



**Verminderung diffuser
Emissionen in der chemischen
und Mineralölindustrie**

**Fachgespräch zum UBA –
Forschungsprojekt (FKZ - 200 44 322)
am 27. November 2002
im Umweltbundesamt**

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei

Vorauszahlung von 7,50 Euro

durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Ahornstraße 1-2,
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet III 2.3
Dr. Steffi Richter

Berlin, März 2003

Inhalt

1. Vorwort	4
2. Zusammenfassung der Ergebnisse zur UBA – Studie zu "Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und petrochemischen Industrie" ...	6
AGENDA zum Fachgespräch	9
3. Protokoll.....	10
3.1. Teilnehmerkreis	10
3.2. Zielsetzung	
3.3. Verlauf des Fachgesprächs	
3.4. Zusammenfassung der Diskussion.....	12
Definitionen von diffusen/fugitive Emissionen und VOC	12
Verhältnismäßigkeit.....	13
Vorschriftsmäßige Montage von Dichtungen und Armaturen.....	14
Umsetzung rechtlicher Regelungen für diffuse Quellen	14
Maßnahmenpläne	15
3.5. Schlussfolgerungen	15
4. Hinweise zum Forschungsvorhaben	17
Anhang 1 - Präsentationen	18
Verminderung diffuser Emissionen aus der Sicht des Umweltbundesamtes	
<i>Dr. Wolf Drechsler, Umweltbundesamt.....</i>	<i>18</i>
Ermittlung und Verminderung diffuser und gasförmiger Emissionen in der chemischen und petrochemischen Industrie	
<i>Dr. Karl-Erich Köppke, Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke</i>	<i>22</i>

Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung	
<i>Dr. Carsten Cuhls, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Fachbereich Ingenieurwissenschaften Institut für Umwelttechnik</i>	<i>34</i>
Strategien und Erfahrungen bei der Minderung von Emissionen aus diffusen Quellen in einem Unternehmen der chemischen Industrie	
<i>Dr. Günter Hollmann, Dow Deutschland GmbH & Co. OHG</i>	<i>40</i>
Verminderung diffuser Emissionen in der Mineralölindustrie	
<i>Jürgen Langner, PCK Schwedt</i>	<i>46</i>
Rechtliche Grundlagen der Störfallverordnung	
<i>Roland Fendler, Umweltbundesamt</i>	<i>56</i>
Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie	
<i>Müller-Heuser, Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV).....</i>	<i>58</i>
Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie aus Sicht eines Herstellers für Dichtungen	
<i>Wolfgang Schöpplein / Ulrich Reinfrank, Burgmann Dichtungswerke GmbH & Co.KG.....</i>	<i>68</i>
Anhang 2	
Arbeitspapier des CEFIC – Informationsunterlage für die Erarbeitung der BREFs dem EIPPCB in Sevilla vorgelegt	76
“VOC Definition and Scope of Regulations or how to make sure that regulations are applied beyond their scope”	
Anhang 3 – Teilnehmerliste.....	78

1. Vorwort

Die Minderung des Eintrages gefährlicher Stoffe aus Anlagen der Chemischen- und Mineralölindustrie in die Umwelt hat eine besonders große umweltpolitische Bedeutung. Durch umfassende rechtliche Regelungen und freiwillige Maßnahmen konnte dieser Eintrag aus Punktquellen dieser Anlagen in den letzten Jahren deutlich reduziert werden. Dem stehen jedoch die Emissionen aus diffusen Quellen, z.B. aus der Förderung, Lagerung und des Umschlages leichtflüchtiger organischer Stoffe gegenüber, die bei dem Bau und dem Betrieb chemischer Anlagen und Raffinerien umweltpolitisch zunehmend in den Mittelpunkt treten.

Trotz Wartungs- und Instandhaltungsroutine sind diese Emissionen über den Abluft- und den Abwasserpfad immer noch schwierig zu mindern, zumal diese Emissionen zur erheblichen, insbesondere lokalen Umweltproblemen führen können. Zu nennen sind hier neben Geruchsproblemen, der Eintrag von krebserzeugenden und ozonbildenden Stoffen in die Atmosphäre sowie wassergefährdender Stoffe in den Boden und das Grundwasser. Ziel eines medienintegrierten, anlagenbezogenen Umweltschutzes bei diffusen Emissionen sind daher technische und organisatorische Maßnahmen um die bestehenden Minderungspotenziale auszuschöpfen. Dies geht mit verbesserten sicherheitstechnischen und betriebstechnischen Konzepten einher. Auch zur Realisierung der international festgelegten Verminderungsziele beispielsweise für VOC oder wassergefährdende Stoffe können die Maßnahmen zur Verringerung diffuser Emissionen bei Industrieanlagen beitragen.

Vom Umweltbundesamt wurde daher diese Thematik schwerpunktmäßig in einem Forschungsvorhaben untersucht und in einem Fachgespräch mit Vertretern aus Industrie, Behörden und Wissenschaft im Oktober 2002 umfassend diskutiert. Die Ergebnisse sind in dem vorliegenden Proceeding – Band zusammengefasst. Um konkrete Lösungskonzepte zu erarbeiten, wurden hier

- Daten zu diffusen Emissionen beim Umschlag, Transport und bei der Lagerung ausgewertet,
- der Stand der Technik zur Minderung dieser Emissionen dargestellt,
- Anforderungen zur Minderung im Rahmen von betrieblichen oder untergesetzlichen Regelwerken erörtert und
- das Vorgehen bezüglich des Vollzuges, des Monitorings und der Optimierung von Maßnahmen zur Minderung diffuser Emissionen konkretisiert.

Die vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebene Studie sowie die Vorträge und Diskussionsbeiträge des Fachgespräches haben gezeigt, dass die Minderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie eine hohe umweltpolitische Bedeutung besitzen und einen erheblichen Beitrag zur Umweltentlastung liefern. Hierzu kann auf eine breite Basis technischer und organisatorischer Maßnahmen zurückgegriffen werden, die zum Teil in diesen Sektoren zum Einsatz kommen und für andere Industriebereiche beispielhaft sein können. Die Zusammenfassung von weiterentwickelten Maßnahmen und Vorschläge zur Minderung diffuser Emissionen beispielsweise in „Handbüchern“ kann als technische Grundlage dienen. Wegen der großen internationalen Rolle der chemischen und Mineralölindustrie ist es weiterhin von Bedeutung, dass diese Konzepte auch im internationalen Bereich auf hohem technischen Niveau Eingang finden. Daher sollte gemeinsam mit der Industrie versucht werden, auf nationaler Ebene Richtlinien zur Vermeidung und Verminderung diffuser Emissionen sowie Methoden zu deren Überwachung zu erarbeiten und in nationale oder internationale Regelwerke einzubringen.

2. Zusammenfassung der Ergebnisse zur UBA – Studie zu

"Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und petrochemischen Industrie"

Chemische und petrochemische Anlagen sind insbesondere durch ihre extrem komplexe infrastrukturelle Bauweise charakterisiert (Rohrleitungen, Förderanlagen, Lager- und Behältersysteme, Anschlüsse an Reaktoren und andere Aggregate). Trotz vorschriftsmäßigen Betriebes treten, je nach Wartungszustand, eingesetzten Dichtungsaggregaten und –materialien, Emissionen aus diffusen Quellen auf. Diese werden besonders als Leckagen aus mangelhaften Dichtungen und anderen schwer identifizierbaren Quellen freigesetzt und werden zudem oft nicht oder spät erkannt. Emissionen aus punktförmigen Quellen sind zwar in den letzten Jahren deutlich reduziert worden, der Immissionsbeitrag der diffusen Luftemissionen ist aber immer noch erheblich. Dadurch kommt diffusen Emissionen, z.B. im Hinblick auf ihr ozonbildendes und klimawirksames Potential sowie den Gesundheitsschutz, eine wachsende Bedeutung zu.

Auch der Abwasserpfad kann betroffen sein, wenn wassergefährdende Flüssigkeiten oder persistente organische Schadstoffe in die Auffangeinrichtungen tropfen und auf diesem Weg in das Abwasser gelangen. Durch geeignete Maßnahmen an der Quelle können die Belastungen der Abwasserbehandlungsanlage und des Vorfluters gesenkt werden.

In Emissionskatastern werden die diffusen Emissionen bislang wenig berücksichtigt. Ihre Quantifizierung ist aufgrund der mangelhaften Datenbasis kaum möglich.

Von der Universität Witten/Herdecke gGmbH, Witten wurde im Rahmen des Umweltforschungsprogrammes der Bundesumweltministeriums vom Umweltbundesamt in einem Forschungsprojekt mit dem Titel "Ermittlung und Verminderung diffuser flüssiger und gasförmiger Emissionen in der chemischen und petrochemischen Industrie" eine Untersuchung zur Emission und Minderungspotentialen bei diffusen Quellen in den genannten Industriebereichen durchgeführt.

Mit dem Forschungsbericht wird für Deutschland erstmals eine umfangreiche Zusammenfassung mit

- konstruktiven Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung diffuser Emissionen und deren Montage,
- technischen Möglichkeiten der Leckageerkennung sowie
- verschiedenen Methoden zur Schätzung der Gesamtemissionen aus chemischen und petrochemischen Produktionsanlagen

vorgelegt.

Dazu sind Untersuchungen an einer Anlage zur Produktion von Aromaten durchgeführt worden. Anhand der Ergebnisse dieser Messungen wurden die Möglichkeiten und Grenzen der hauptsächlich angewendeten Messverfahren

zur Leckageerkennung aufgezeigt und eine Schätzung der Gesamtemissionen der Anlage aus diffusen Quellen vorgenommen.

Darüber hinaus wurden Messungen in der Gebäudeabluft von eingehausten Produktionsanlagen durchgeführt. Es konnte nachgewiesen werden, dass auch für eingehauste Anlagen die Bestimmung der Gesamtemissionen aus diffusen Quellen auf der Grundlage von Messungen möglich ist.

Auf der Grundlage der Erfahrungen mit den Messungen an der Betriebsanlage konnten Empfehlungen für die Verringerung des messtechnischen Aufwandes dargestellt werden.

Es konnte gezeigt werden, dass die bislang am breitesten angewendete Methode zur Leckageerkennung für die Identifizierung besonders hoher Emittenten („high leakers“) besonders geeignet ist. Es wurden Vorschläge zur

- Fassung und Behandlung von Leckagen aus diffusen Quellen,
- Erkennung von Leckagen sowie
- Berechnung der Gesamtemissionen

dargelegt.

Auf der Grundlage dieser Vorschläge werden Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung diffuser Emissionen aus Flanschverbindungen, Ventilen und anderen Anlagenteilen abgeleitet.

Auf wesentliche Schwerpunktergebnisse ist hinzuweisen:

1. Die Messungen der lösbaren Verbindungen (Flansche und Ventile) der Aromatanlage zeigen, dass bei 25 bis 35 % dieser Verbindungen weniger als $0,6 \text{ mg/m}^3$ organische Substanzen (bezogen auf Methan) emittiert werden. Im Vergleich dazu werden bei 0,4 % der lösbaren Verbindungen besonders hohe Emissionen über 6000 mg/m^3 organische Substanzen emittiert. Die Abschätzung zeigt auch, dass bei ca. 90 % der Flansche nicht mehr als 60 mg/m^3 und bei ca. 40 % der Ventile nicht mehr als 6 mg/m^3 entweichen.
2. Eine Zusammenfassung und Auswertung zur Anwendbarkeit von verschiedenen **Verfahren zur Leckageerkennung und Emissionsbestimmung** aus diffusen Quellen führt zu Empfehlungen für deren Einsatz:
 - Eine kontinuierliche und exakte Bestimmung von Emissionen aus diffusen Quellen einer Anlage kann nur durch Messung in eingehausten Aggregaten vorgenommen werden.
 - Darüber hinaus stehen Verfahren zur Leckageerkennung zur Verfügung, bei denen keine Quantifizierung der Emissionsmenge aus der Leckage vorgenommen wird (i.d.R. „Schnüffelmethode“).
 - Die Ergebnisse der Abluftmessungen bei diskontinuierlich betriebenen Produktionsanlagen zeigen, dass bei diesem Anlagentyp in der Regel nur kurzzeitig messbare Emissionen auftreten. Somit sind Leckageuntersuchungen mit Hilfe der Schnüffelmethode, die eine Kurzzeitmessmethode darstellt, bei derartigen Anlagen nur sehr eingeschränkt anwendbar.

- Der Einsatz alternativer Verfahren zur Erkennung von Leckagen unabhängig von der Wahl des Schätzungsverfahrens sind die Voraussetzung für eine Flexibilität bei der Bestimmung der diffusen Emissionen angepasst an die Gegebenheiten der installierten Aggregate bei der Produktionsanlage.
3. Es werden die derzeit angewendeten **Schätzverfahren zur Quantifizierung der Emissionen** aus diffusen Quellen von der EPA und des VDI untersucht und deren Vor- und Nachteile zusammenfassend dargestellt.
 4. Erhebliche Emissionsmengen werden nicht durch die falsche Wahl der Dichtungen, sondern eher durch deren fehlerhafte Montage verursacht.

Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens zeigen, dass für die Verminderung der Emissionen aus diffusen Quellen noch erhebliche Potenziale insbesondere bei der Erkennung von Leckagen bestehen. Maßnahmen zur Ausschöpfung dieser Minderungspotenziale sind im Rahmen von Aktionsplänen zur weiteren Reduzierung der Emissionen aus diffusen Quellen zu entwickeln. Der Bericht stellt somit die Grundlage für eine Fortentwicklung des Standes der Technik für diesen Bereich dar.

Der Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben ist unter dem Titel "Ermittlung und Verminderung diffuser flüssiger und gasförmiger Emissionen in der chemischen und petrochemischen Industrie" in der Reihe UBA-TEXTE, Band 48/02 des Umweltbundesamtes erschienen.

