rückhaltung staubförmiger Emissionen durch 3 - seitige Umschließung des Umschlagplatzes für feste Stoffe.

Durch die weitgehende Einhausung sowie die Erfassung und Absaugung diffuser Emissionen werden auch die Wärmeeinträge in die Halle vermindert. Hiermit ist sowohl ein geringerer Auftrieb der Hallenluft als auch eine Verminderung der Emissionen über die Dachreiter verbunden.

Eine Hallenabsaugung wurde verworfen. Die Erfassung der diffusen Hallenemissionen hätte ein Absaugvolumen von 800.000 – 1.000.000 m³/h und damit einen unangemessenen Filter- und Energiebedarf erfordert. Eine positive Auswirkung auf die Arbeitsplatzsituation war nicht zu erwarten.

2.2. Änderungen im Bereich der Steinkonverteranlage (RWN)

2.2.1. Installation der Nebenhauben

Aufgrund der geringen verfügbaren Höhe zwischen Konverter bzw. Warmhalteofen und der Kranbahn war es nicht möglich, die bisherigen Hauben ausreichend zu erweitern (beispielsweise wie die den Stand der Technik darstellende Hauben-

konstruktion an den Peirce - Smith - Konvertern im Bereich der heutigen Kupfererzkonzentrat-Verarbeitung der NA).

Deshalb wurden um den Steinkonverter und den Warmhalteofen herum quer zur Halle zwei neue Absaughauben „Haus in Haus“ errichtet, die diese Aggregate und den gesamten Bereich davor bis zur gegenüberliegenden Gebäudewand einfassen. Damit befinden sich alle emissionsträchtigen Ofenöffnungen in jeder Position immer innerhalb der Hauben (siehe Abb. 3).

Die neu zu errichtenden Hauben mussten deutlich über die vorhandene Kranbahn hinaus ragen, so dass eine Durchfahrt der Hallenkrane nicht mehr möglich war. Aus diesem Grund wurde in jeder Haube eine separate fernbedienbare Krananlage installiert, die die Aufgaben der Hallenkrane beim Befüllen und Entleeren von Warmhalteofen und Konverter, beim Umfüllen von Kübeln, beim Gießen in Formen und Pfannen sowie den gesamten Kübeltransport im Haubeninneren übernimmt.

Da die Krane nicht mehr den gesamten Hallenbereich durchqueren konnten und eine direkte Bedienung von Warmhalteofen bzw. Steinkonverter nicht mehr möglich war, wurden alle Transporte zwischen Warmhalteofen und Konverter auf schienengebundenen Verkehr verlagert. Dies eröffnete die Möglichkeit, einen Großteil des Transportwegs durch entsprechende Hauben über den Schienen abzusaugen, so dass nur im Bereich der zwingend erforderlichen Durchfahrt für Gabelstapler und Schaufellader (sowie im Reparaturfall für Autokrane usw.) Öffnungen erforderlich waren.

Für den Befüllvorgang der Bleiformen (ein Gießvorgang, der nicht innerhalb der Absaughauben möglich ist) wurde eine zusätzliche stationäre Schlitzabsaugung gebaut.

Mit dem neuen Konzept kann schmelzflüssiges Material vom Elektroofen per Bahn im Kübel direkt unter die Haube am Warmhalteofen angeliefert werden, so dass die Bestimmung des Kübelinhalts mittels Stangenprobe unter Absaugung vorgenommen werden kann. Aus dieser Probe ergeben sich die nachfolgenden Arbeitsschritte, wie z.B. das Befüllen des Warmhalteofens, der Weitertransport zum Steinkonverter oder das Vergießen von Zwischenprodukten bzw. von metallischen Phasen auf den Formenverfahreinrichtungen (siehe Bilder aus der Bauphase).

2.2.2. Filteranlagen zur Reinigung der Nebenhaubenabluft

Die Hauben am Warmhalteofen und am Steinkonverter sowie die Schlitzabsaugung der Gießstation wurden zusammen mit dem Abgas des Warmhalteofens an vorhandene Schlauchfilteranlagen angeschlossen. Damit wird das gesamte erfasste Abgas entstaubt. Zwei Schlauchfilter sind bereits zur Reinigung der Abgase des Warmhalteofens sowie des Gießkarussells eingesetzt worden. Die übrigen Filter wurden früher für die Entstaubung der Prozess- und Nebenhaubenabgase der Schachtofenanlage betrieben und mussten wieder aktiviert werden. Damit verbunden war eine komplette Instandsetzung und Überarbeitung, um die Abgase dem Stand der Technik entsprechend effektiv reinigen zu können (siehe Abb. 2).

Zur möglichen Konditionierung des Abgases wurde eine Dosiereinrichtung für Konditionierungsmittel gebaut, das bei Bedarf eingesetzt werden kann.

Unter Ziffer 3 des Anhangs ist ein Vergleich der neuen und der früheren Absaugmengen dargestellt. Daraus geht hervor, dass sich mit dem Umbau die maximale Filterkapazität verdreifacht.

