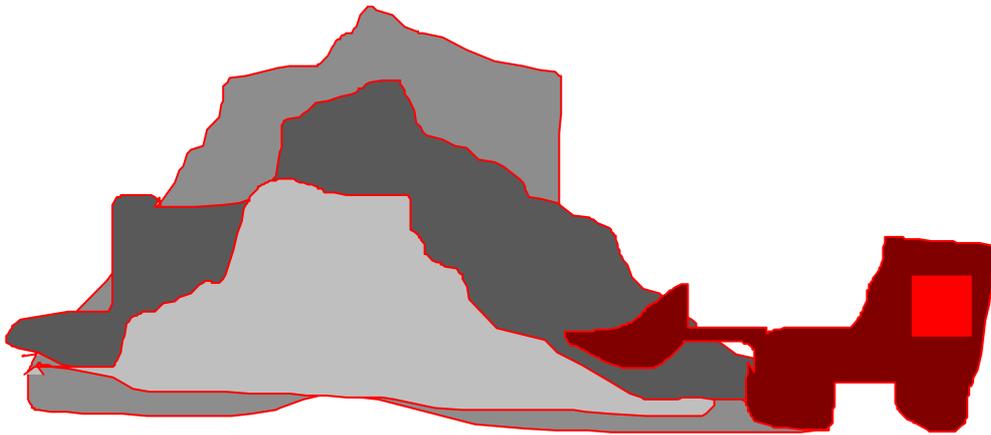




# Stand der Technik zur Minderung staubförmige Emissionen bei Umschlag, Lagerung oder Bear- beitung von festen Stoffen

(Umsetzung der Ziffer 5.2.3 TA Luft in der Praxis)

basierend auf den Erfahrungen des Staatlichen Umweltamtes Duisburg



**Betreiberversion**



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundsätzliche Möglichkeiten zur Emissionsminderung</b>	<b>1</b>
2.1	Lager- und Logistikkonzept	2
2.2	Allgemeine organisatorische Maßnahmen	2
<b>3</b>	<b>Staubförmige Emissionen bei Umschlag und Transport von festen Stoffen</b>	<b>3</b>
3.1	Flächenversiegelung	3
3.2	Einsatz von Kehrfahrzeugen oder -maschinen auf festgelegten Fahrwegen	4
3.3	Berieselungseinrichtungen	5
3.4	Reifenreinigung	7
3.5	Abplanen von LKW	9
3.6	Geschlossene Fördersysteme	9
3.7	Anforderungen beim Materialabwurf	11
3.8	Verschiebbare Hallendächer	12
3.9	Verladesilos	12
<b>4</b>	<b>Staubförmige Emissionen bei der Lagerung von festen Stoffen</b>	<b>13</b>
4.1	Freilagerung	13
4.1.1	Wälle	14
4.1.2	Begrünung	14
4.1.3	Abdecken oder Schichtenbildung der Oberfläche	14
4.1.4	Lage der Halden	14
4.1.5	Berieselungseinrichtungen	14
4.1.6	Stellwände und Schüttboxen	15
4.2	Geschlossene Lagerung in Silos, Hallen oder sonstigen Systeme	15
<b>5</b>	<b>Staubförmige Emissionen bei der Bearbeitung von festen Stoffen</b>	<b>17</b>
5.1	Anforderungen beim Materialabwurf	17
5.2	Berieselungseinrichtungen	17
5.3	Geschlossene Fördersysteme	17
5.4	Kapselung, Absaugung bei Brecher und Siebanlage	17
5.5	Halle für Behandlungsanlagen	18
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>19</b>
6.1	Auszug aus dem Anhang zur 4. BImSchV (Stand 7/2003)	19
6.2	Auszug aus der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft vom 01.10.2002 (BGBl. I S. 511)	21



## 1 Einleitung

Im Aufsichtsbezirk des Staatlichen Umweltamtes Duisburg gibt es rund 170 Anlagen, die als Haupt- oder Nebenanlagen nach den Ziffern 2.2, 8.11 a/b, 8.12, 8.14, 8.15 und/oder 9.11 des Anhangs zur 4. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Auszug siehe Kap. 6)<sup>1</sup> genehmigt sind.