Agenda

"Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie"

Sitzungsleitung: Dr. Wolf Drechsler, Umweltbundesamt

Programm

- 9.00 Begrüßung
(*Dr. Wolf Drechsler, Umweltbundesamt*)
- 9.10 Notwendigkeit der Fortentwicklung des Standes der Technik zur Minderung diffuser Emissionen
(*Dr. Wolf Drechsler*)
- 9.30 Ermittlung und Verminderung diffuser und gasförmiger Emissionen in der chemischen und petrochemischen Industrie – Präsentation des Projektes
(*Dr. Karl – Erich Köppke, Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten /Herdecke*)
- 10.00 Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsschätzung
(*Dr. Carsten Cuhls, Martin, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg*)
- 10.30 **Diskussion**
- 10.45 **Kaffeepause**
- 11.10 Strategien und Erfahrungen bei der Minderung von Emissionen aus diffusen Quellen in der chemischen Industrie
(*Dr. Hollmann, DOW Deutschland Stade*)
- 11.40 Entwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen zur Begrenzung von diffusen Emissionen und deren Umsetzung im Vollzug
(*Dr. Müller-Heuser, Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz MUNLV Düsseldorf*)
- 12.10 Strategien und Erfahrungen bei der Minderung von Emissionen aus diffusen Quellen bei Raffinerien
(*Jürgen Langner. PCK Schwedt*)
- 12.40 **Diskussion**
- 13.00 **Mittagspause**
- 14.00 Verminderung diffuser Emissionen aus Sicht eines Dichtungsherstellers
(*Herr Ulrich Reinfrank, Fa. Burgmann Dichtungswerke GmbH & Co.KG*)
- 14.30 **Diskussion**
- 15.45 Schlussbemerkung
(*Dr. Wolf Drechsler*)

3. Protokoll zum Fachgespräch

“Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie”

am 27. November 2002 im Umweltbundesamt

3.1. Teilnehmerkreis

An dem Fachgespräch nahmen Vertreter aus der chemischen und mineralölverarbeitenden Industrie, des Anlagenbaus, von Behörden sowie aus dem Bereich der Forschung teil (Anhang 3)

3.2. Zielsetzung

Herr Dr. Drechsler vom Umweltbundesamt begrüßt die Teilnehmer, führt in das Fachgespräch ein und formuliert dessen Zielstellung. Es soll dazu dienen, die Untersuchungsergebnisse des Forschungsvorhabens

„Ermittlung und Verminderung diffuser und gasförmiger Emissionen in der chemischen und petrochemischen Industrie“

zu diskutieren und weitere Untersuchungsbereiche zu identifizieren. Ferner sollen die Erfahrungen aus der Industrie und bei Behörden ausgetauscht werden und neue Konzepte zur weiteren Minderung und Überwachung diffuser Emissionen aufgezeigt werden.

3.3 Verlauf des Fachgespräches

Im Verlauf des Gespräches werden in Präsentationen folgende Themen vorgestellt:

- o die Ergebnisse des Forschungsvorhabens,
- o Informationen zur Messung von Emissionen aus diffusen Quellen,
- o Erfahrungen mit Maßnahmen zur Vermeidung von Emissionen aus diffusen Quellen in der chemischen sowie mineralölverarbeitenden Industrie,
- o Möglichkeiten zur technischen Minderung dieser Emissionen durch den Anlagenbau

Die Präsentationen sind im Anhang 1 einsehbar.

Zusammenfassung der Präsentationen:

Herr Dr. Köppke (Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Gerdecke) und Herr Dr. Cuhls (Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg, Fachbereich Ingenieurwissenschaften Institut Umwelttechnik)

waren durch das Umweltbundesamt mit der Durchführung des Forschungsvorhabens beauftragt gewesen und stellen dessen Ergebnisse sowie den Stand der Messtechnik und der Emissionsabschätzung vor.

Danach kann gezeigt werden, dass für die Verminderung der Emissionen aus diffusen Quellen noch erhebliche Potenziale insbesondere bei der Erkennung von besonders großen Leckagen, sogenannten „high-leakers“ bestehen. Dabei ist die Zahl dieser „high-leaker“ gering, gleichwohl verursachen sie jedoch die Hauptmenge der Gesamtemissionen.

Herr Fendler (Umweltbundesamt)

präsentiert die Anforderungen zur Vermeidung von High – leakers nach 12. BImSchV (Störfallverordnung), insofern von den High – leakers eine Gefährdung im Sinne der 12. BImSchV ausgeht (z.B. Überschreitung der unteren Explosionsgrenze [UEG]). Danach liegt eine Gefährdung bereits durch die reine Emission eines gefährlichen Stoffes größeren Ausmaßes bei einer Störung des bestimmungsgemäßen Betriebs, mit dem ernste Gefahren verbunden sind, vor. Er stellt dar, dass es Synergismen zwischen der Anforderung zur Vermeidung und Verminderung diffuser Quellen und den Anforderungen zur Anlagensicherheit gibt.

Herr Dr. Hollmann (DOW Chemicals, Stade)

Als zusammenfassende Aussage der Präsentation wird dargestellt, dass:

- zur Ermittlung von Daten zu diffusen Emissionen ein für Europa einheitliches, praktikables und kostengünstiges Berechnungsverfahren die angemessene Lösung ist,
- Risikobetrachtungen die Grundlage für die Ableitung von Handlungsbedarf zur weiteren Emissionsminderung bilden sollten,
- Betreiberlösungen Priorität haben sollten und die Minimierungsstrategie in der Verantwortung des Betreibers bleiben muss.

Herr Müller–Heuser (Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz - MUNLV, Düsseldorf)

stellt die Entwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen zur Begrenzung von diffusen Emissionen und deren Umsetzung im Vollzug dar.

Herr Langner (PCK, Schwedt)

präsentiert die Ergebnisse der Messung und Abschätzung der Emissionen aus den diffusen Quellen, insbesondere aus Schwimmdachtanks und Festdachtanks mit innerer Schwimmdecke, der Raffinerie PCK Schwedt sowie die Ergebnisse der aus dieser Grundlage getroffenen Maßnahmen vor.

Herr Reinfrank, Herr Schöpplein (Burgmann Dichtungswerke, Wolfratshausen)

präsentieren Erfahrungen mit wichtigen Aggregaten und Armaturen bzgl. der Vermeidung von diffusen Emissionen zu:

- Betriebserfahrungen,
- Kostenvergleichen,
- Reduzierten Emissionen.

Auf der Grundlage der Präsentationen wird eine Diskussion geführt, deren Ergebnisse zusammengefasst wurden.

3.4. Zusammenfassung der Diskussion

Definitionen von diffusen/fugitive Emissionen und VOC:

Es wird eine Diskussion zur Definition der Begriffe „diffuse Emissionen“ und „fugitive emissions“ sowie von VOC (Volatile Organic Compounds) geführt.

Auf die Erläuterung aus dem Forschungsvorhaben wird hingewiesen:

Eine Definition von „diffusen Emissionen“ liegt im deutschen Recht noch nicht vor. Die Europäische Kommission unterscheidet in einem Arbeitspapier über die allgemeinen Prinzipien der Überwachung der Arbeitsgruppe 17 der CEN/TC 264 zwischen „fugitive emissions“ und „diffuse emissions“, was im deutschen Sprachgebrauch bisher nicht Eingang gefunden hat ⁴⁾ Unter „fugitive emissions“ versteht die Kommission solche Emissionen, die aus eigentlich geschlossenen Systemen stammen, wie z. B. Leckagen aus Armaturen oder Verluste aus Speicherbehältern für Gase und Flüssigkeiten.

Diffuse Emissionen sind dagegen Emissionen, die durch direkten Kontakt flüchtiger oder staubiger Verbindungen mit der Umgebung unter normalen Prozessbedingungen entstehen. Dies sind z. B. Verluste, die mit dem Kühlwasser oder dem Abfall ausgetragen werden. Das Arbeitspapier der CEN nennt als weitere Beispiele für diffuse Emissionen das Öffnen von Filtern oder Behältern, Diffusionen durch eine offene Oberfläche, flüchtige Verbindungen aus Kanalssystemen usw.

Die Unterscheidung zwischen „fugitive“ und „diffuse emissions“ erfolgt somit durch die beabsichtigte bzw. nicht beabsichtigte apparative Umschließung von Verbindungen. Beide Arten von Emissionen werden von den „channelled emissions“ abgegrenzt. Hierbei handelt es sich um die gefassten und in einer Rohrleitung abgeleiteten Emissionen. Die hier kurz erläuterten Begriffsdefinitionen werden von der Europäischen Kommission

⁴⁾ CEN/TC 264/WG 17 N 28: Working Paper on General Principles of Monitoring, September 2001

selbst nicht konsequent durchgehalten. Sie sind auch bislang nicht von der deutschen Gesetzgebung übernommen worden, wie die Begriffsdefinition in der 31. BImSchV zeigt:

Diffuse Emissionen sind danach „alle nicht in gefassten Abgasen einer Anlage enthaltenen Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen einschließlich der Emissionen, die durch Fenster, Türen, Entlüftungsschächte oder ähnliche Öffnungen in die Umwelt gelangen sowie die flüchtigen organischen Verbindungen, die in einem von der Anlage hergestellten Produkt enthalten sind, soweit im Anhang III nichts anderes festgelegt ist.“

Aufgrund der von der EU abweichenden Definition in der deutschen Gesetzgebung ist die strikte begrifflichen Abgrenzung von diffusen und flüchtigen bzw. fugitiven Emissionen auch im Rahmen dieses Berichtes nicht immer konsequent durchzuhalten. Gegenstand dieses Berichtes sind nach der Definition der CEN „fugitive emissions“. In der aktuellen Diskussion deutet sich an, dass „fugitive emissions“ mit „fugitiven“ und nicht mit „flüchtigen“ Emissionen übersetzt wird. Der Begriff „flüchtig“ (englisch: volatile) ist z.B. durch die Definition des VOC belegt. Der VOC umfasst Einzelstoffe, die ab bestimmten physikalischen Bedingungen gasförmig sind. Der Begriff „fugitiv“ beschreibt dagegen den Sachverhalt des Austritts eines Stoffes aus einem System, wie z.B. einer Rohrleitung, in die Atmosphäre.

Diffuse Quellen: Es bestehen bei der Definition der diffusen Quellen erhebliche Auffassungsunterschiede, welche Apparaturen Verursacher diffuser Emissionen sein können. Die Industrie versteht unter diffuse Emissionen ausschließlich solche Emissionen, die aus unvermeidbaren Leckagen von Armaturen, Flanschen und Pumpen stammen. Sicherheitsventile und Fackeln werden – anders als in den USA – nicht zu den diffusen Quellen gezählt.¹⁾

Die Frage der Definitionen ist jedoch von Bedeutung, wenn Untersuchungsgebiete festgelegt werden sollen und auf dieser Grundlage die Vergleichbarkeit von Messungen sicherzustellen sind.

Herr Dr. Breidenbach (Bayer AG) weist darauf hin, dass die Arbeitsgruppen im CEFIC verschiedentlich mit der Frage von Emissionen aus diffusen Quellen und VOC befasst waren. Eine Betrachtung und Auswertung der Fragestellung ist in einem Arbeitspapier

“VOC Definition and Scope of Regulations or How to make sure that regulations are applied beyond their scope”,

das dem EIPPCB in Sevilla als Information zur Verfügung gestellt wurde, zusammengefasst (Anhang 2).

Die Teilnehmer sind sich einig, dass eine Diskussion um die Definition von Begrifflichkeiten abgesehen von der Thematik der Messung nicht zielführend ist, da es gilt, effiziente Maßnahmen zur Verringerung und Vermeidung der Emissionen zu installieren.

Verhältnismäßigkeit:

Es wird darauf hingewiesen, dass die Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen zur Verminderung von diffusen Quellen zu beachten ist, und dass effiziente Maßnahmen insbesondere und zuerst bei den High – leakers zu installieren

¹⁾ Hermann, K.; Siegle, H.-J.: Beherrschung flüssiger und gasförmiger Emissionen – Aktivitäten und Sichtweisen der chemischen und petrochemischen Industrie. VDI-Bericht 1440, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1998

sind. Die Industrie macht darauf aufmerksam, dass wiederholte Messungen an allen Dichtungselemente sehr aufwändig und wenig effizient wäre.

Das Umweltbundesamt weist darauf hin, dass auch die kleineren Quellen nicht unberücksichtigt bleiben sollten, da zum Teil toxikologisch und ökotoxikologisch relevante Stoffe entweichen und zu lokalen Belastungen führen können.

Vorschriftsmäßige Montage von Dichtungen und Armaturen

Es wird ausführlich darüber diskutiert, inwiefern die unvorschriftsmäßige Montage von Dichtungen sowie technischen Armaturen und Aggregaten Ursache für hohe Emissionen aus diffusen Quellen sein können.

Herr Janssen (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin - BAuA) berichtet über Erfahrungen dazu, dass diese vorschriftsmäßige Montage nicht in allen Fällen sichergestellt sei.

Die Vertreter der Großindustrie widersprechen, da die vorschriftsmäßige Montage von technischen Vorrichtungen aller Art bereits aus sicherheitstechnischen Erfordernissen eine Grundvoraussetzung für den vorschriftsmäßigen Betrieb der Gesamtanlage sei. Montageaufgaben werden immer Fachfirmen mit ausgebildetem Personal anvertraut, bei denen Wahrscheinlichkeit von Fehlmontagen als gering einzustufen ist.

Darüber, inwiefern diese Voraussetzungen auch bei kleineren Firmen immer vollständig erfüllt sind, kann jedoch keine sichere Aussage getroffen werden.

Grundsätzlich ist man sich jedoch einig, dass die vorschriftsmäßige und fachgerechte Installation von Aggregaten durch ausgebildetes Personal Grundvoraussetzung dafür ist, dass Dichtungen etc. wie vorgesehen funktionieren. Wird dies nicht beachtet, können erhebliche Emissionen auftreten.

Es wird der Vorschlag unterbreitet, dass man Betreibern Leitlinien an die Hand geben könnte, wie bezüglich des fachgerechten Einbaus vorzugehen ist.

Umsetzung rechtlicher Regelungen für diffuse Quellen

Herr Müller-Heuser (MUNLV, Düsseldorf) weist darauf hin, dass insbesondere im Bereich der diffusen Quellen erhebliche Defizite für die Umsetzung von rechtlichen Regelungen in die Praxis auftreten können und auch bestehen. Im Vergleich zu den kontinuierlich gefassten Emissionen, für die ein Monitoring effektiv installiert und kommuniziert werden kann, sind diffuse Quellen und die erfolgreiche Durchführung von Minderungsmaßnahmen in diesem Bereich nur schwer kontrollierbar. Zu nennen sind hier insbesondere Entgasungsvorgänge bei stationären Großtanks und Binnentankschiffen.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei einem Großteil diffuser Emissionen die Arbeitsplatzproblematik im Vordergrund steht und deren Minderung daraus motiviert ist.

Maßnahmenpläne

Herr Drechsler (UBA) fragt, ob die anwesenden Vertreter der Industrie Aussagen dazu machen können ob High – leakers in den Anlagen systematisch gesucht werden. Röhm, Bayer, BASF und DOW Chemicals erklären, dass nach solchen großen diffusen Quellen im Rahmen der Instandhaltungspläne, die periodisch durchgeführt werden, gesucht wird. Somit können die Instandhaltungspläne als wesentliche Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Erfassung sowie Vermeidung und Verminderung von diffusen Quellen identifiziert werden.

Der Vertreter des Verbandes European Vinyls Corporation (Deutschland GmbH), Herr Rettner, erklärt, dass bei VCM – Anlagen ein regelmäßiges Abschnüffeln zur Identifizierung von High – leakern durchgeführt wird.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine wesentliche Emissionsursache immer auch das Fehlverhalten von Mitarbeitern zu sein scheint. Dies bedeutet, dass der Ausbildung und regelmäßigen Nachschulung eine große Bedeutung zukommt.