Je nach Betriebszustand sorgt eine entsprechende Steuerungstechnik für die Optimierung und Minimierung der abzusaugenden Abluftmengen bei optimaler und wirkungsvoller Ausnutzung der vorhandenen Filterkapazitäten. Gleichzeitigkeitsbetrachtungen haben aufgezeigt, dass die Prozesse so aufeinander abgestimmt sind, dass die maximalen Filterkapazitäten nicht überschritten werden.

Vor-Ort-Bedienelemente und Kontrollanzeigen an den Absaugstellen gewährleisten einen effizienten Einsatz der Absaugung, angepasst an die jeweilige Betriebssituation in den einzelnen Hauben.

2.2.3. Formenverfahreinrichtung

Zur Verlagerung diffuser Emissionen beim Befüllen von Formen und Pfannen unter die Absaughauben wurden vor dem Warmhalteofen und dem Steinkonverter je zwei Formenverfahreinrichtungen installiert. Diese ermöglichen die nahezu vollständige Durchführung aller Gießvorgänge innerhalb der Einhausungen.

Es handelt sich dabei um mittels Seilzug angetriebene Schienenunterwagen, auf denen sich die kampagnen- und vorlaufabhängigen erforderlichen Gießformen und -pfannen befinden. Entsprechend der zu erwartenden Produkte wird im Bereich

des Steinkonverters überwiegend Schwarzkupfer und Blisterkupfer gegossen, am Warmhalteofen je nach Vorlauf vor allem Kupferbleistein zur Weiterverarbeitung im Elektroofen, Konverterschlacke II und metallisches Blei aus dem Elektroofenkübel.

Wird schmelzflüssiges Material vom Elektroofen in die Haube am Warmhalteofen angeliefert und Teilmengen bzw. die Gesamtmenge können nicht im Warmhalteofen bzw. im Steinkonverter verarbeitet werden, so erfolgt unter der abgesaugten Haube das Vergießen der Zwischenprodukte. Dazu wird die Formenverfahreinrichtung in die entsprechende Position gebracht und dann die jeweilige Form bzw. Pfanne befüllt. Ist eine Gießform gefüllt, wird die nächste Form in die Gießposition gefahren usw., so dass alle diese Gießvorgänge innerhalb der Haube stattfinden.

Zu vergießende metallische Stoffe aus dem Warmhalteofen und insbesondere aus dem Steinkonverter werden nach dem Ausgießen in Kübel ebenfalls vom Haubenkran aufgenommen und innerhalb der Hauben wie oben beschrieben auf der Formenverfahreinrichtung vergossen.

Durch entsprechende Gestaltung der Nebenhauben wird außerdem sichergestellt, dass mindestens zwei Wagen mit gefüllten Formen unter Absaugung bleiben, so dass die diffusen Restemissionen bis zur Erstarrung der Oberflächen weitestgehend erfasst werden.

Im Anschluss können die erstarrten Schmelzen in den Formen in den Arbeitsbereichen außerhalb der Hauben abkühlen und nach entsprechender Abkühlzeit mit den neuen fernbedienbaren Hallenkranen entnommen werden.

Konverter- und Schwarzkupfer werden nach dem Ausheben aus den Gießformen durch den Hallenkran östlich des Konverters mittels Gabelstapler aus der Halle gefahren. Anschließend werden die Formen für den nächsten Einsatz auf der Formenverfahreinrichtung neu präpariert.

Die festen Materialien aus den Gießvorgängen zur Phasentrennung am Warmhalteofen werden mit dem Hallenkran östlich der Haube aus den Pfannen entnommen und in Kübeln gesammelt. Kübel mit nur oberflächlich erstarrten Materialien werden außerhalb der Haube vom Hallenkran aufgenommen und auf dafür vorgesehenen Flächen im Bereich des Zwischenproduktplatzes zur vollständigen Erstarrung abgestellt.

Das bei der Phasentrennung in Pfannen anfallende schmelzflüssige metallische Blei wird nach dem Abheben der festen Phase an dem neu zu errichtenden, mit einer Schlitzabsaugung versehenen Gießstand mittels Hallenkran in Bleiformen vergossen. Dieser Vorgang kann nicht innerhalb der Hauben erfolgen. Anschließend werden die Pfannen wieder auf die Formenverfahreinrichtung aufgesetzt und für den nächsten Einsatz präpariert.

Die Präparation der Transportkübel, d.h. das Aufbringen einer schützenden Schlackeschicht, erfolgt in den Einhausungen von Konverter und Warmhalteofen.

2.3. Einhausung des Zwischenproduktplatzes

Über den gesamten Zwischenproduktplatz wurde die Konverterhalle so verlängert, dass alle festen Stoffe innerhalb des Hallendachs umgeschlagen werden können. Mittels des neuen fernbedienten Hallenkran, der die bereits vorhandene und in diesem Bereich nicht unterbrochene Kranbahn nutzt, können die festen Materialien in kranfähigen Kübeln von der Formenverfahreinrichtung des Warmhalteofens oder von der Konverterbahn entnommen und in die vorgesehene Box entleert werden.