Die besondere Schwierigkeit bei Anlagen dieser Art ist die Beurteilung diffuser Staubquellen und die Auswahl geeigneter und verhältnismäßiger Maßnahmen zur Minderung der Emissionen. Anordnungen, die lediglich organisatorische Maßnahmen beinhalten, z.B. manueller Einsatz der Berieselung, führten nach Erfahrung der Überwachungsabteilung des Staatlichen Umweltamtes oft nicht zu dauerhaften Erfolgen.

Im Staatlichen Umweltamt Duisburg wurde daher ein Anforderungsprofil erstellt, welches Möglichkeiten zur Emissionsminderung aufzeigt. *Abschnitte im Kursivdruck benennen konkrete Anforderungen, die das Staatliche Umweltamt Duisburg im Rahmen von Genehmigung bzw. Überwachung an die Betriebe stellt.*

Die Grundzüge zur Emissionsminderung sind unter Ziffer 5.2.3 der TA Luft<sup>2</sup> (s. Kap. 6) aufgeführt. Diese Ausarbeitung soll Möglichkeiten zur Umsetzung dieser Ziffer in der Praxis benennen. Er ist in die Anlagenbereiche Umschlag und Transport, Lagerung sowie Behandlung staubender Güter untergliedert. Vorangestellt sind grundsätzliche Möglichkeiten zur Emissionsminderung, die sich auf den gesamten Betrieb beziehen.

Dieses Anforderungsprofil ist keine abgeschlossene Zusammenstellung, sondern soll fortgeschrieben werden. Anregungen und Anmerkungen sind erwünscht.

Als eine Ergänzung zu dieser Ausarbeitung zur Emissionsminderung ist die VDI-Richtlinie VDI 3790 Blatt 3<sup>3</sup> anzusehen, die im Mai 1999 als Weißdruck erschienen ist. Ziel dieser Richtlinie ist es, Emissionsfaktoren für die Lagerung und den Umschlag von Schüttgütern abzuschätzen. Techniken zur Emissionsminderung werden dort nur am Rande erörtert.

## 2 Grundsätzliche Möglichkeiten zur Emissionsminderung

Bei der Lagerung von staubenden Gütern im Freien steht die abgewehrte Staubmenge u.a. im Verhältnis zur Haldenoberfläche und der Windangriffsfläche. Deshalb ist nicht nur die Menge und Art des Lagergutes entscheidend, sondern auch die Art der Lagerung (z.B. dreiseitig umschlossen oder ohne bauliche Begrenzung und ohne geordnete Haldenstruktur). Grundsätzlich zielen emissionsmindernde Maßnahmen in diesem Bereich darauf hin, die Angriffsfläche zu verringern oder zu inaktivieren (z.B. über Befeuchtung, Berieselung).

Bei Behandlung und Transport von staubenden Gütern wirkt sich insbesondere die Art des Umgangs mit dem Material entscheidend auf dessen Emissionsverhalten aus. Hierbei sollten die Staubaufwirbelungen soweit wie möglich vermieden werden, z.B. durch Optimierung der

---

<sup>1</sup> Vierte Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV - vom 14.03.1997 (BGBl. I S. 504), in der zur Zeit gültigen Fassung.

<sup>2</sup> TA Luft: 1. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 01.10.2002 (GMBI. S. 511) (Auszug zu Ziffer 5.2.3 siehe Kap. 6.1)

<sup>3</sup> VDI-Richtlinie 3790 Blatt 3: Umweltmeteorologie; Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen: Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern



Verladevorgänge, niedrige Materialabwurfhöhen, Wasserberieselung während des Umschlagvorgangs bzw. Transport in geschlossenen Systemen.