Herr Janssen (BauA) weist darauf hin, dass bezüglich der Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von diffusen Quellen Umweltschutz und Arbeitsschutz gemeinsame Maßnahmenpakete, die einander nicht widersprechen, installieren müssen. Die Lösung für den Schutz der Umwelt kann nicht sein, Emissionen im Raum zu lassen, um den Eintrag in die Umwelt zu vermeiden, genauso wenig, wie aus Sicht des Arbeitsschutzes eine effektive Raumentlüftung unter Eintrag der relevanten Stoffe in die Umwelt formuliert werden kann. Die Lösung kann nur die Installation effektiver Dichtelemente sein, so dass Emissionen weder in den Arbeitsraum noch in die Umwelt eingetragen werden.

3.5. Schlussfolgerungen

Herr Dr. Drechsler (UBA) fasst die Diskussion des Fachgespräches zusammen und formuliert die Schlussfolgerungen:

- Es gibt Differenzen zwischen der Messung und Berechnung von Emissionen aus diffusen Quellen.
- Es sind weitere Arbeiten zur Vereinheitlichung der Berechnungs- und von Messmethoden zur Überwachung und Identifizierung von besonders hohen Emissionen erforderlich.
- Messung und Überwachung von diffusen Emissionen sollte primär im Benehmen des Betreibers bleiben.
- Das anwesende Fachpublikum ist der Auffassung, dass die Entwicklung von nationalen/europäischen „Guidelines“ zur Überwachung und für Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von diffusen Emissionen hilfreich wären.

- Eine Abschätzung des Risikos in Abhängigkeit von den auftretenden Stoffen ist notwendig, um die Verhältnismäßigkeit und Effizienz von Maßnahmen zu gewährleisten.

Die Entwicklung von Guidelines könnte z.B. durch eine Bund-/Länder-Arbeitsgruppe, die im Auftrag des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI), unter Einbindung von Vertretern der Industrie und der Länder, vorgenommen werden. Ziel der Arbeit dieser Arbeitsgruppe könnte die Entwicklung eines Merkblattes für die Vermeidung und Minderung sowie Methoden zur Überwachung diffuser Quellen sein. Dabei sollten Maßnahmen des vorsorgenden Umweltschutzes nach dem bestverfügbaren Stand der Technik im Vordergrund stehen; Aspekte der Verhältnismäßigkeit, Kosten und Nutzen sollten jedoch berücksichtigt werden.

4. Hinweise zum Forschungsvorhaben

Die Teilnehmer sind sich einig, dass die Ergebnisse des Forschungsvorhabens im Wesentlichen auch die Erfahrungen der Industrie wiedergeben.

Es werden Hinweise für die Erfassung und Abschätzung der Emissionen gegeben:

- Es wird darauf hingewiesen, dass die VDI – Richtlinie 2440 explizit für die mineralölverarbeitende Industrie konzipiert ist. Es ist jedoch gebräuchliche Praxis, die VDI – Richtlinie 2440 auch für die chemische Industrie anzuwenden, da eine teilweise Übertragung der Regelungen für die chemische Industrie möglich ist und eine entsprechende VDI-Richtlinie mit vergleichbaren Handlungskonzepten für diesen Anlagenbereich fehlt. Rechtliche Regelungen für diffuse Emissionen bei genehmigungspflichtigen Anlagen, d.h. auch Chemieanlagen, enthält die TA Luft in Kapitel 5.2.6. Grundsätzlich ist jedoch zu berücksichtigen, dass zwischen chemischen und mineralölverarbeitenden Anlagen zu differenzieren und die Anforderungen an die Emissionsminderung diffuser Quellen an die konkreten Randbedingungen abzuspassen sind.
- Es wird darauf hingewiesen, dass die Responsfaktoren in den verschiedenen Industriebereichen unterschiedlich sind. In der chemischen Industrie sind Responsfaktoren von 2 durchaus realistisch, nicht jedoch in der mineralölverarbeitenden Industrie, wo hauptsächlich Kohlenwasserstoffe mit einem Responsfaktor, d.h. Verhältnis organischer Verbindungen zum C – Gehalt von ca. 1,2 emittiert werden.
- Es wird darauf hingewiesen, dass sich ganz allgemein die Ergebnisse von Labormessungen zu Emissionen aus technischen Einzelaggregaten nur begrenzt auf den praktischen Einsatz übertragen lassen. Die Frage des richtigen Einbaus von Armaturen und Aggregaten (inc. Dichtungen) hat einen erheblichen Einfluss auf die Emission daraus.
- Herr Kopp (BASF) nennt die Kosten für die Messung von diffusen Emissionen, wo für die Einhaus-/Spülgasmethode (sehr aufwendig) 200 bis 300 Dollar pro Messung) und für die Schnüffelmethode 2–3 Dollar pro Messung aufzuwenden sind.
- Herr Rettner (European Vinyls Corporation (Deutschland) GmbH) gibt die Information, dass die Kosten für die Messung einer Anlage zur Herstellung von VCM (Vinylchloridmonomer) unter Vermessung von 50 % der vorhandenen diffusen Emissionsquellen mit mindestens 3000 Elementen für eine einmalige Bilanzierung 100 000 DM (50 000 Euro) gekostet hat.
- Frau Hanschmidt (Verband der chemischen Industrie – VCI) weist darauf hin, dass ein einfaches Management zur Emissionsminderung effektiver sein kann, als Maßnahmen auf der Grundlage aufwendiger Messungen durchzuführen.

Verminderung diffuser Emissionen aus der Sicht des Umweltbundesamtes

Dr. Wolf Drechsler, Umweltbundesamt



Thema

Verminderung diffuser Emissionen aus der Sicht des Umweltbundesamtes

Dr. Wolf Drechsler, UBA

- Hintergrund
- Ziel
- Vorgehen



Hintergrund

- ❖ Hohe Gesundheits- und Umweltrelevanz der diffusen Emissionen
- ❖ Erfolge bei der Minderung punktförmiger Emissionen
- ❖ Beim Fördern, Lagern, Transport und Umschlag von leichtflüchtigen Produkten ist mit nicht unerheblichen VOC-Emissionen zu rechnen.
- ❖ Minderungspotentiale durch technische und organisatorische Maßnahmen

Ziel

- Ziel ist die weitere Minderung diffuser Emissionen bei Industrieanlagen
- NEC-Richtlinie 2001/81/EG legt Emissions-Höchstgrenze von 995 kt/a VOC für Deutschland bis 2010 fest, d.h. – 40 % (2000)
- Notwendigkeit zur Identifikation von Reduktions-Potentialen und Umsetzung von Maßnahmen zur Emissionsminderung

Vorgehen

- Untersuchung und Datenbeschaffung zu diffusen Emissionen bei Anlagen, Umschlag, Transport
- Beschreibung des SdT zur Minderung
- Umsetzung in betriebliche und untergesetzliche Regelwerke
- Vollzug, Monitoring und Optimierung der Maßnahmen

Stand der Technik

- Minimierung der Quellen, Kapselung
- Hochwertige Dichtsysteme
- Erfassung diffuser Emissionen und Zuführung zu Gassammelleitungen oder zu Behandlungsanlagen
- Inspektions- und Wartungsroutinen, incl. Messungen/Berechnungen

Regelwerke

- TA Luft: z.B. Nr. 5.2.6(VFUL) und Nr. 5.4.9.2 (Lagerung)
- 20. Und 21. BImSchV (Umschlag Benzin)
- WHG zu wassergefährdenden Stoffen (§ 19g, VwVwS)
- VDI-Richtlinien (VDI 2440, 3479, Raffinerien, Lager)
- IVU/BVT-Merkblätter zu org.Chemie, Raffinerien, Lager

Management

- Erstellung von Handbüchern und Materialien
- Dokumentation der diffusen Quellen, Inventare
- Betriebsweise der Anlage/Umschlagsvorgänge
- Durchführung der Inspektion und Wartung
- Überwachung/Dokumentation im laufenden Betrieb

Ausblick

- Hohes umweltpolitisches Interesse
- Konkretisierung der Anforderungen und des Vollzugs der Regelwerke
- „Handbücher“ zur Minderung diffuser Emissionen
- Freiwillige Vereinbarungen zur VOC-Minderung

Ermittlung und Verminderung diffuser und gasförmiger Emissionen in der chemischen und petrochemischen Industrie

Dr. Karl-Erich Köppke,
Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität
Witten/Herdecke

Ermittlung und Verminderung diffuser und gasförmiger Emissionen in der chemischen und petrochemischen Industrie

**Institut für Umwelttechnik und Management an der
Universität Witten/Herdecke**

in Zusammenarbeit

**Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Institut für Umwelttechnik**

Aufgabenstellung durch das Umweltbundesamt:

1. Entwicklung von Methoden, mit denen:
 - a) die diffusen Emissionen für eine Anlage quantitativ abgeschätzt und
 - b) die Quellen mit überdurchschnittlicher Emissionsrate identifiziert werden können.
2. Erarbeitung einer Datenbasis zur Einschätzung der Ausgangslage diffuser Emissionen
3. Entwicklung eines Konzeptes organisatorischer Maßnahmen zur Emissionsminderung und -vorbeugung, z.B. durch Festlegung geeigneter Inspektions- und Wartungsintervalle und -routinen
4. Darlegung von Empfehlungen für beispielhaft konstruktive, technische Maßnahmen zur Optimierung von Anlagenelementen mit überdurchschnittlicher Emissionsrate

Kapitel 1	Vorbemerkung
Kapitel 2	Übersicht über nationale und internationale Regelwerk
➤ Kapitel 3	Definitionen und Zuordnungen
Kapitel 4	Methodische Vorgehen
Kapitel 5	Konstruktive Maßnahmen zur Emissionsvermeidung und –verminderung Flanschverbindungen, Dichtsysteme für Wellen und Spindeln, Pumpen, Ventile, Rührwerke usw.
➤	Gebäude
Kapitel 6	Montage von lösbaren Verbindungen
➤ Kapitel 7	Überwachung der Dichtheit lösbarer Verbindungen
➤	Überblick über die rechtlichen Grundlagen (Deutschland, USA, Europa)
➤	Vorliegende Untersuchungsergebnisse
➤	Verfahren zur Detektion von Leckagen
➤	Derzeitiger Stand der Überwachung und Verminderung flüchtiger Emissionen in Praxisanlagen
➤ Kapitel 8	Abschätzung der flüchtigen Gesamtemissionen
➤	Abschätzungsmethoden (EPA, VDI)
➤	Einflussfaktoren auf die Schnüffelmethode
➤	Untersuchungen in einer Aromatanlage (Vortrag Dr. Cuhls)
Kapitel 9	Schlussbetrachtung

Kapitel 3 Definitionen und Zuordnungen

Was beinhaltet der Begriff „diffuse Emissionen“

Deutschland: Begriffsdefinition liegt bislang noch nicht vor.

Europa (EU) Arbeitsgruppe 17 der CEN/TC 264 unterscheidet
 „fugativ emissions“ Emissionen aus eigentlich geschlossenen Systemen
 „diffuse emissions“ Verluste durch normale Prozessbedingungen,
 z.B. durch Austrag mit dem Abwasser oder Abfall

VOC: Volatile Organic Compound

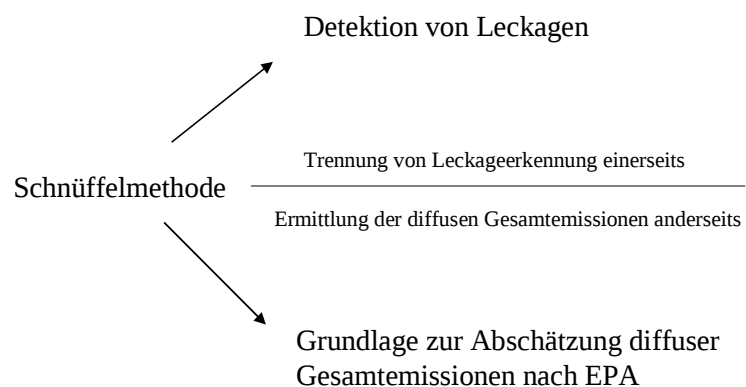
Welche Verbindung ist für eine Vergleichbarkeit von Anlagen sinnvoll?

Einheiten, Bilanzgrenzen

Kapitel 7 und 8 Überwachung der Dichtheit lösbarer Verbindungen

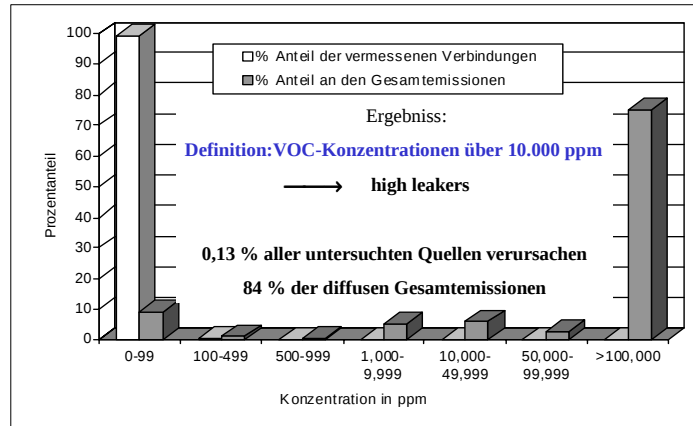
Abschätzung der flüchtigen Gesamtemissionen

im Mittelpunkt: Schnüffelmethode oder Absaugmethode



Problem: Würde eine EPA-Methode als Grundlage für eine Abschätzung festgeschrieben, ist automatisch auch die Schnüffelmethode als Messverfahren vorgeschrieben.
Andere Verfahren zur Leakageerkennung wären dann nicht mehr zugelassen!!

Worum geht es bei der Leckageerkennung ?



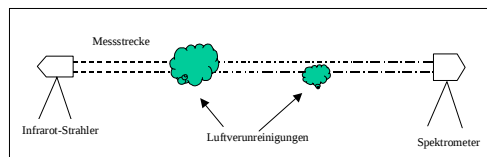
Verteilung flüchtiger Emissionen in 7 Raffinerien,
Untersuchungen des American Petroleum Institute

Aufwand und Nutzen der Schnüffelmethode

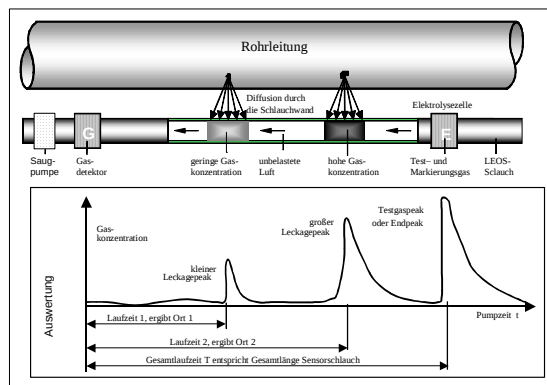
Schnüffelmethode ist ein bewährtes Verfahren zur örtlichen Leckageerkennung
Hoher Aufwand zur Durchführung der Messungen
Demontage von Isolierungen
Erreichbarkeit verschiedener Flansche z.T. nicht gegeben (Kolonnen)

Gibt es Alternativen ?