Zusätzlich nimmt der Kran auch die von schmelzflüssigem Inhalt befreiten Elektroofenkübel auf und entleert die festen Reste in der entsprechenden Box.

Durch Nutzung von krantransportablen Kübeln ausreichenden Fassungsvermögens entfällt das Umfüllen von bleireicher Konverterschlacke I, so dass die Kübel direkt von der Konverterbahn mittels Kran in den Stellbereich zum Abkühlen transportiert werden können.

Zur Gewährleistung des erforderlichen Fahrzeugverkehrs für den Materialabtransport per Schaufellader oder Gabelstapler bleibt die südliche Wand in der erforderlichen Höhe offen.

3. Zeitlicher Ablauf des Vorhabens

3.1. Planung

Engineering	Ab Juli 2002
Angebotsphase	Ab Oktober 2002
Detailengineering	Ab Februar 2003
Beantragung der BImSchG - Genehmigung	23.10.2003
Antragstellung beim Umweltbundesamt	08.10.2003
Genehmigung des vorzeitigen Vorhabenbeginns, Bestellphase	21.11.2003
Erhalt der BImSchG – Genehmigung	16.11.2004
Erhalt des Zuwendungsbescheides	03.06.2004
1. Zwischenbericht	27.07.2004
2. Zwischenbericht	18.09.2004
3. Zwischenbericht	31.12.2004

3.2. Bau und Optimierung

Beginn der Bauarbeiten	Dezember 2003
Infrastruktur/ Platzbefestigung	Ab Dezember 2003
Gießstraße	Ab Juni 2004
Konverterbahn	Ab Juni 2004
Filter und Abgasrohrleitungen	Ab Dezember 2003
Einhausung Zwischenproduktplatz	Ab Juni 2004
Kalkdosieranlage	Ab Juni 2004
Einhausungen Konverter 4 und Warmhalteofen	Ab März 2003

3.3. Bauphase

Unmittelbar nach Erhalt der Zustimmung für den vorzeitigen Vorhabenbeginn wurden die Arbeiten zur Vorbereitung der Baustelle aufgenommen. Gleichzeitig erfolgten die Bestellungen der Bauteile mit den längsten Lieferfristen und der kurzfristig benötigten Teile. Ein wesentlicher Teil der Baumaßnahmen fand bei laufendem Betrieb statt, dennoch konnte das Projekt fristgerecht abgeschlossen werden. Am 18.11.2004 fand die Einweihung unter Beteiligung des Hamburger Senats, des Umweltbundesamtes und der Öffentlichkeit statt.

Im Anhang werden die verschiedenen Bauphasen dargestellt.

3.4. Optimierung der Nebenhaubenabsaugung

Aufgrund der Bedingungen, die beim Bau des Abluftsystems zu beachten waren, konnte zunächst das optimale Absaugvolumen an Warmhalteöfen und Transportabsaugung nicht erreicht werden. Dies erforderte die Nachrüstung von zwei Schiebegebläsen.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Filtration schwach mit Staub belasteter Abgase ist der Aufbau einer geeigneten Filterhilfsschicht auf dem Filtermaterial. Zu diesem Zweck wird der Nebenhaubenabluft Kalk zugesetzt. Dieses Konditionierungsmittel ist besonders geeignet, weil es die Verarbeitung der separierten Flugstäube zur Gewinnung der darin enthaltenen Metalle bei der Norddeutschen Affinerie nicht negativ beeinflusst. Die Dosierung des Kalks war zu optimieren.

Zur Optimierung der Nebenhauben wurden für die Vorort – Bedienung Wahlschalter mit fest eingestellten, an die jeweiligen Prozessschritte angepassten Absaugmengen installiert. Dies erforderte eine Vielzahl von Messungen während der unterschiedlichen Betriebszustände.

Zur Minimierung des Energieverbrauchs wurden während der Einfahrphase Zu- und Abschaltkriterien für die einzelnen Filteranlagen erarbeitet und festgelegt.

4. Betriebskosten

4.1. Investitionen

Die Investitions- und Nebenkosten für das beschriebene Vorhaben betragen 6,1 Mio €. Davon wurden 1,5 Mio € aus dem Programm des BMU zur Förderung von Demonstrationsvorhaben getragen.

4.2. Laufende Kosten und Wirtschaftlichkeit des Vorhabens

Die Investitionen erbringen keine Wirtschaftlichkeit im Sinne einer Wertschöpfung bzw. eines Pay-back der Investitionsmittel. Es handelt sich um reine Investitionen in Umweltschutztechnik, mit der Folge erhöhter Betriebskosten durch höhere Instandhaltungsaufwendungen, erhöhten Arbeitsaufwand für die Mitarbeiter sowie gestiegenen Energiebedarf für das gleichzeitige Betreiben von bis zu vier Schlauchfilteranlagen, dreier Schiebegebläse und der Schornstein-Schiebeventilatoren.

Mit dem Vorhaben ist ein zusätzlich abzusaugender Volumenstrom von durchschnittlich 120.000 m³/h verbundenen. Daraus ergibt sich ein Mehrverbrauch an Elektroenergie für den Betrieb dieser Anlagen von jährlich ca. 1.600 MWh.