Genutzte Betriebsflächen, auf denen Lagerung bzw. Behandlung und Transport stattfinden, sind weitestgehend zu versiegeln (vgl. Kap.3.1). Nicht genutzte Bereiche auf dem Betriebsgelände sind nach Möglichkeit zu begrünen, um den Weitertransport von Staub durch den Wind zu erschweren. Windschutzsysteme, z.B. Wälle, Stellwände etc. können den Windeinfluss und die Verwehung des Staubes über das Betriebsgelände hinaus verringern.

## 2.1 Lager- und Logistikkonzept

Nach heutigen Maßstäben ist für einen Betrieb, der einer Lagerhaltung bedarf, grundsätzlich eine Lager- und Logistikkonzeption erforderlich.

Neben der Ausweisung von Lagerbereichen sowie Art und Menge der zu lagernden Materialien ist insbesondere zu Transport, Umschlag und Lagerung von staubenden Gütern im Freien ein Konzept zu erstellen, das die Belange des Immissionsschutzes berücksichtigt.

In diesem Konzept sollten die für den Immissionsschutz relevanten Maßnahmen beinhaltet sein. Insbesondere sind dies im Regelfall folgende Maßnahmen:

- Hallen
- Schüttboxen/Stellwände
- versiegelte Flächen
- Berieselungseinrichtungen
- Begrünung
- Wälle
- Behandlungsanlagen
- Reifenwaschanlage
- Fahrwege
- Kehrfahrzeugwege
- Haldenhöhen
- Silos
- abgedeckte Oberflächen
- Förderbänder

Bei bestehenden Anlagen sollte ein solches Konzept als Grundlage für Sanierungsmaßnahmen zur Anpassung an den Stand der Technik zur Emissionsbegrenzung dienen. Im Konzept werden die emissionsrelevanten Bereiche offenbart. Schwachstellen im Ablauf können strukturiert angegangen bzw. beseitigt werden. *Ein Lagerkonzept ist jedem Genehmigungsantrag beizufügen.*

## 2.2 Allgemeine organisatorische Maßnahmen

Zu den allgemeinen organisatorischen Maßnahmen gehören Betriebsanweisungen zur Regelung immissionsschutzrelevanter Betriebsvorgänge und die Benennung der dafür verantwortlichen Personen. Die Verpflichtung zur Aufstellung von Betriebsanweisungen besteht teilweise parallel auch aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen (z.B. im Gefahrstoffrecht).

Betriebsanweisungen dienen dazu, notwendige organisatorische Maßnahmen zur Staubminderung festzulegen und verbindlich für das Betriebspersonal zu regeln. Die Betriebsanweisung regelt u.a.



- Zeitpunkt, Einsatzort und Häufigkeit des Einsatzes von Kehrmaschinen
- Zeitpunkt, Einsatzort und Häufigkeit des Einsatzes von Berieselungsanlagen
- Benutzung und Wartung der Reifenwaschanlage
- Verhaltensregeln beim Umschlag (z.B. Anpassen der Abwurfhöhe)
- Geschwindigkeitsbegrenzungen auf dem Betriebsgelände
- regelmäßige Kontrolle des Betriebsgeländes (z.B. Zustand der Fahrbahndecke)

Die Betriebsanweisung ist vom Betreiber zu erstellen und ist dem verantwortlichen Personal (betriebseigenes Personal, ggf. Kunden und Lieferanten, etc.) halbjährlich/jährlich zu erläutern. Die Unterweisung ist durch das Personal mit Unterschrift zu bestätigen. Bei der Erstellung der Betriebsanweisung sollte beachtet werden, dass immissionsschutzrechtliche Regelungen aus Genehmigungsbescheiden (insbesondere Auflagen) eingebunden sind.

Darüber hinaus ist es erforderlich, dass mindestens eine verantwortliche Person für die Kontrolle der immissionsschutzrechtlichen Auflagen schriftlich benannt wird. Die verantwortliche Person muss insbesondere für die Sicherstellung „verhaltensbedingter Staubminderungsmaßnahmen“, z.B. Einsatz der Kehrmaschinen, Berieselungsanlage, Reifenwaschanlage, Festlegung der Abwurfhöhe, weisungsbefugt sein.