Integrale Verfahren: Photooptische Verfahren Infrarotspektroskopie



Lokale Detektion durch LEOS-System



lokale Überwachung durch Farbbänder



Aufgabenstellung durch das Umweltbundesamt:

1. Entwicklung von Methoden, mit denen:
 - a) die diffusen Emissionen für eine Anlage quantitativ abgeschätzt und
 - b) die Quellen mit überdurchschnittlicher Emissionsrate identifiziert werden können.
2. Erarbeitung einer Datenbasis zur Einschätzung der Ausgangslage diffuser Emissionen
3. Entwicklung eines Konzeptes organisatorischer Maßnahmen zur Emissionsminderung und vorbeugung, z.B. durch Festlegung geeigneter Inspektions- und Wartungsintervalle und -routinen
4. Darlegung von Empfehlungen für beispielhaft konstruktive, technische Maßnahmen zur Optimierung von Anlagenelementen mit überdurchschnittlicher Emissionsrate

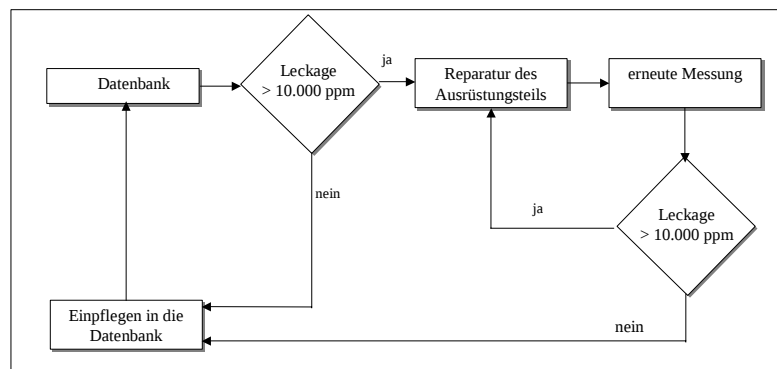
Entwicklung eines Konzeptes für organisatorische Maßnahmen

Was soll gemessen werden ? Wie kann der Messaufwand eingeschränkt werden ?

1. Einführung einer Bagatellgrenze
2. Stoffbezogenen Anwendungsbereich
3. Physikalischen Anwendungsbereich

Welche Messmethode steht zur Verfügung ?

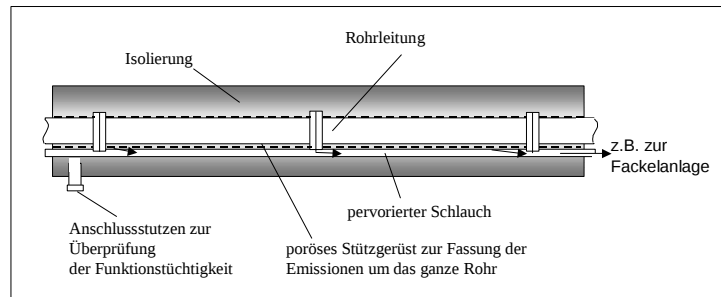
1. Schnüffelmethode
2. Alternative Messmethoden (LEOS-System, Farbbänder)



Anlagenüberwachung mit Hilfe der Schnüffelmethode

Welche anlagentechnischen Maßnahmen ermöglichen einen Verzicht von aufwendigen Messungen?

1. Fassung potenzieller diffuser Emissionen z.B. Sicherheitsventilen
2. Nutzung von Isolierungen zur Kapselung von Rohrleitungen

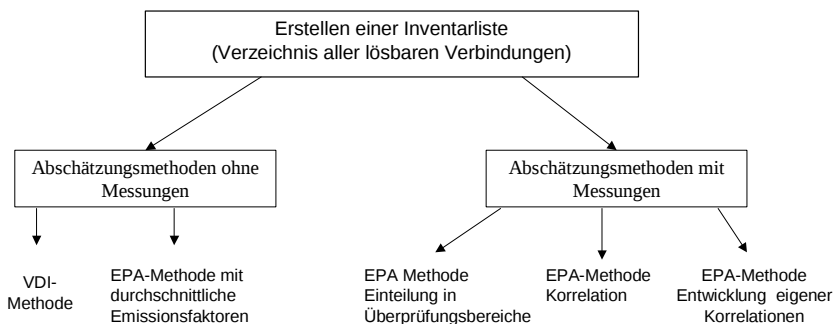


Kapitel 8 Abschätzung der flüchtigen Gesamtemissionen

Bedeutung in Zusammenhang mit der Einführung des EPER

erforderlich: Emissionsmassenströme

mit der Schnüffelmethode messtechnisch erfassbar sind Konzentrationen





Vergleich der verschiedenen Methoden am Beispiel einer Aromatenanlage

Typ	Aggregatzustand des Mediums		gesamt
	gasförmig	leichtflüssig	
Flansch	ca. 200	ca. 3100	ca. 3300
Ventil	ca. 70	ca. 680	ca. 750

Konzentrationsmessungen mit der Schnüffelmethode
wurde an 280 Flanschen (8%)
und 100 Ventilen (14 %)
durchgeführt

Emissionsmassenströme wurden nach der Einpackmethode an
insgesamt 20 Flanschen durchgeführt.

Vergleich der Emissionsmassenströme für Flansche

EPA mittlere Emissionsfaktoren	52.900 kg/a	}	ohne Messungen
VDI mittlere Emissionsfaktoren	458 kg/a		
EPA Zweibereichsmethode	11.850 kg/a	}	mit Messungen
EPA Dreibereichsmethode	15.242 kg/a		
EPA Korrelationsmethode	2.930 kg/a		
anlagenspezifische Korrelation	330 kg/a		

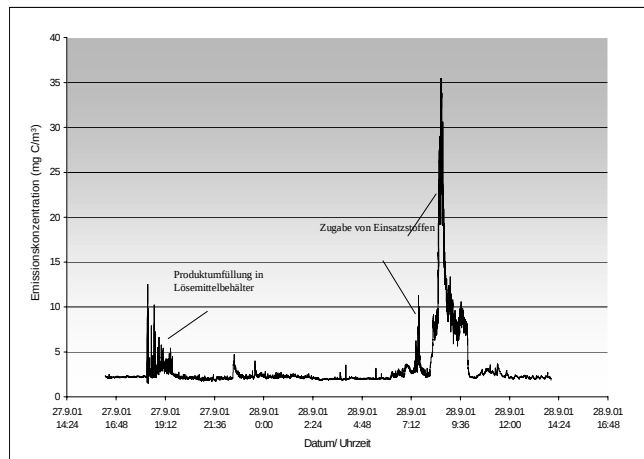
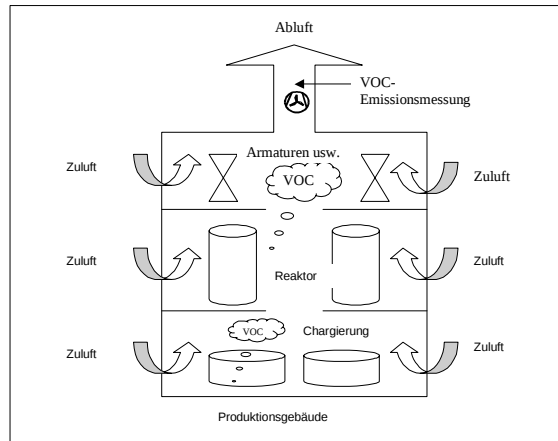
Vergleich der diffusen Gesamtemissionsströme

EPA mittlere Emissionsfaktoren	80.600 kg/a	}	ohne Messungen
VDI mittlere Emissionsfaktoren	614 kg/a		
EPA Zweibereichsmethode	13.300 kg/a	}	mit Messungen
EPA Dreibereichsmethode	17.000 kg/a		
EPA Korrelationsmethode	3.400 kg/a		

Bewertung der Ergebnisse

Welche der Methoden nähern sich den tatsächlichen Verhältnissen am besten an ?

Bei welchen Anlagen kann auf diese komplexen Abschätzungsverfahren verzichtet werden?



Konzentrationsmessungen in der Gebäudeabluft

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Erfordernis einer EU-einheitlichen Begriffsdefinition → VOC, diffuse Emissionen
2. Auf dem Markt bekannte Dichtsysteme für Ventile, Flansche etc. erfüllen i.d.R. in hohem Maße die Dichtheitsanforderungen.
3. Leckage treten i.d.R. durch Montagefehler oder hohe mechanische Beanspruchung des Materials auf (z.B. durch Schwingungen).
4. Nur wenige lösbare Verbindungen (meist < 1 %) verursachen nicht zu vernachlässigende Emissionen.
5. Leckageerkennung und Abschätzung der diffusen Gesamtemissionen sollten grundsätzlich getrennt betrachtet werden
6. Neben der Schnüffelmethode sollten andere Verfahren zur örtlichen Leckageerkennung entwickelt werden (Forschungsbedarf); Berücksichtigung des Aufwandes und des Nutzens
7. Beschränkung der lokalen Überwachung auf emissionsrelevante Anlagenkomponenten
8. Aussagekraft der Abschätzungsverfahren zur diffusen Gesamtemissionsbestimmung bislang nicht geklärt.
9. Alternativen zu den Abschätzungsverfahren sind Gebäudeabluftmessungen (eingehauste Anlage) oder möglicherweise integrale Messverfahren.

Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

Dr. Carsten Cuhls,
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Fachbereich Ingenieurwissenschaften Institut für Umwelttechnik

UBA-Fachgespräch: Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung



Carsten Cuhls

Berlin, 27.11.2002

27.11.02 - Folie1

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

UBA-Fachgespräch: Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Einleitung und Problemstellung

- Focus: Volatile Organic Compounds (VOC)!
- Eigenschaften diffuser Quellen:
 - Große räumliche Ausdehnung,
 - Inhomogene Quellenstruktur,
 - Schwer lokalisierbare, beschreibbare Bereiche,
 - Niedrige Quellhöhe,
 - Zeitlich schwankender Emissionsmassenstrom,
 - Hohe Immissionskonzentration in Quellennähe,
 - Großer meteorologischer Einfluss;
 - Unterschiedliche stoffliche Eigenschaften.

27.11.02 - Folie2

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

Frage: Messaufgabe?

- Grundsätzliche Unterscheidung in:
 - LDAR (Emissionsminderung) bzw.
 - Ermittlung diffuser Emissionsmassenströme oder Dokumentation von Immissionsdaten (VDI 4285)
- Ermittlung der VOC-Emissionen beruht auf:
 - Bestimmung von Stoffkonzentrationen und meteorologischen Parametern, + Rechenmodell
 - Ort der Bestimmung:
 - Am Austrittspunkt in der Grenzfläche zur Atmosphäre •
 - Oder nach dem Übertritt der VOC in die Atmosphäre —

27.11.02 - Folie3

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

Messverfahren

- Punktmessverfahren an einem festen Ort
 - Diskrete Einzelstoffe oder Summenparameter
 - **Schnüffelmethode** vorzugsweise mit FID oder PID (Methan?)
 - Massenströme durch **Einpacken** des Bauteils (dichte Manschette, Messtunnel usw.) und Durchströmung mit Neutralluft (konform mit VDI/DIN, EPA, Validierung?)
- Fernmessverfahren
 - Atmosphäre in räumlicher Entfernung zum Messgerät
 - Ortsaufgelöste oder über Wegstrecke gemittelte Konzentrationen
 - Z.B. **FTIR**, DOAS, LIDAR
- Meteorologische Messverfahren
 - Beurteilung des Ausbreitungsverhaltens
 - Konzentration und Ausbreitung erlaubt Quelltermrückrechnung

27.11.02 - Folie4

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

Gesamtemission einer Anlage (Punktmessverfahren)

$$TE = \sum_i (N_i \cdot EF_i) \cdot WT_i \quad E_i = N_i \cdot EF_i$$

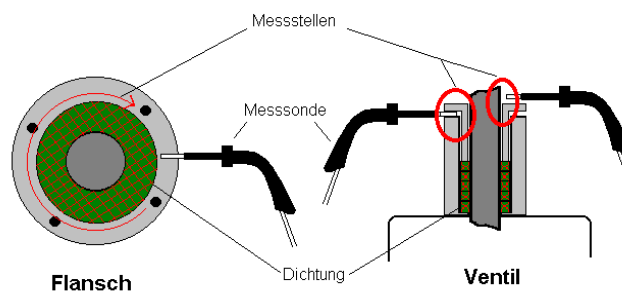
wobei

TE	Gesamtemission der Anlage in kg/a
WT _i	Betriebsstunden für Ausrüstungsteil in h/a
E _i	Gesamtemission aller Ausrüstungsteile eines Armaturentyps in kg/h
N _i	Anzahl des Armaturentyps einer Anlage
EF _i	spezifischer Emissionsfaktor für Armaturentyp in kg/h

27.11.02 - Folie5

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

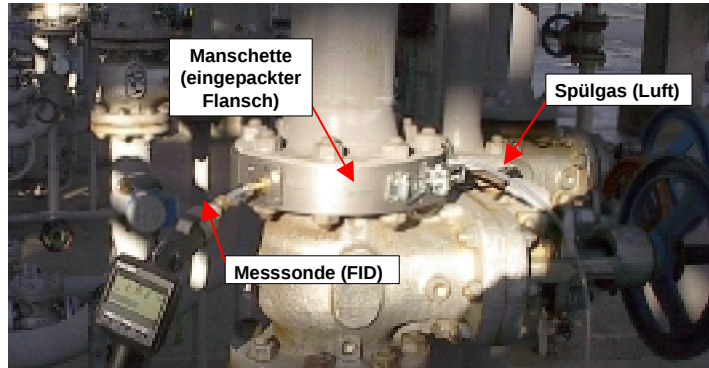
Punktmessverfahren: **Schnüffelmethode** am Flansch bzw. Ventil mit FID (Prinzipskizze)



27.11.02 - Folie6

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

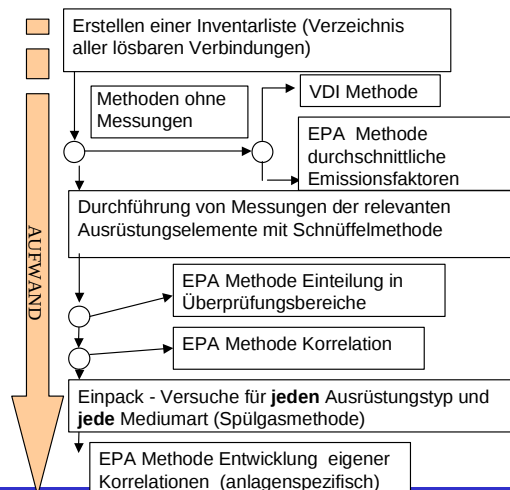
Punktmessverfahren: Bestimmung spez. Leckageraten mit der Spülgasmethode *z.B. eingepackter Flansch, Spülgas, FID*