Die Betriebskosten für die vom Vorhaben umfassten Anlagen ersten Betriebsjahr liegen bei 500.000 €/Jahr. Dabei ist zu berücksichtigen, dass wegen kurzen Betriebszeit nur geringe Aufwendungen für die Instandhaltung der Anlagenkomponenten, Krane, Schlauchfilteranlagen etc. angefallen sind..

5. Energie, Abfall und Abwasser

Ein wesentlicher Aspekt bei der Planung des Projekts war die Minimierung des Energieaufwands, der von der Größe des erforderlichen Abluftvolumenstroms bestimmt wird. Ein erheblicher Anteil der Energieerzeugung in Deutschland ist mit Emissionen von CO₂ und anderen Parametern wie NO_x, SO₂ und (schwermetallhaltigem) Staub verbunden. Der Bezug von Fremdstrom bedeutet daher auch eine Verlagerung der Emissionen vom Verbrauchsort auf die Kraftwerke.

Mit dem realisierten „Haus in Haus“ – Konzept konnte der Abluftvolumenstrom auf 250.000 m³/h begrenzt werden. Demgegenüber hätten sich aus einer Hallenabsaugung 800.000 – 1.000.000 m³/h ergeben. Bei einem Energieaufwand von 1,7 kWh/1.000 m³ Abluft errechnet sich bei Nutzung der für die neuen Hauben maximal verfügbaren Absaugkapazität die Einsparung zu 935 – 1.275 kWh. Bei einer Betriebszeit von 330 Tagen pro Jahr beträgt die Energie – Einsparung mehr als 7.400 MWh.

Abfälle entstehen im Zusammenhang mit dem Projekt lediglich in Form verbrauchten Filtermaterials. Dies wird nicht extern entsorgt, sondern wegen des anhaftenden Flugstaubs, der gewichtsmäßig den größeren Anteil ausmacht, Schmelzbetrieben der NA zugeführt. Flugstäube sind ebenso wie metallreiche Schlacken, Werkblei, Kupferbleistein Zwischenprodukte auf dem Wege der Metallgewinnung und werden bei NA weiterverarbeitet. Wasser wird lediglich zur indirekten Kühlung eingesetzt. Die benötigte Menge ändert sich durch das beantragte Vorhaben nicht.

6. Erfolgskontrolle

6.1. Basis der Erfolgskontrolle

Die Grundlage zur Bestimmung der Wirksamkeit der Maßnahmen bilden Emissionsmessungen vor und nach dem Umbau der Anlagen. In dem vom Projekt umfassten Teil der RWN werden verschiedene metallurgische Arbeiten mit unterschiedlichen Emissionen durchgeführt. Zu berücksichtigen waren der Dachreiter der Konverterhalle, der Gießplatz auf dem Zwischenproduktplatz sowie die Esse 2, über die die gereinigte Abluft der Nebenhauben abgeleitet wird. Dementsprechend war es erforderlich, die Emissionen in jeweils zwei Messkampagnen zu bestimmen.

6.2. Messstrategie

Emissionsmessungen an Dachreitern sind aufgrund der konstruktiven Gegebenheiten mit erheblichem apparativen und finanziellen Aufwand verbunden. Für diese Messungen existieren hier noch keine standardisierten Vorschriften. Um an großflächigen Dachreitern wie im vorliegenden Fall die Emissionssituation erfassen zu können, müssen die Messungen an einer größeren Anzahl von Messpunkten gleichzeitig erfolgen. An jedem Messpunkt wurde das Strömungsprofil aufgenommen, um eine optimale Probenahme zu gewährleisten. Die Anordnung der Messpunkte ist der Ziffern 1.1 des Anhangs zu entnehmen. Der Zeitraum der Messungen umfasste jeweils eine Charge, so dass alle in der Halle stattfindenden, mit Emissionen verbundenen Vorgänge erfasst wurden.

Zur Abschätzung der beim Gießen auf dem Zwischenproduktplatz auftretenden diffusen Emissionen erfolgte die Probenahme in der Emissionswolke über dem Kübel in der Ebene der mittleren Strömungsgeschwindigkeit. Unter Berücksichtigung der Fläche in dieser Ebene schätzte das Messinstitut die Emissionen ab.

Grundlage für die Bestimmung der gerichteten Emissionen der Esse 2, über die die gereinigte Nebenhaubenabluft abgeleitet wird, waren die Bestimmungen der einschlägigen VDI – Richtlinien.

6.3. Ergebnisse der Erfolgskontrolle

Die Tabellen 2.1.1 und 2.1.2 (Anhang) zeigen für die jeweilige metallurgische Arbeit eine deutliche Verminderung der Dachreiteremissionen. Sie liegt für die

einzelnen Parameter bei der emissionsträchtigeren Kupferbleisteinarbeit zwischen 75 % und 93 % und bei der Kupfersteinarbeit zwischen 67 % und 96 %. Die über die Dachreiter abgeleitete Metallfracht der angegebenen Parameter reduzierte sich um 82 % bzw. um 78 %.