*Bei neu zu genehmigenden Anlagen sind die entsprechenden organisatorischen Maßnahmen im Rahmen des Genehmigungsverfahrens vom Betreiber darzustellen.*

*Für bestehende Anlagen sind diese Maßnahmen aus gegebenem Anlass und einzelfallabhängig nachträglich umzusetzen.*

### **3 Staubförmige Emissionen bei Umschlag und Transport von festen Stoffen**

Umschlag- und Transportvorgänge sind in der Regel emissionsrelevant. Als geeignete Maßnahmen bieten sich hier geschlossene Systeme, wie z.B. Silofahrzeuge und pneumatische Förderung, an. Da diese Maßnahmen aus betriebstechnischen Gründen nicht überall einsetzbar sind, müssen ggf. andere Lösungen gefunden werden. Hierzu zählen beispielsweise das Abplanen von staubenden Gütern auf Transportfahrzeugen oder der Umschlag über Trichter auf umschlossene Transportbänder.

#### **3.1 Flächenversiegelung**

Die Versiegelung der Flächen, auf denen Transport-, Lager- und Behandlungsvorgänge stattfinden, dient zwei Zielen:

- dem Grundwasserschutz und
- dem Immissionsschutz (ermöglicht die Reinigung des Geländes, z.B. mit Kehrmaschinen).

Nach dem Stand der Technik sind Fahrwege grundsätzlich zu versiegeln, um eine gezielte Reinigung zu ermöglichen. Die Versiegelungen sind so auszuführen, dass sie den statischen Beanspruchungen, z.B. durch schwer beladene LKW und Radlader, standhalten.

Im Behandlungsbereich kann eine derartige Befestigung auch aus statischen Gründen bei der Aufstellung von Anlagen, z.B. Brechern und Förderaggregaten, notwendig sein.

Die Versiegelung der Lagerbereiche ist zwingend erforderlich, wenn durch Auslaugen des Lagergutes eine Grundwasserbeeinträchtigung nicht auszuschließen ist. Dies ist beim Umgang mit Boden oder Bauschutt mit einer Schadstoffbelastung  $\geq Z1.2^4$  der Fall. Hier ist die Versiegelung als wasserundurchlässige Schicht, z.B. als Beton oder in bituminös gebundener Tragschicht, auszuführen. Die Entwässerung der Flächen ist mit der Unteren Wasserbehörde abzustimmen. Von einer Versiegelung der Lagerflächen kann abgesehen werden, wenn das Lagermaterial Boden oder Bauschutt mit einer Belastung  $< Z1.2$  entspricht.

*Bei Neuanlagen ist die oben genannte Ausführung im Rahmen des Genehmigungsverfahrens darzustellen.*

*Auch bei bestehenden Anlagen sind die Fahrwege grundsätzlich zu befestigen. Für die Lagerflächen ist eine nachträgliche Anordnung je nach Lagergut im Einzelfall erforderlich, ggf. sind nur entsprechende Lagerbereiche wasserundurchlässig zu versiegeln.*

### 3.2 Einsatz von Kehrfahrzeugen oder -maschinen auf festgelegten Fahrwegen

Auf den Fahrstrecken der Betriebsgelände kommt es durch Materialabwehungen und Handhabungsverluste zu Verunreinigungen. Durch den Fahrzeugverkehr können diese Verunreinigungen derart zerkleinert werden, dass der entstandene Feinstaub durch geringe Windeinflüsse (z.B. Fahrtwind) in der Umgebung verteilt wird. Daneben findet durch die Fahrzeuge (insbesondere durch Anhaftungen am Reifen) eine Verschleppung des Materials statt.