27.11.02 - Folie 7

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

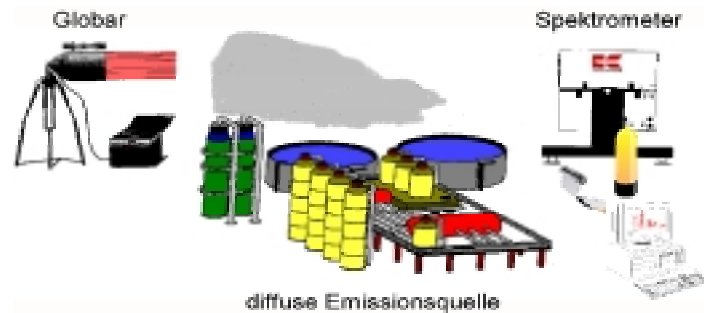
Überblick Methoden (VDI 2440, EPA Method 21)



27.11.02 - Folie 8

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

Optische Versuchsanordnung (FTIR-Fernmessverfahren)

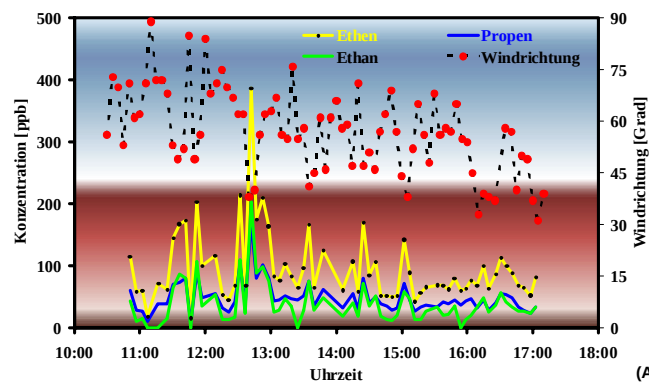


(A. Gärtner)

27.11.02 - Folie9

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

Tagesgang gemessener Kohlenwasserstoffe im Lee einer Olefinanlage (FTIR-Fernmessverfahren)



(A. Gärtner)

27.11.02 - Folie10

Dr. Carsten Cuhls: Stand der Messtechnik und Methoden zur Emissionsabschätzung

Zusammenfassung

- **Ermittlung** diffuser Emissionen vorzugsweise mittels Fernmessverfahren durchführen.
 - Vorteil: Integrale und kontinuierliche Überwachung eines Betriebsteils oder eines ganzen Produktionsstandorts
 - Nachteil: Begrenzte Möglichkeiten zur Emissionsminderung
- Leckageerkennung mittels Schnüffelmethode zur Durchführung eines LDAR-Programmes.
 - Vorteil: Bei „Eingreifkonzentrationen“ aus Punktmessungen erfolgt Reparatur des Bauteils, dadurch **Emissionsminderung**
 - Nachteile: begrenzte Erreichbarkeit der Ausrüstungsteile, Stichprobe, hoher Aufwand, Emissionsschätzung ungenau
- VDI 2440: Abschätzung aufgrund der Anzahl/ Dichtungslänge lösbarer Verbindungen, Annahme **idealer Verhältnisse**

27.11.02 - Folie 11

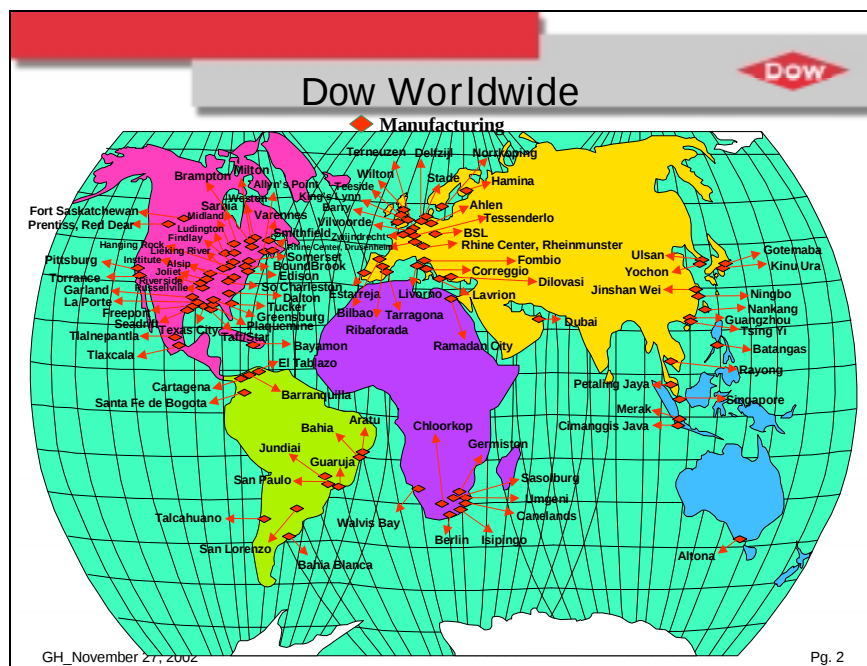
Strategien und Erfahrungen bei der Minderung von Emissionen aus diffusen Quellen in einem Unternehmen der chemischen Industrie

Dr. Günter Hollmann, Dow Deutschland GmbH & Co. OHG



Strategien und Erfahrungen bei der Minderung von Emissionen aus diffusen Quellen in einem Unternehmen der chemischen Industrie

Dr. Günter Hollmann
Dow Deutschland GmbH & Co. OHG



- Begriff 'Diffuse Emissionen'
- Erfahrungen mit Anlagen in den USA
- Datenerhebung vs. Emissionsminderung
- Schlussfolgerungen

Begriff (Arbeitsdefinition)

- Diffuse Emissionen (Fugitives, Diffuse Emissions) sind Emissionen aus geschlossenen und bestimmungsgemäß emissionsfreien Systemen
 - Das US - EPA System hat hiervon abweichende Systemgrenzen

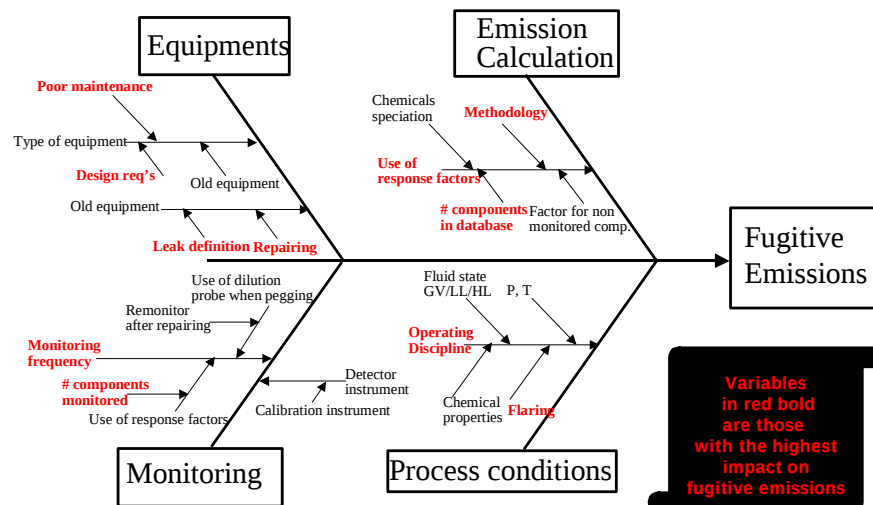
Zielrichtungen der Minderung von diffusen Emissionen

- Arbeitsschutz und Anlagensicherheit
- Minderung von Geruchsbelästigungen
- Minderung umweltrelevanter Emissionen
- Stoffverlust

GH_November 27, 2002

Pg. 5

Grundlage einer typischen Betreiberanalyse

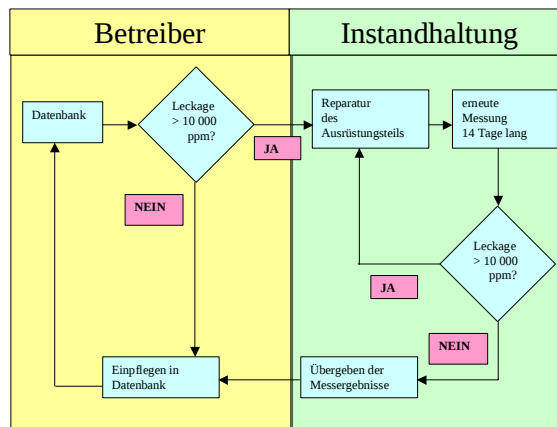


GH_November 27, 2002

Pg. 6

Erfahrungen aus US - Anlagen

Praxis der Handhabung des US EPA Programms



GH_November 27, 2002

Pg. 7

Erfahrungen aus US - Anlagen

US EPA Vorschriften

- US EPA Verfahren sind suboptimal
 - Sehr ungünstiges Kosten - Nutzen Verhältnis
 - Datenfriedhöfe werden generiert
 - In den USA werden Änderungen diskutiert

GH_November 27, 2002

Pg. 8

Datenerhebung und Emissionsminderung (1)

- Wegen der hohen Zahl der zu erfassenden Komponenten ist zur Datenerhebung nur ein Rechenverfahren zu rechtfertigen
 - Die heute üblichen Rechenverfahren liefern im Ergebnis um bis zu zwei Zehnerpotenzen unterschiedliche Ergebnisse. Hier ist ein praktikables, mindestens in Europa einheitliches Verfahren notwendig.
 - Da nicht anlagenspezifisch, sind umfassende Messungen bei vielen Betreibern nicht erforderlich.

Datenerhebung und Emissionsminderung (2)

- Emissionsverhalten der Komponenten ist durch Materialauswahl, Montage und Instandhaltung bestimmt.
 - Materialauswahl über TA - Luft geregelt
 - Erkennung von 'high leakers' hat Priorität
 - <1% der Komponenten ist für >80% der Emissionen verantwortlich
 - Anlagenerfahrungen und spezifische Erkennungsmethoden bestimmen das Vorgehen

Datenerhebung und Emissionsminderung (3)

- Verbleibender Handlungsbedarf sollte aus einer Relevanz- bzw. Risikobeurteilung der Einzelanlage abgeleitet werden
 - Arbeitsschutz liefert guten Einstieg
 - Minimierungsstrategie muß in der Betreiberverantwortung liegen.

Zusammenfassung

- Zur Ermittlung von Daten zu diffusen Emissionen ist ein für Europa einheitliches, praktikables und kostengünstiges Berechnungsverfahren die angemessene Lösung.
- Risikobetrachtungen sollten die Grundlage für die Ableitung von Handlungsbedarf zur weiteren Emissionsminderung bilden
- Betreiberlösungen sollten Priorität haben und die Minimierungsstrategie muß in der Verantwortung des Betreibers bleiben

Diffuse Emissionen von Kohlenwasserstoffen bei der Lagerung von Ottokraftstoffen in Schwimmdachtanks

Jürgen Langner
PSK Raffinerie Schwedt

Vortrag KW-Emissionen - UBA Berlin, 27. November 2002

1

Diffuse Emissionen von Kohlenwasserstoffen bei der Lagerung von Ottokraftstoffen in Schwimmdachtanks

Autoren: Jürgen Langner
Martin Drobnitzky



Vortrag KW-Emissionen - UBA Berlin, 27. November 2002

2

Diffuse Emissionen PCK

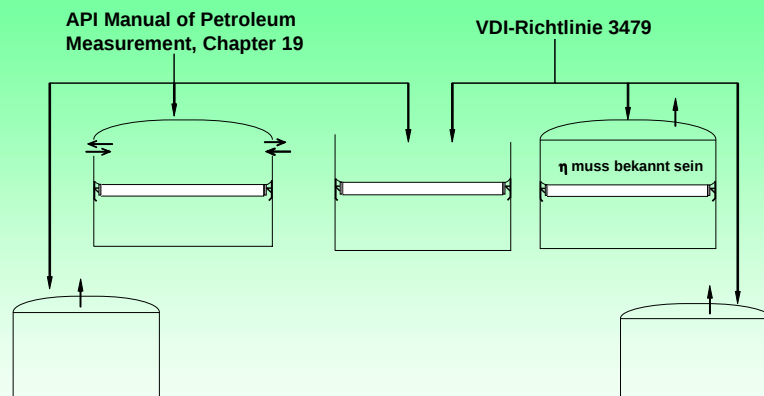
	Flansche	Armaturen	Pumpen
Länge [m]	48.000		
Anzahl	100.000	24.000	600
Emission [t/a]	15,3	39,9	5,2



Maßnahmen zur Emissionsminderung

- in Neuanlagen Einsatz von leakagefreien Pumpen
- leakagefreie Armaturen (Faltenbalg etc.)
- Labyrinthverdichter
- geschlossene Probenahmesysteme
- Minimierung lösbarer Verbindungen (Flansche nur an technologisch notwendigen Stellen)
- regelmäßige Instandhaltung und Anlagenkontrollen

Tankarten und Möglichkeiten der rechnerischen Emissionsermittlung



Emissionsverursachende Vorgänge bei der Lagerung

- Tag/Nachtatmung über V/D-Armatur
- Befüllung
- Verdunstung des an der Tankwand haftenden Flüssigkeitsfilmes bei/nach Entleerung des Tanks (keine direkte Emission)



Annahmen für die Emissionsermittlung

- Arbeitsverlust

$$L_w = \frac{0,943 \cdot Q \cdot C \cdot W_l}{D} \cdot \underbrace{\left[1 + \frac{N_{fc} \cdot F_c}{D} \right]}_{\text{Festdachstützen}}$$

subjektive Einschätzung der Wandrauhigkeit

- keine Berücksichtigung des Betriebsregimes
- keine Berücksichtigung des Zustandes der Verbindung Randabdichtung/Tankwand



Annahmen für die Emissionsermittlung

• Standverlust

bei SDT : $f(v_{\text{Wind}})$ ← mittlere meteorologische Verhältnisse

bei FDT-SD: $v_{\text{Wind}} = 0$

$$L_s = (F_r + F_f + F_d) P^* \cdot M_v \cdot K_C$$

Konstanter Emissionsfaktor für Randabdichtung über gesamte Hubhöhe

konstantes Molgewicht für die Gasphase



Emissionen aus der Lagerung, berechnet nach API-Standard und VDI-RL 3479 (Bilanzzeitraum = Messprogramm = 498,5 h)

Variante ¹	Stand-verlust [kg]	Arbeits-verlust [kg]	Gesamt-verlust [kg]	Mittlerer Massenstrom [kg]
FDT-SD nach API	179,7	3,5	183,2	0,37
FDT-SD nach API mit doppelter Randabdichtung	23,0	3,5	26,5	0,05
Tank wie Messobjekt, aber ohne V/D-Armatur	-	-	180,1	0,36
Messung	-	-	95,4	0,19
FDT nach API mit V/D- Armatur	12267,3	21782,2	34049,5	68,3
FDT nach VDI-RL mit V/D- Armatur	11699,8	18479,8	30179,6	60,54