Die Messungen der Korngrößenverteilung der Dachreiter-Staubemissionen zeigen einen hohen Feinstaubanteil, der für beide metallurgische Arbeiten bei 86-88 % PM₁₀ und 73-76 % PM_{2,5} lag. Nach Abschluß der beschriebenen Umweltschutzmaßnahmen hat sich die Kornverteilung der Dachreiteremissionen trotz z.T. geringer Strömungsgeschwindigkeiten zu einem größeren Korn verschoben (siehe Anhang, Tab. 2.1.3.1 und 2.1.3.2). Dieser Effekt kann mit der Erfassung vornehmlich des Feinkorns durch die Absaughauben erklärt werden.

Die Verminderung der Gießplatzemissionen liegt bei weit über 90 %. Restemissionen werden von den Hallendachreitern erfasst und sind in den dort angegebenen Frachten enthalten.

Die über das Nebenhaubensystem abgesaugte und gereinigte Abluft verursacht zusätzliche Emissionen, die aber nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf das Ergebnis haben.

Das Ziel des Projekts, die diffusen Emissionen um 60 % bis 70 % zu vermindern, wurde damit deutlich übertroffen.

7. Zusammenfassung

Ziel des vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten Vorhabens war die Verminderung der Feinstaubemissionen aus einer Sekundärhütte der Norddeutschen Affinerie in Hamburg im Bereich des Konverters und Warmhalteofens. Die Feinstaubemissionen werden zu großen Teilen über die Dachreiter der Sekundärkupferhütte diffus emittiert. Diese schwermetallhaltigen Feinstäube wirken sich besonders auf die Immissionssituation im Nahbereich der Anlage aus. Die Emissionen sollten mit einem möglichst geringen Energieverbrauch wirksam vermindert und gleichzeitig Verlagerungen von Umweltbelastungen vermieden werden.

Um eine möglichst wirkungsvolle Absaugung mit minimalem Absaugvolumen zu erreichen, wurden der Konverter und der Warmhalteofen mit dem so genannten „Haus in Haus – Konzept“ kleinräumig eingehaust und abgesaugt. Dadurch und durch den Bau weiterer Hauben sowie die Verlegung aller Gießvorgänge von

schmelzflüssigen Materialien unter die Hauben wurde die Verminderung diffuser Emissionen mit einem minimierten Absaugvolumenstrom erreicht. Der sich an die Produktionshalle anschließende Zwischenproduktplatz wurde mit einer Halle überbaut. Damit werden auch Emissionen beim Lagern und Umschlag von Zwischenprodukten weitestgehend verhindert.

Die Gießvorgänge unter den Hauben werden von außen gesteuert. Für den Schienentransport schmelzflüssiger Materialien steht eine abgesaugte Strecke zur Verfügung. Insgesamt führen die durchgeführten Maßnahmen auch zu einer Verbesserung der Arbeitsplatzsituation.

Die Dachreiteremissionen, die aus Feinstäuben mit ca. 87 % PM_{10} und ca. 75 % $PM_{2,5}$ bestanden, konnten um 70 bis 80 % vermindert werden. Mit dem Staub wurden auch die Metallemissionen um ca. 80 % reduziert.

Mit der Verminderung der diffusen Emissionen ist keine Verlagerung von Belastungen in andere Umweltbereiche verbunden. Trotz des Minimierungskonzepts bedingt das zusätzliche Absaugvolumen an den Hauben einen um 1.600 MW pro Jahr höheren Bedarf an elektrischer Energie.

Das Ziel des Vorhabens, die diffusen Emissionen bei gleichzeitiger Verbesserung der Arbeitsplatzsituation deutlich zu vermindern, wurde erreicht. Die Immissions-situation am Referenzmesspunkt (Kaltehofe) hat sich nach Auskunft der zuständigen Behörde signifikant verbessert. Verglichen mit der Situation vor der Maßnahme sind die Schwebstaubkonzentrationen für Arsen um 40 % und Cadmium um 75 % reduziert worden. Damit werden die Zielwerte für Arsen (6 ng/m^3) und Cadmium (5 ng/m^3) der 4. Tochterrichtlinie zur Luftqualitätsrichtlinie der EU bereits heute unterschritten.

Anhang

Abb. 2: Lageplan der Konverterhalle und System zur Erfassung und Reinigung diffuser Emissionen in der Sekundärhütte