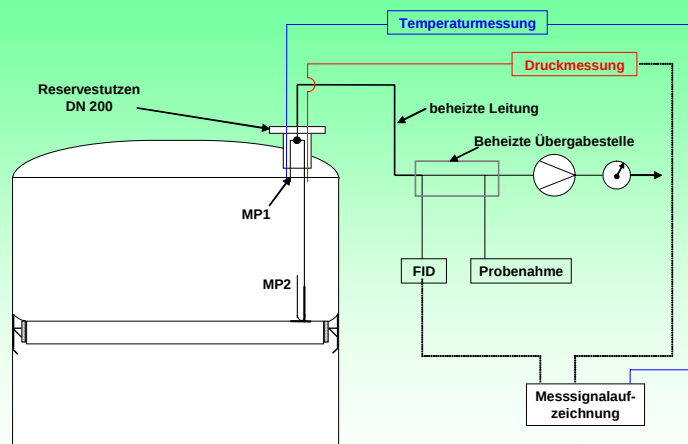
¹ FDT-SD = Festdachtank mit Innenschwimmdecke, SDT = Schwimmdachtank, FDT = Festdachtank



Emissionsminderung/ Wirkungsgrad

Variante ¹	Bezug	
	FDT nach API-Standard	FDT nach VDI-RL
FDT-SD nach API	99,46	99,39
FDT-SD nach API mit doppelter Randabdichtung	99,92	99,91
Tank wie Messobjekt, aber ohne V/D-Armatur	99,46	99,39
Messung	99,72	99,68

Versuchsaufbau zur C_{ges} - Messung



Durchführung der Messung

Standverluste

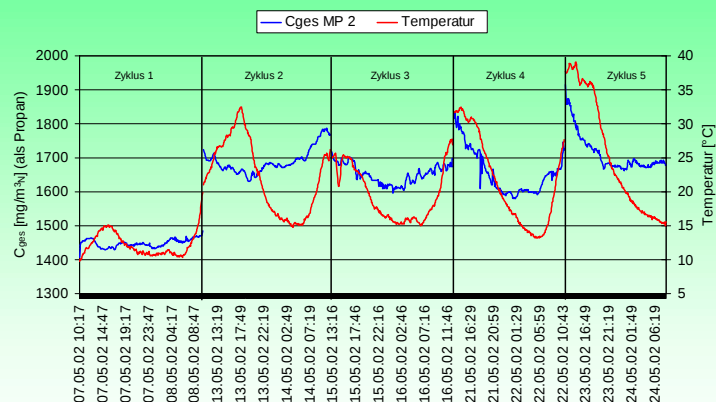
- Volumenstrom
 - Temperaturdifferenz
 - Druckdifferenz
- Konzentration
 - kontinuierliche Messung C_{ges} (FID)
 - Einzelproben auf Aktivkohle und im Gasbeutel

Arbeitsverluste

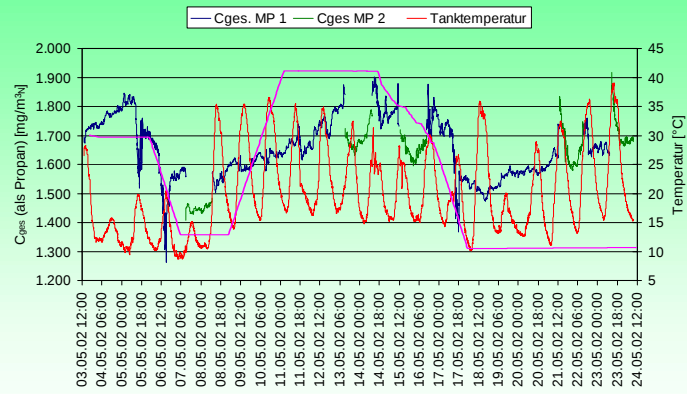
- Volumenstrom
 - Temperaturdifferenz
 - Druckdifferenz
 - Füllstandsentwicklung
- Konzentration
 - kontinuierliche Messung C_{ges} (FID)
 - Einzelproben auf Aktivkohle und im Gasbeutel



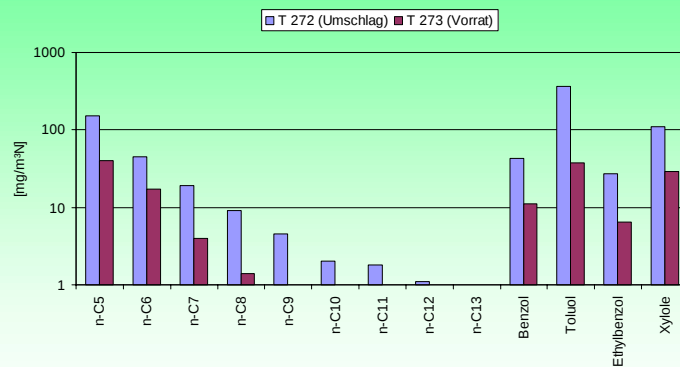
Verlauf der KW-Konzentration am MP 2 und der Temperatur im Tank



Verlauf der KW-Konzentration und der Temperatur im Tank



Konzentrationen ausgewählter Parameter im Gasraum des T 272 und T 273 (logarithmische Skalierung)



Bewertung der Ergebnisse

- Ergebnisse geben Durchschnitt wieder $\Rightarrow$ keine Zufälligkeiten
- Betriebszustand verfolgbar
- bei Stillstand der Schwimmdecke Verschiebung der Gasphase hin zu den leichten Komponenten durch Tag/Nacht-Atmung
- bei langen Standzeiten (Bevorratungstanks) Verdünnung der Gasphase über der Schwimmdecke

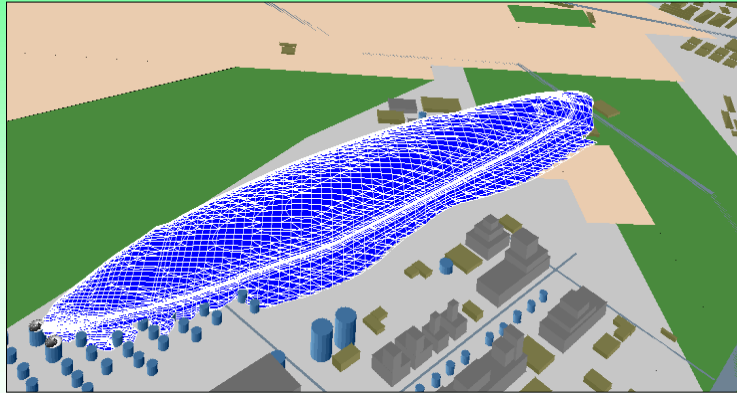


Grundlagen der Ausbreitungsrechnung

- maximaler abgegebener Volumenstrom während des Befüllens (ca. 700 m³/h)
- Benzolgehalt als Summe aus:
 - Benzolemission aus Befüllvorgang (Konzentration aus AK-Probe)
 - Benzolemission aus Standverlusten aller übrigen Tanks
- Windrichtung Nordwest
- Windgeschwindigkeit 4 m/s



Isofläche für die Benzolkonzentration von $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Immissionsmessung durch das Landesumweltamt



Zusammenfassung

- Annahmen der Rechenvorschriften widerspiegeln die Realität nur unzureichend
- Rechenvorschriften ergeben zu hohe Emissionen
- Betriebsregime bei Gasphasenzusammensetzung nicht berücksichtigt (Verhältnis von Stand- u. Arbeitsverlusten)
- unterschiedliche Betriebsweisen erfordern verschiedene Tankgeometrien
- nachgewiesene hochwirksame Schwimmdeckenkonstruktionen fordern die Überprüfung des Verbotes von Schwimmdachtanks
- Ausbreitungsrechnung zeigt keine Schutzgutgefährdung durch Benzolemissionen



Rechtliche Grundlagen der Störfallverordnung

Roland Fendler, Umweltbundesamt

12.BImSchV: Störfall-Verordnung

vom 26.April 2000



§ 3 Allgemeine Betreiberpflichten

(1) Der Betreiber hat die nach Art und Ausmaß der möglichen Gefahren erforderlichen Vorkehrungen zu treffen, um Störfälle zu verhindern; ...

§ 4 Anforderungen an die Verhinderung von Störfällen

Der Betreiber hat zur Erfüllung der sich aus § 3 Abs. 1 ergebenden Pflicht insbesondere

1. Maßnahmen zu treffen, damit Brände und Explosionen

a) Innerhalb des Betriebsbereiches vermieden werden

...

2. Den Betriebsbereich mit ausreichenden Warn-, Alarm- und Sicherheitseinrichtungen auszurüsten



§ 6 Ergänzende Anforderungen

(1) Der Betreiber hat zur Erfüllung der sich aus § 3 Abs. 1 oder 3 ergebenden Pflichten über die in den §§ 4 und 5 genannten Anforderungen hinaus

1. die Errichtung und den Betrieb der sicherheitsrelevanten Anlagenteile zu prüfen sowie die Anlagen des Betriebsbereichs in sicherheitstechnischer Hinsicht ständig zu überwachen und regelmäßig zu warten

2. die Wartungs- und Reparaturarbeiten nach dem Stand der Technik durchzuführen

TAA-GS-11 Abschlußbericht des Arbeitskreises
»Anlagenüberwachung«
Ganzheitliche Anlagenüberwachung
(Stand Januar 1996 – ggf. revisionsbedürftig):



Die ganzheitliche Anlagenüberwachung besteht aus den Elementen

- der eigenverantwortlichen Überwachung der Anlage durch den Betreiber,
- der Überwachung durch die Behörde und
- den sicherheitstechnischen Prüfungen durch Sachverständige.

Die in § 5 BImSchG und § 3 Störfall-Verordnung festgelegten Pflichten sind eindeutig als Betreiberpflichten ausgestaltet und vom Betreiber zu vollziehen.

Der Betreiber wird diesen gesetzlichen Vorgaben nur gerecht, wenn er die Erfüllung der sich aus dem Gesetz und der Verordnung ergebenden Pflichten eigenverantwortlich überwacht.

Die Konsequenzen der
„Verordnung zur Rechtsvereinfachung
im Bereich der Sicherheit und des
Gesundheitsschutzes ...“ vom 27.09.2002 sind zu beachten:



1. Bestimmungen, die dem Betreiber neue Pflichten zuweisen, (u.a. § 15 Abs. 1 BetrSichV: Ermittlung der Prüffristen der Gesamtanlage und der Anlagenteile auf der Grundlage einer sicherheitstechnischen Bewertung)
2. Änderungen bei der Überwachung durch Sachverständige oder Sachkundige
3. Änderungen im Anwendungsbereich (vgl. Kreis der überwachungsbedürftigen Anlagen)

Änderungen bzgl. der Pflichten betreffend die Überwachung durch Sachverständige nach GSG bedeuten keine Änderung der Pflichten nach 12.BImSchV !

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Gerd Müller-Heuser,
Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und
Verbraucherschutz (MUNLV)

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Entwicklung der rechtlichen Rahmenbedingungen
zur Begrenzung von diffusen Emissionen und
deren Umsetzung im Vollzug

☞ Was sind diffuse Emissionen?

☞ § 3 Abs. 3 BImSchG definiert lediglich den Begriff
der Emissionen als die von einer Anlage
ausgehenden Luftverunreinigungen,

☞ Diffuse Emissionen sind eine Teilmenge der
Gesamtemission einer zu betrachtenden Anlage.
Diese Teilmenge kann je nach Anlage eine
Bandbreite von 0 - 100% der Gesamtemission
ausmachen und je nach Betrachtungsweise (ob
aus der Sicht der Industrie, der Überwachungs-
behörden oder der Umweltschutzverbände) kann
der prozentuale Anteil der diffusen Emissionen
aus ein und derselben Anlage variieren (vgl.
Forschungsbericht des UBA „Ermittlung und
Verminderung diffuser und gasförmiger
Emissionen in der chemischen und petro-
chemischen Industrie.“

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Erster Versuch zur Begriffsbestimmung „diffuse
Emissionen“ durch die Legislative mit
Novellierung der 31. BImSchV vom 21. Aug. 2001

Danach sind diffuse Emissionen alle nicht in
gefassten Abgasen einer Anlage enthaltenen
Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen
einschließlich der Emissionen, die durch Fenster,
Türen, Entlüftungsschächte und ähnliche
Öffnungen in die Umwelt gelangen sowie die
flüchtigen organischen Verbindungen, die in
einem von der Anlage hergestellten Produkt
enthalten sind, soweit im Anhang III nichts
anderes festgelegt ist.

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

- ⌘ Grenzwertfestlegung für diffuse Emissionen
- ⌘ Für bestimmte Anlagen und Tätigkeiten werden in der 31. BImSchV erstmals Grenzwerte für diffuse Emissionen festgelegt.
- ⌘ Sie sind prozentual bezogen auf die eingesetzte Lösemittelmenge.
- ⌘ Wegen der möglichen unterschiedlichen Betrachtungsweise zählen bei bestimmten Anlagen und Tätigkeiten auch die flüchtigen organischen Verbindungen in gefassten unbehandelten Abgasen zu den diffusen Emissionen

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

In welcher Form können diffuse Emissionen auftreten?

- ⌘ Sie können ständig auftreten, haben aber in der Regel einen geringen Massenstrom. Die Relevanz ergibt sich aus dem Multiplikator Zeit
- ⌘ Sie können kurzzeitig und vielfach unregelmäßig auftreten, sie haben aber zum Teil extrem hohe Massenströme. Die Relevanz ergibt sich unmittelbar aus der emittierten Menge.

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Beispiele für Anlagen und Anlagenteile mit
ständig auftretenden diffusen Emission:

- ⌘ Pumpen
- ⌘ Verdichter
- ⌘ Flanschverbindungen
- ⌘ Absperrorgane
- ⌘ Schwimmdachtanks (Randabdichtungen)
- ⌘ Festdachtanks mit eingezogener Schwimmdecke

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Beispiele für Anlagen und Anlagenteile sowie für
bestimmte Tätigkeiten, bei denen diffuse
Emissionen mit zum Teil sehr hohen Massen-
strömen auftreten:

- ⌘ Befüllen von Tanks mit leichtflüchtigen
organischen Flüssigkeiten
- ⌘ Umfüllen von leichtflüchtigen organischen
Flüssigkeiten
- ⌘ Ventilierung/Entgasung von Tanks aller Art zum
Zwecke der Reinigung und der Reparatur
- ⌘ Freiblasen von Rohrleitungen und Anlagenteilen
zum Zwecke der Reinigung und der Reparatur
- ⌘ Behandlung von Oberflächen und Materialien

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Rechtsgrundlagen zur Begrenzung diffuser
Emissionen:

- ⌘ Grundpflichten an Betreiber genehmigungs-
bedürftiger Anlagen (§ 5 BImSchG)
- ⌘ Nr. 1 Vermeidung schädlicher Umweltein-
wirkungen und sonstiger Gefahren, erheblicher
Nachteile und erheblicher Belästigungen für die
Allgemeinheit und die Nachbarschaft
- ⌘ Nr. 2 Vorsorge gegen schädliche Umwelt-
einwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche
Nachteile und erhebliche Belästigungen,
insbesondere durch die den Stand der Technik
entsprechenden Maßnahmen

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Rechtsgrundlagen zur Begrenzung diffuser
Emissionen:

- ⌘ Grundpflichten an Betreiber nicht
genehmigungsbedürftiger Anlagen (§ 22 BImSchG)
- ⌘ Abs.1 Nr. 1 Verhinderung schädlicher
Umwelteinwirkungen, die nach dem Stand der
Technik vermeidbar sind
- ⌘ Abs.1 Nr. 2 Beschränkung auf ein Mindestmaß der
nach dem Stand der Technik unvermeidbaren
schädlichen Umwelteinwirkungen

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Beschreibung des Standes der Technik zur
Vermeidung diffuser Emissionen in den
einschlägigen Regelwerken

⌘ Verordnungen

⌘ 20. BImSchV vom 27. Mai 1998, geä. 21. 8. 2001

⌘ Verordnung zur Begrenzung der Emissionen
flüchtiger organischer Verbindungen beim
Umfüllen und Lagern von Ottokraftstoffen

⌘ 21. BImSchV vom 7. Okt. 1992, geä. 6. Mai 2002

⌘ Verordnung zur Begrenzung der Kohlenwasser-
stoffemissionen bei der Betankung von Kraft-
fahrzeugen

⌘ 31. BImSchV vom 21. August 2001

⌘ Verordnung zur Begrenzung der Emissionen
flüchtiger organischer Verbindungen bei der
Verwendung organischer Lösemittel in
bestimmten Anlagen

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

⌘ Verwaltungsvorschrift

⌘ TA Luft 2002 vom 30. Juli 2002

⌘ einschlägige Richtlinien

⌘ VDI 2440 „Emissionsminderung
Mineralölraffinerien“ vom Nov. 2000

⌘ VDI 3479 „Raffinerieerne Mineralöltankläger“
vom Mai 2002

⌘ DGMK Forschungsbericht 499-01
„Immissionsschutz und Arbeitsschutz bei der
Reinigung von Rohöltanks“ vom Sept. 2000

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Gesetzliche Regelungen zur
Emissionsverminderung an Pumpen

VDI 2440, VDI 3479 und TA Luft 2002

Verwendung von

- ⌘ Spaltrohrmotorpumpen
- ⌘ Pumpen mit Magnetkupplung
- ⌘ Mehrfach-Gleitringdichtungen mit Vorlage- oder Sperrmedien
- ⌘ Mehrfach-Gleitringdichtungen mit atmosphärenseitig trockenlaufender Dichtung
- ⌘ hermetisch dichten Verdrängerpumpen, wie Membran- und Faltenbalgpumpen

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Gesetzliche Regelungen zur
Emissionsverminderung an Verdichtern

VDI 2440 und TA Luft 2002

Verwendung von

- ⌘ Mehrfachdichtsystemen
- ⌘ nassen Dichtsystemen, bei denen die Sperrflüssigkeit nicht ins Freie entgast werden darf
- ⌘ trockenen Dichtsystemen (mit Inertgasvorlage oder Absaugung der Fördergutleckage), bei denen die austretenden Abgase einem Gassammelsystem zuzuführen sind

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Gesetzliche Regelungen zur
Emissionsverminderung an Flanschverbindungen

VDI 2440, VDI 3479 und TA Luft 2002

Verwendung von

Flanschverbindungen mit hochwertigen
Dichtsystemen, wie

⌘ Metall- und Schweißdichtungen

⌘ Dichtsysteme, die in einem Nachweisverfahren
besondere Anforderungen erfüllen:

- besondere konstruktive Ausführungs des Dichtsystems unter Betriebsbedingungen,
- Für Dichtungsauswahl und Auslegung der Flanschverbindung sind DIN-Dichtungskennwerte zu Grunde zu legen,
- Einhaltung einer spezifischen Leckagerate von 10^{-4} mbar·l / (s·m) nach bestimmten Prüfverfahren

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Gesetzliche Regelungen zur
Emissionsverminderung an Absperrorganen

VDI 2440, VDI 3479 und TA Luft 2002

Verwendung von

⌘ hochwertig abgedichteten metallischen
Faltenbälgen mit nachgeschalteter
Sicherheitsstopfbuchse

⌘ gleichwertigen Dichtsystemen die in einem
Nachweisverfahren besondere Anforderungen
erfüllen:

- besondere konstruktive Ausführungs des Dichtsystems unter Betriebsbedingungen,
- Einhaltung einer spezifischen Leckagerate von 10^{-4} mbar·l / (s·m) nach bestimmten Prüfverfahren

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Gesetzliche Regelungen zur Emissions-
verminderung bei der Lagerung von Mineralölen

VDI 2440, VDI 3479, TA Luft 2002 und
20. BImSchV

Verwendung von

- ⌘ Festdachtanks mit Anschluss an eine
Gassammelleitung oder mit Anschluss an eine
Abgasreinigung
- ⌘ Festdachtanks mit innerer Schwimmdecke
(Emissionsminderungsgrad 95% / 97%)
- ⌘ Schwimmdachtanks mit wirksamer
Randabdichtung
(Emissionsminderungsgrad 95% / 97%)

In allen Fällen geeignete Außenanstriche

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Gesetzliche Regelungen zur Emissions-
verminderung beim Umfüllen von Mineralölen

VDI 2440, VDI 3479, TA Luft 2002 und
20. BImSchV

Verwendung von

- ⌘ Untenbefüllsystemen oder
Unterspiegelbefüllsystemen
- ⌘ Schwimmdachtanks
- ⌘ Festdachtanks in Verbindung mit
Gaspendelsystemen

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

- ⌘ Gesetzliche Regelungen zur Emissions-
verminderung beim Betanken von Kraftfahrzeugen

21. BImSchV

- ⌘ Verwendung von Gasrückführungssystemen, die
das aus den Kfz-Tanks verdrängte Benzindampf-
Luftgemisch in den Lagerbehälter der Tankstelle
zurückführt.

aktive Gasrückführungs-Systeme mit
Zwangsabschaltung der Benzinförderung
bei Störungen

passive Gasrückführungs-Systeme

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

- ⌘ Gesetzliche Regelungen zur Emissions-
verminderung bei der Reinigung von Tanks

TA Luft 2002

Abgase, die bei Inspektionen oder Reinigungs-
arbeiten der Lagertanks auftreten, sind einer
Nachverbrennung zuzuführen oder es sind
gleichwertige Maßnahmen durchzuführen.

DGMK Forschungsbericht 499-01 „Immissionsschutz und Arbeitsschutz bei der Reinigung von Rohöltanks“

- ⌘ Überprüfung potentieller Leckageflächen im
Bereich des Schwimmdachtanks und abdichten
der Leckageflächen
- ⌘ Tankreinigung in einzelne Schritte unterteilen
- ⌘ Untersuchung der einzelnen Arbeitsschritte auf
Emissionspotentiale
- ⌘ Optimierung der Arbeitsschritte zu
Emissionsminderung
- ⌘ In besonderen Fällen Einsatz von
Sekundärmaßnahmen

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Gesetzliche Regelungen zur Emissions-
verminderung beim Transport entleerter
Ottokraftstoffbehälter

20. BImSchV

Restdämpfe müssen solange im beweglichen
Behälter zurückgehalten werden, bis dieses in
einem Tanklager wiederbefüllt wird oder die
Dämpfe einer Abgasreinigungsanlage zugeführt
werden

Betroffen sind insbesondere:

- ☞ Straßentankfahrzeuge
- ☞ Eisenbahnkesselwagen
- ☞ Binnentankschiffe

Binnentankschiffe dürfen auf Grund einer
Ausnahmeregelung noch bis zum 31. 12. 2005
ventilieren, wenn sie nach Ihrer Entleerung von
Ottokraftstoff andere nicht kompatible Stoffe
laden. Es gibt Überlegungen das Verbot auf
ähnliche Stoffe auszudehnen.

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie

Gesetzliche Regelungen zur Emissions-
verminderung bei der Verwendung organischer
Lösemittel in bestimmten Anlagen

31. BImSchV

- ☞ Chemischreinigungsanlagen
Festlegung eines Gesamtemissionsgrenzwertes,
der indirekt durch besondere technische
Anforderungen eingehalten wird
- ☞ Anlagen zur Oberflächenreinigung
Grenzwert für diffuse Emissionen in Abhängigkeit
vom eingesetzten Lösemittel
- ☞ Anlagen zur Herstellung von Anstrichstoffen,
Bautenschutz- oder Holzschutzmitteln,
Klebstoffen oder Druckfarben
Grenzwert für diffuse Emissionen in Abhängigkeit
vom Lösemittelverbrauch
- ☞ Anlagen zur Herstellung von Arzneimitteln
Grenzwert für diffuse Emissionen in Abhängigkeit
vom eingesetzten Lösemittel

Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie aus Sicht eines Herstellers für Dichtungen

Wolfgang Schöpplein / Ulrich Reinfrank
Burgmann Dichtungswerke GmbH & Co.KG



**BURGMANN**[®]

*Der Name
für Dichtungs-
technik.*

Burgmann Dichtungswerke / Reinfrank / Nov. 2002 1



Anmerkungen zu

„TEXTE 48/02/ Pumpen

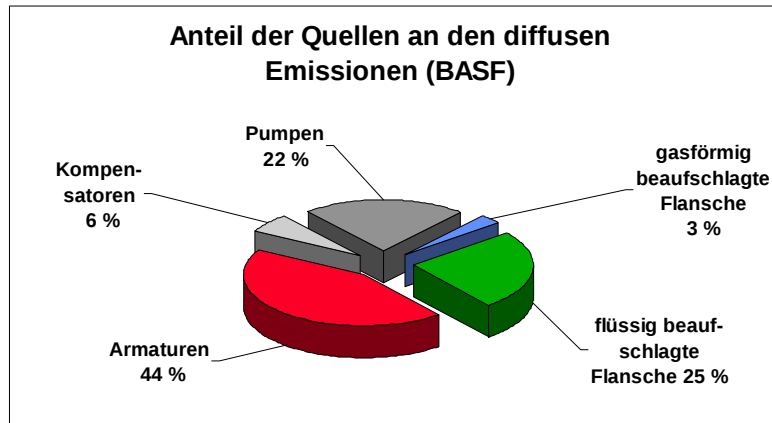
*Ermittlung und Verminderung
diffuser flüssiger und gasförmiger Emissionen
in der chemischen und petrochemischen Industrie*

*Forschungsbericht 200 44 322
UBA - FB 000346“*

Burgmann Dichtungswerke / Reinfrank / Nov. 2002 2

Forschungsbericht UBA - FB 000 346

Emissionen in der
chemischen und petrochemischen Industrie



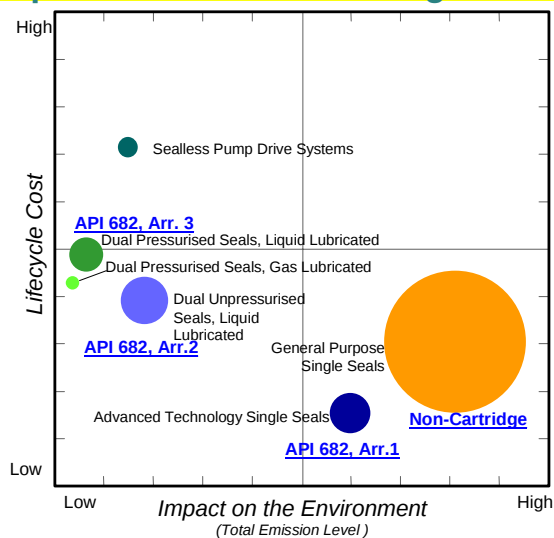
Quelle: - Forschungsbericht 200 44 322 / UBA-FB 000346

Burgmann Dichtungswerke / Reinfank / Nov. 2002

3

Relative Kostenmatrix Pumpen mit GLRD / Dichtungslose Pumpe

BURGMANN

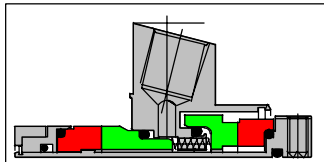


Burgmann Dichtungswerke / Reinfank / Nov. 2002

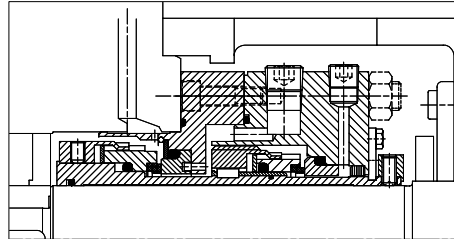
4

Dichtungstypen

BURGMANN



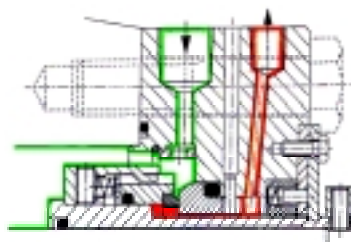
CARTEX-GSD
Dual Pressurized Seals-Gas lubricated



H75VK/75-FTA-80
Dual Unpressurized /
Pressurized Seals
API 682, 2nd ed.
Arr. 2 / Arr. 3



M7N
General Purpose
Single Seals-



H75VN Advanced
Technologie Single Cartridge
Seal, API 682, 2nd. ed.
Arr.1

Non Cartridge

Burgmann Dichtungswerke / Reifrank / Nov. 2002

5

Identifizierung und Optimierung von Emissionen

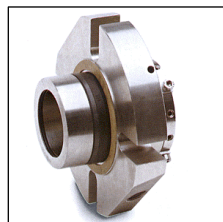
BURGMANN

- Methoden zur Identifizierung und Abschätzung von Emissionen

→ EPA 21

- Konstruktive Maßnahme zur Optimierung von Anlagenteilen - korrekter Einbau

→ Cartridgeeinheiten
nicht Komponentendichtungen



Cartex-DE

Burgmann Dichtungswerke / Reifrank / Nov. 2002

6

Leistungsaufnahme von Dichtsystemen

BURGMANN

Emissionsschutz durch geringeren Energieverbrauch

Dichtsysteme	Leistungsaufnahme in Watt [W]
Gasgeschmierte Doppelgleitringdichtung in einer Chemie-Normpumpe	3
Flüssigkeitsgeschmierte Doppelgleitringdichtung in einer Chemie-Normpumpe	300
Magnetgekuppelte Pumpe mit Hastelloy-Topf / Spaltrohrmotorpumpe	1300

Prüfbedingungen: $d_w = 50 \text{ mm}$; Druck = 5 bar; $n = 3000 \text{ min}^{-1}$; Medium = VE-Wasser

Burgmann Dichtungswerke / Reinfrank / Nov. 2002

7

Anmerkung

BURGMANN

Gleitringdichtungen

Die funktionstragenden Teile dieses Dichtungstyps sind der Gleitring, der Gegenring und eine Feder. Durch die Feder werden die Gleitflächen des Gleit- und Gegenringes aneinander gepresst und damit der Innenraum gegenüber der Umgebung abgedichtet. Da die axial gleitenden Dichtflächen mit einer Flüssigkeit geschmiert bzw. gekühlt werden müssen, lässt es sich in der Regel nicht vermeiden, dass durch die Wellendichtung Produkt oder eine Sperrflüssigkeit zur Atmosphäre gelangen.