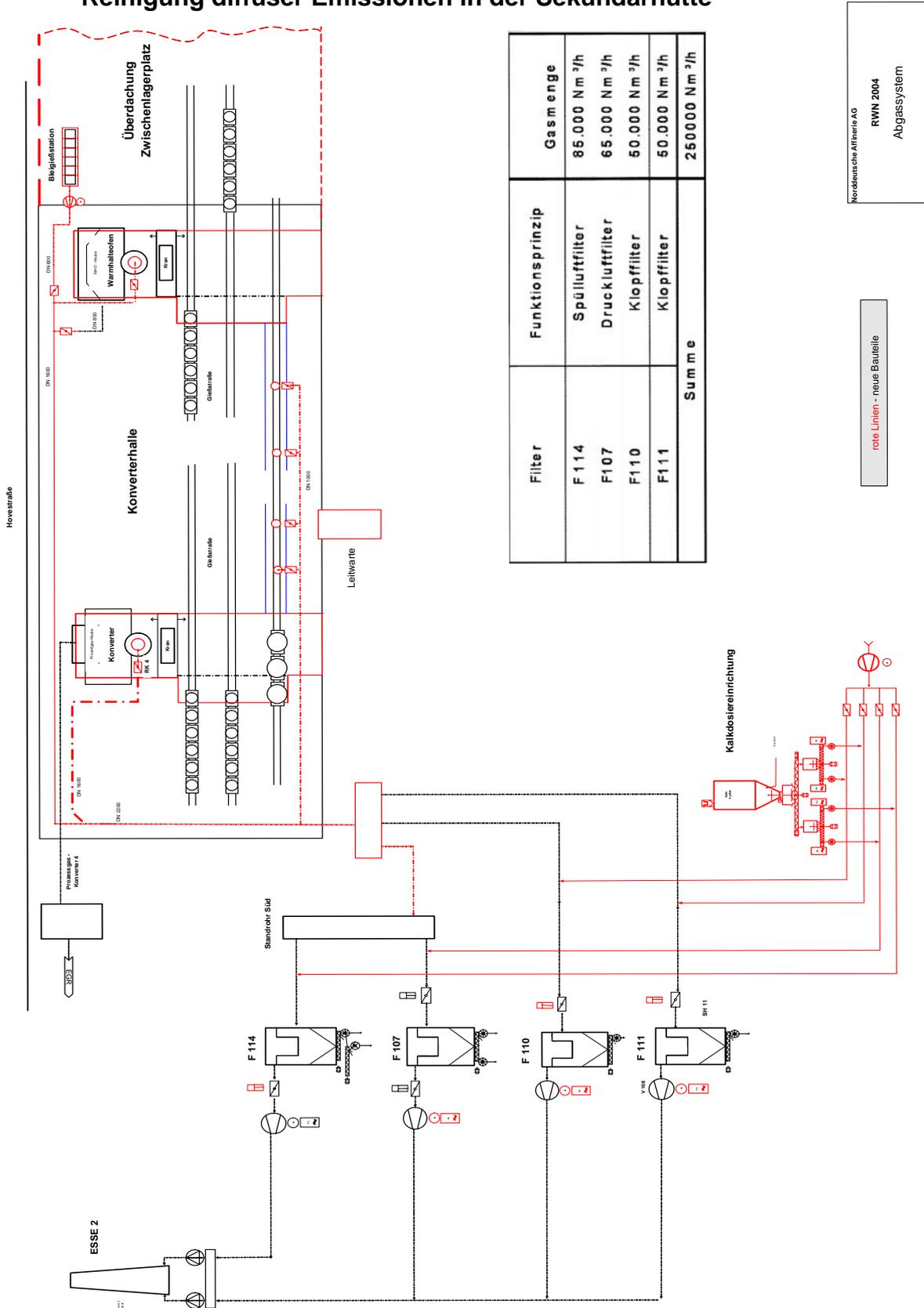
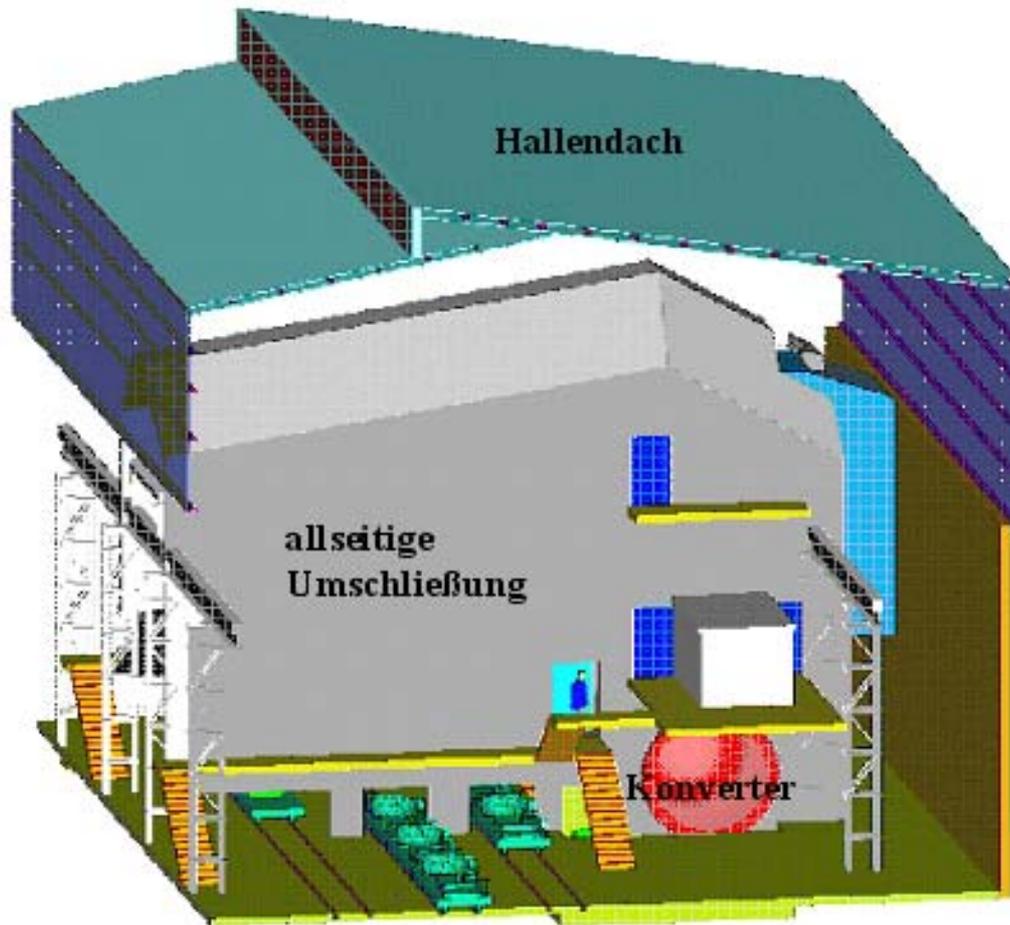


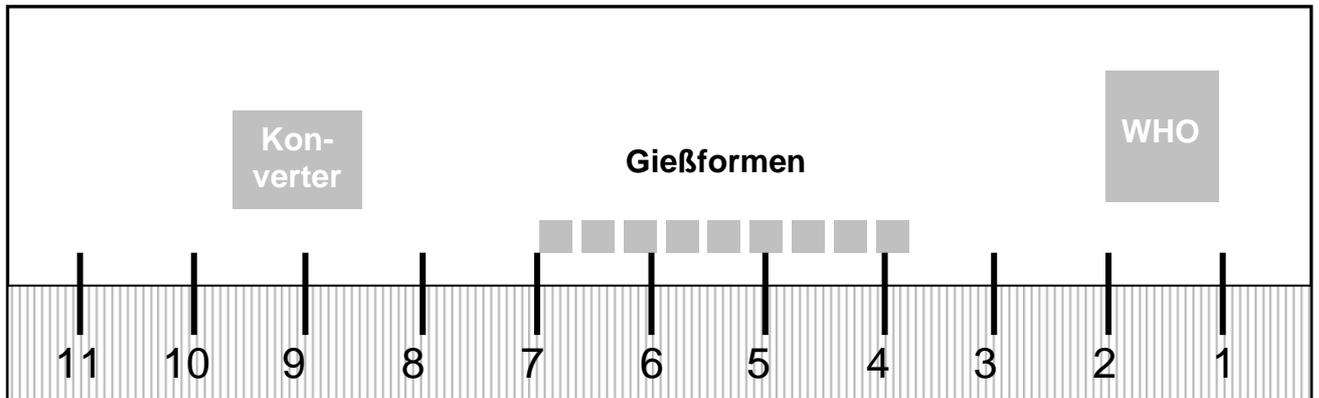
Abb. 3: Einhausung des Konverters in der Konverterhalle



Probenahme und Messergebnisse

1. Probenahmestellen: Maße und Anordnung

1.1: Lage der Messpunkte im Dachreiter der Konverterhalle (RWN)



Gesamtstaub - Meßpunkte

TÜV Industrie Service GmbH

Anmerkung des Messinstituts: Über die Länge des Dachreiters der Konverterhalle wurden 11 Messpunkte festgelegt. Aufgrund der Länge des Dachreiters der Konverterhalle und der offenen Halle zum E-Ofen hin, ergab sich ein einigermaßen gleichmäßiges Strömungsprofil im Dachreiteraustrittsquerschnitt. Die Geschwindigkeitsverhältnisse im Dachreiteraustritt sind im Wesentlichen von den Wetterbedingungen abhängig, d.h. eine isokinetische Probenahme ist nur bedingt durchführbar. Daher können im Hinblick auf die Ein- und Auslaufstrecken bei Dachreitermessungen die Empfehlungen der VDI-Richtlinie 4200 [2] nicht zugrunde gelegt werden

Die Öffnungsfläche des 108 m langen Dachreiters liegt bei 108 m². Die gereinigte Abluft der Hauben wird über einen 100 m hohen Schornstein abgeleitet. Der Messquerschnitt beträgt 19 m².