Quelle: - Forschungsbericht 200 44 322 / UBA-FB 000346 - Seite 70

Anmerkung:
Doppeldichtungen → keine Produktleckage an die Atmosphäre

Burgmann Dichtungswerke / Reinfrank / Nov. 2002

8

Tabelle 5.5.1: Anwendungsbeispiele verschiedener Wellendichtungssysteme¹⁾

	Stopfbuchspeckung	Gletringdichtung	Magnetkupplung
Temperatur	-200 bis + 500 °C	-100 bis +450 °C	-100 bis +450 °C
Druck	1 bis 40 bar	Vakuum bis 450 bar	Vakuum bis 40 bar
max. Gleitgeschw./ Umdrehung	40 m/s	> 100 m/s	3600 1/min
Drehmoment	unbegrenzt	unbegrenzt	315 Nm
Medium	flüssig	✓	✓
	gasförmig	✓	-
	bröcklig	✓	-
	abrasiv	✓	-
Potential des Versagens	-		✓
Große Wellendurchmesser	✓	-	-

Quelle: - Forschungsbericht 200 44 322 / UBA-FB 000346- Seite 71

Burgmann Dichtungswerke / Reinfrank / Nov. 2002

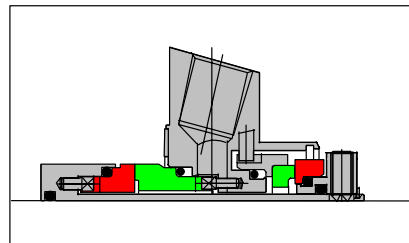
9

Schadensfall - Simulation

1. Doppeldichtung drucküberlagert

Überwachung Sperrsystem

- Alarm im Schadensfall
- ♦ Sperrdruckabfall / Anstieg
- ♦ Temperaturerhöhung
- ♦ minimaler Füllstand



CARTEX-DE

Im Schadensfall tritt kein
Produkt an die Atmosphäre
→ vorzeitiger Alarm

**Doppeldruckentlastung hält Dichtung
bei Sperrdruckausfall geschlossen**

Burgmann Dichtungswerke / Reinfrank / Nov. 2002

10

Schadensfall - Simulation

2. Einzeldichtung

2.1. O-Ring Dichtung

- gebrochener Gleitring,
 - temperaturgeschädigter O-Ring
 - bei 50 mm Wellendurchmesser, Wasser, 3000 U/min und 10 bar
- ca. 60 ml/h = eine Kaffeetasse

2.2. Metallfaltenbalgdichtung

- gebrochener Balg
 - bei 43 mm Wellendurchmesser; Wasser, 3000 U/min und 10 bar
- ca. 30 ml/h = eine Espressotasse

Anmerkung

Forschungsbericht UBA-FB 00346

5.6. Pumpen

5.6.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die TA-Luft fordert in Kapitel 5.2.6.1 für bestimmte Stoffgruppen und Konzentrationen den Einsatz technisch dichter Pumpen, wie Spaltrohrmotorpumpen, Pumpen mit Magnetkupplung, Pumpen mit Mehrfach-Gleitringdichtungen und atmosphärenseitig trockenlaufender Dichtung, Membranpumpen oder Faltenbalgpumpen. Bestehende Pumpen dürfen bis zum Ersatz durch neuere Pumpen weiterbetrieben werden, sofern sie keine gefährlichen Stoffe fördern und einen bestimmten Massegehalt dieser Stoffe unterschreiten.

Quelle: - Forschungsbericht 200 44 322 / UBA-FB 000346 - Seite 75 / 76

! fehlt

TA-Luft

5.2.6.1 Pumpen

Es sind technisch dichte Pumpen wie Spaltrohrmotorpumpen, Pumpen mit Magnetkupplung, **Pumpen mit Mehrfach - Gleitringdichtung und Vorlage- oder Sperrmedium**, Pumpen mit Mehrfach-Gleitringdichtung und atmosphärenseitig trockenlaufender Dichtung, Membranpumpen oder Faltenbalgpumpen zu verwenden.

Quelle: TA-Luft - Seite 61

Population-hermetisch dichte Pumpen und Pumpen mit GLRD



Pumpen mit GLRD (Gleitringdichtungen):	80%
Hermetisch dichte Pumpen: (Magnetgekuppelte- und Spaltrohrmotorpumpen)	20%

Quelle: ESA Seal Forum:

- Chemiewerk InfraServ, Gendorf
- Mitteldeutsche Erdölraffinerie (MIDER), Spergau
- BEB Erdgas und Erdöl GmbH, Hannover
- InfraServ, Hoechst
- Wacker Chemie Burghausen
- DOW Chemical, Midland
- OMV AG, Raffinerie Schwechat
- Chloranlage bei General Electric Plastics BV, Niederlande

Wirkungsvergleich



Reduzierter Wirkungsgrad von ca. 5 % bei

- Pumpen mit Magnetkupplungen (Hast.C Spalttopf)

gegenüber

- Pumpen mit GLRD (Gleitringdichtungen)

Anmerkung



Konstruktionstechnische Maßnahmen zur Emissionsvermeidung und -verminderung

Eine Betrachtung der Investitionen inkl. Montagekosten zeigt, dass die Kreiselpumpe mit Magnetkupplung bei Förderströmen bis 200m³/h **deutlich** kostengünstiger als eine Kreiselpumpe mit doppelt wirkender Gleitringdichtung ist. Auch ein Vergleich der Lebenszykluskosten (Kosten, die während der Nutzungsdauer des Aggregats anfallen) zeigt ebenfalls eindeutige Vorteile zugunsten der Kreiselpumpe mit Magnetkupplung.

Quelle: - Forschungsbericht 200 44 322 / UBA-FB 000346 - Seite 81

→ Einseitige Betrachtung

**Arbeitspapier des CEFIC – Informationsunterlage für die
Erarbeitung der BREFs
dem EIPPCB in Sevilla vorgelegt**

VOC Definition and Scope of Regulations

Or

How to make sure that regulations are applied beyond their scope

The issue

VOC stands for "volatile organic compound". Organic is a well-defined word for a chemist. Compound is not a scientifically well-established term, but its use in this respect does not create ambiguities. The difficulty comes from the word "volatile". Any substance that is subject to evaporation or sublimation can be considered volatile. The measure that is used to quantify how volatile a substance is, is usually its vapour pressure (VP) under normal conditions.

Hence the issue: every time the abbreviation "VOC" is used, which range of vapour pressures is it intending to cover?

Definition

Art.3, k of the National Emission Ceilings Directive (NECD) reads:

"Volatile organic compounds" and "VOC" mean all organic compounds arising from human activities, other than methane, which are capable of producing photochemical oxidants by reactions with nitrogen oxides in the presence of sunlight."

This definition focuses on the effect of VOCs that most VOC-related regulations aim at curbing. It excludes VOCs produced by nature, since these are not subject to regulatory control under the NECD. It also excludes methane, because methane has a very low POCP (0.006 versus 1 for ethylene according to Derwent, 1998). Meanwhile, this definition does not provide a VP limit.

In conclusion, this is the only definition that can be provided, that addresses the purpose for which emissions of man-made VOCs need to be limited.

Other "definitions"

All regulations dealing with VOCs include a so-called "definition" of VOC. In reality, the definition of VOC included in these regulations provides an indication of the range of vapour pressures to which each specific regulation is applicable. Examples:

- VOC (EU solvent VOC directive - SED): Volatile Organic Compound with a VP>0.01 kPa at 20°C or working T°

- VOC (EU gasoline VOC directive): Volatile Organic Compound with a VP > 13.3 kPa at 35°C
- VOC- European Eco-Label for paints and varnishes: organic compound with a boiling point (or ibp) lower than or equal to 250 deg.C
- VOC (Handreiking Lekverliezen - NL): VP > 0.0133 kPa at 25°C, no-methane, no-CFC. For storage: VP > 1.0 kPa at storage T°
- VOC (US EPA regulations on fugitive emissions): Volatile Organic Compound containing at least 20% in weight of products with a VP > 0.3 kPa at 20°C
- VOC- Austrian 1995 "Solvents Ordinance": max. boiling point of 200 deg.C
- VOC- Switzerland, "VOC Ordinance": organic compounds with max. boiling point of 240 deg.C (tax scheme built around VOC content)

The reason why these "definitions" are so different is that they apply in the context of a specific regulation, which is intended to cover specific emissions that can be avoided or reduced by applying specific techniques. For example, the VP in the EU Gasoline Directive is high because it intends to cover emissions from gasoline. The US EPA definition indicates a range below which Leak Detection and Repair to reduce fugitive emissions becomes impractical and ineffective.

What is the problem?

As long as these "definitions" included in various regulations are applied within the frame of these specific regulations, there is no problem. However, when used in a different context, it leads to the enforcement of emission reduction techniques outside of the range where these are effective or can be economically justified. Examples:

- Imposing vapour recovery on truck loading operations for products close to the SED limit of 0.01 kPa at 20°C can mean an investment of $> 10^6$ € for very low emission reduction.
- Imposing control of fugitive emissions from piping systems based on the SED limit is unfeasible.
- Imposing internal floating covers in tanks for products that have a vapour pressure below 1.0 kPa is not economically justifiable.

These situations do occur in practice. In fact, the SED "definition" is used more and more as being "the" definition of VOCs.

A solution?

Whenever possible, a distinction should be made between the definition of the term "VOC" and the range of applicability of a specific regulation. This should be pursued:

- During discussions on new regulations
- During discussions on application of existing regulations

In order to establish the range of VOCs to which these regulations are applicable, cost effectiveness criteria should be used.

Teilnehmerliste zum Fachgespräch

“Verminderung diffuser Emissionen in der chemischen und Mineralölindustrie”

am 27. November 2002 im Umweltbundesamt

Name	Institut/Unternehmen	Telefonnummer/ FAX / E-Mail
Herr Joachim Arp	Staatliches Umweltamt Itzehoe	Tel: 04821-662850 E-Mail: Joachim.arp@stua-iz.landsh.de
Dr. Peter Clajus	Röhm AG & Co KG	Tel: 06151 184972 E-Mail: peter.clajus@degussa.com
Carsten Cuhls	Martin-Luther-Universität Halle Fachbereich Ingenieurwissenschaften Institut für Umwelttechnik	Tel: 03461 462723 E-Mail: carsten.cuhls@iw.uni-halle.de
Dr. Peter Breidenbach	Bayer AG	Tel: 0214 30 5 2271 E-Mail: peter.breidenbach.pb@bayerindustry.de
Dr. Detlef Brennecke	Bayer AG	Tel: 02133 51 5558 E-Mail: Detlef.Brennecke.db1@bayerindustry.de
Dr. Wolf Drechsler	Umweltbundesamt	Tel: 030 8903 3571 E-Mail: wolf.drechsler@uba.de
Johannes Drotleff	Umweltbundesamt	Tel: 030 8903 3625 E-Mail: johannes.drotleff@uba.de
Horst Fehrenbach	Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU), Heidelberg	Tel: 06221 47 67 - 0 E-Mail: Horst.fehrenbach@ifeu.de
Roland Fendler	Umweltbundesamt	Tel: 030 8903 3679 E-Mail: roland.fendler@uba.de
Klaus Fricke	Umweltbundesamt	Tel: 030 8903 3629 E-Mail: klaus.fricke@uba.de
Dr. Angelika Hanschmidt	Verband der Chemischen Industrie (VCI)	Tel: 069 2556 1440 E-Mail: hanschmidt@vci.de
Dr. Günter Hollmann	Dow Chemical	Tel: 04146 91 2408 E-Mail: ghollmann@dow.com
Winfried Janssen	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)	Tel: 0231 9071 318 E-Mail: Janssen.winfried@baua.bund.de
Frau Nicole Jerusalem	Mineralölwirtschaftsverband e.V.	Tel: 030 2022053 E-Mail: jerusalem@mww.de
Herr Alfred Jung	Jungtec, High-Tech- Industriedichtungen	Tel: 02234 9647 13 E-Mail: a.jung@jungtec.de

Dr. Werner Kopp	BASF AG, Ludwigshafen	Tel: 621 6073896 E-Mail: werner.kopp@basf-ag.de
Bernd Krause	Umweltbundesamt	Tel: 030 8903 3626 E-Mail: Bernd.Krause@uba.de
Jörg Krömer-Lassen	Behörde für Umwelt- und Gesundheit, Hansestadt Hamburg	Tel: 040 42845 4375
Dr. Karl-Erich Köppke	Institut für Umwelttechnik und Management an der Universität Witten/Herdecke	Tel: 05731 26111 E-Mail: dr.koeppke@t-online.de
Jürgen Langner	PCK Schwedt	Tel: 03332 46 1400 E-Mail: M. J.Langner@PCK.de
Peter Lingnau	Jungtec, High-Tech-Industriedichtungen	Tel: 02234 9647 23 E-Mail: P.Lingnau@jungtec.de
Jürgen Mayer	Staatliches GAA Karlsruhe	Tel: 07219264127 E-Mail: Juergen.Mayer@gaaka.gaa.bwl.de
Ute Maier	Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden - Württemberg	Tel: 0711 126 2947 E-Mail: Ute.Maier@uvm.bwl.de
Dr. Ernst Molter	Bayer AG, Leverkusen	Tel: 0214 30 62 102 E-Mail: Ernst.molter.em@bayer-ag.de
Gerd Müller-Heuser	Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (MUNLV)	Tel: 0211 4566 696 E-Mail: mueller-heuser@munlv.nrw.de
Klaus Ohlrogge	GKSS Forschungszentrum	Tel: 04152 872400 E-Mail: Klaus.Ohlrogge@GKSS.de
Sebastian Plickert	Umweltbundesamt	Tel: 030 8903 3006 E-Mail: sebastian.plickert@uba.de
Ulrich Reinfrank	Burgmann Dichtungswerke GmbH & Co.KG	Tel: 8171-231298 E-Mail: schaller@burgmann.com
Joachim Rettner	European Vinyls Corporation (Deutschland) GmbH	Tel: 04425 98 2541 E-Mail: Joachim.rettner@evc-int.com
Dr. Steffi Richter	Umweltbundesamt	Tel: 030 8902 3275 E-Mail: steffi.richter@uba.de
Wolfgang Schöpplein	Burgmann Dichtungswerke GmbH & Co.KG	Tel: 8171-231275 E-Mail: schoepplein@burgmann.com
Eckhard Siemieniec	Staatliches Amt für Umweltschutz, Rheinland-Pfalz	Tel: E-Mail: Eckhard.Siemieniec@rph.mi.lsa-net.de
Dr. Michael Winkler	Mineralölwirtschaftsverband e.V.	Tel: 040 24849-257 E-Mail: winkler@mww.de
Rainer Witte	GSW Ingenieurgesellschaft bR	Tel: 02018615620 E-Mail: witte@gsw-essen.de