2. Zusammenfassung der Messergebnisse

2.1 Dachreitermessungen

2.1.1 Kupferbleistein-Arbeit

Komponente	Istzustand	nach Realisierung der Umbaumaßnahmen	Emissionsminderung
	15.02.-17.02.04	02.03.-03.03.05	
	Massenstrom in g/h	Massenstrom in g/h	%
Staub	1.600	300	81
As	68,1	10,2	85
Cd	22,3	5,5	75
Cu	79,8	5,8	93
Pb	635,8	126,7	80

2.1.2 Kupferstein-Arbeit

Komponente	Istzustand	nach Realisierung der Umbaumaßnahmen	Emissionsminderung
	19.02.- 20.02.04	31.05.-02.06.05	
	Massenstrom in g/h	Massenstrom in g/h	%
Staub	1.260	390	69
As	143	5,55	96
Cd	16,9	5,55	67
Cu	84,7	17,15	80
Pb	295	92,5	69

2.1.3 Zusammenstellung der PM₁₀ und PM_{2,5} – Werte

2.1.3.1 Kupferbleistein - Arbeit

Datum der Messung	vor 15.02.-17.02.04	nach Realisierung der Umbaumaßnahmen 02.03.-03.03.05
	Rückstand in %	Rückstand in %
PM ₁₀	12 (11/13)	45 (46/44)
PM _{2,5}	24 (22/25)	83 (86/79)
Windgeschwindigkeit	3,5 m/s (2,8/4,2)	1,8 m/s (1,8/1,8)
Windrichtung	255 ° (254 / 255) °	171° (117/224)

2.1.3.2 Kupferstein - Arbeit

Datum der Messung	Istzustand 19.02.-20.02.04	nach Realisierung der Umbaumaßnahmen 31.05.-02.06.05
	Rückstand in %	Rückstand in %
PM ₁₀	14 (11/17)	21 (27/15)
PM _{2,5}	27 (21/33)	37 (45/28)
Windgeschwindigkeit	4,7 m/s (5,5/3,8)	5,6 m/s (8,3/2,9)
Windrichtung	62° (54/70)	239° (264/214)

2.2 Emissionen der Nebenhaubenfilteranlage (Esse 2)

2.2.1 Messung 1 und 2 – Kupferbleisteinarbeit sowie Messung 3 und 4 – Kupfersteinarbeit

Massenströme

Arbeit	Kupferbleisteinarbeit			Kupferarbeit		
	vorher	nachher *	Differenz	vorher	nachher *	Differenz
Massenstrom	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h
Staub	55	145	90	85	150	65
As	1,65	3,75	2,1	4,8	0,6	-4,2
Cd	0,8	2,1	1,3	0,5	0,7	0,2
Cu	3,2	0,7	-2,5	2,25	0,5	-1,75
Pb	20,9	44,6	23,7	16	28,65	12,65

Anmerkung des Messinstituts: Die Messwerte für die Esse 2 liegen im niedrigen Konzentrationsbereich. Sie werden jedoch zusätzlich vom (gereinigten) Abgas des Treibkonverters beeinflusst.

* Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch die neuen Nebenhaubenabsaugungen ein höherer Volumenstrom über die Esse 2 abgeleitet wird.

2.3 Emissionen beim Giessen im Freien in Kokillen, Pfannen bzw. Kübel (Zustand vor Realisierung des Projektes)

Massenkonzentrationen und Massenströme

Massenstrom	g/ Messzeit				
	Kokille	Kokille	Pfanne	Kokille	Kokille
As	1,3	0,4	1,0	3,6	1,0
Cd	69,1	16,8	12,7	227,7	30,3
Cu	5,5	1,1	2,4	16,9	2,8
Pb	23,8	5,3	11,5	76,4	8,8

Anmerkung des Messinstituts: Die Konzentrationen und Massenströme beziehen sich auf die jeweilige Messzeit (ca. 5 min). Der Massenstrom wurde über die Fläche und den Mittelwert der Anemometeranzeige über den Messzeitraum bestimmt. Die Messwerte haben aufgrund der schwierigen Messbedingungen nur orientierenden Charakter. Beim Giessen sind jedoch hohe Konzentrationen für die einzelnen Schwermetalle zu verzeichnen.

3. Vergleich der maximalen Absaugmengen (m_N^3/h) im Bereich der Steinkonverteranlage vor und nach Vorhabensdurch-führung

Absaugstelle	Situation vor Vorhabenbeginn m_N^3/h tr.	Zustand nach Optimierung m_N^3/h
Warmhalteofen	45.000	100.000
Steinkonverter – Prozessgas (gesonderter Abgasweg)	(30.000)	(30.000)
Steinkonverter – Nebenhauben	nicht vorhanden	100.000
Gießkarussell	30.000	außer Betrieb
Gießstation	nicht vorhanden	25.000
Fahrwegabsaugung	nicht vorhanden	50.000
max. Filterkapazität ohne Steinkonverter- Prozeßabgas	75.000	250.000

Bilder aus der Bauphase:

Blick in die Konverterhalle vor Realisierung der Maßnahmen zur weiteren Verminderung diffuser Emissionen



Warmhalteofen mit bestehender Haube



Neue, zusätzliche Einhausung des Warmhalteofens



Chargierkatze



alte Haube, bleibt bestehen

Stahlbau der Einhausung (Konverter)



Neue Einhausung des Warmhalteofens, Kübel- und Pfannentransport auf Schienen



Wirksame Absaugung beim Kübeltransport



**Zwischenproduktplatz vor Realisierung der Maßnahmen
zur weiteren Verminderung diffuser Emissionen**



**Bestehendes
Gießrad**

Einhausung des Zwischenproduktplatzes



Ansicht Sekundärhütte heute