Da diese Verunreinigungen grundsätzlich nicht vermeidbar sind, müssen die Transportwege einer regelmäßigen Reinigung unterzogen werden. Daher ist es erforderlich, feste, versiegelte



*Vollständige Flächenbefestigung (Asphaltierung) bei einer Bauschutt- und Schlackenaufbereitungsanlage*

<sup>4</sup> Zuordnungswerte aus: Mitteilungen der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 20: Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen - Technische Regeln -, Stand 5.9.1995, Erich-Schmidt-Verlag

Fahrstrecken festzulegen, die in regelmäßigen Abständen und im Bedarfsfall zu reinigen sind. Unter Umständen ist Schrittgeschwindigkeit (Reduzierung von Aufwirbelungen) auf dem Betriebsgelände einzuhalten. Diese Maßnahmen sind in Betriebsanweisungen (vgl. Kap 2.2) zu regeln. Eventuell kann auch durch die bauliche Gestaltung der Fahrstrecken eine Geschwindigkeitsbegrenzung erfolgen.



*Konventionelles Saugkehrfahrzeug*

Als Kehrfahrzeug können konventionelle Saugkehrfahrzeuge, umgerüstete Radlader oder kleinere Maschinen in Abhängigkeit von der Anlage eingesetzt werden. Zusätzlich können spezielle Fahrzeuge zum Einsatz kommen, die die Flächen mit Wasser besprühen oder bescülen, um z.B. Restanhaftungen aus den Vertiefungen der Fahrwege zu entfernen.

*Bei Neuanlagen ist die oben genannte Ausführung im Rahmen des Genehmigungsverfahrens darzustellen. Auch bei bestehenden Anlagen sind die Fahrwege grundsätzlich zu reinigen. In der Regel sollte die Reinigung arbeitstäglich erfolgen; der konkrete Reinigungszyklus ist im Einzelfall unter Berücksichtigung der Anzahl der Fahrzeugbewegungen und der Art der gehandhabten Stoffe festzulegen.*

### **3.3 Berieselungseinrichtungen**

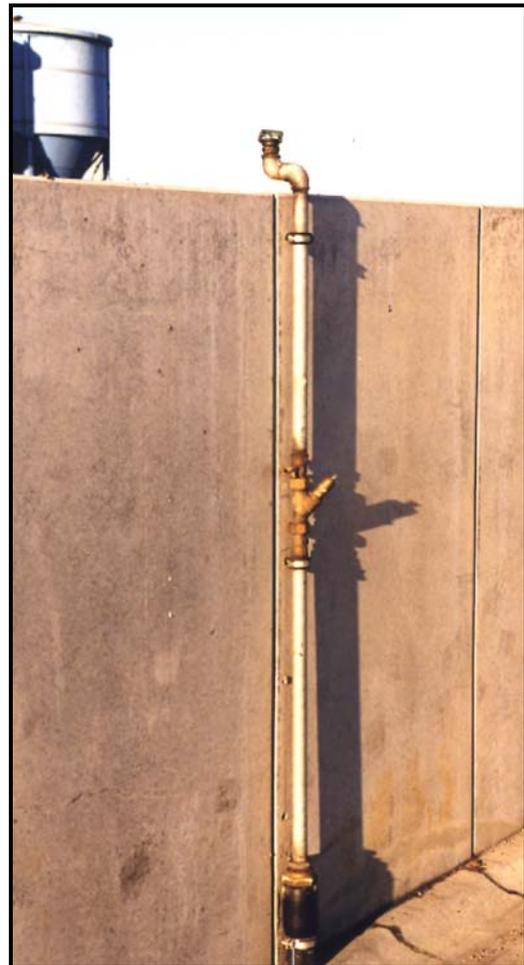
Die Befeuchtung des Materials durch Berieselungseinrichtungen reduziert Staubemissionen bei Transport, Umschlag und durch Haldenabwehungen in erheblichem Umfang. Wenn die Berieselungseinrichtung zur Niederschlagung von Staubemissionen eingesetzt werden soll, sind u.a. die Randparameter Wasserdruck und der Zerstäubungsgrad des Wasserstrahls zu beachten. Eine EDV-gestützte Steuerung, zumindest eine automatische Steuerung über eine Zeitschaltuhr, ist unter Berücksichtigung der heutigen Möglichkeiten als Stand der Technik anzusehen. Verhaltensbedingte organisatorische Maßnahmen (Berieselung wird durch Betriebspersonal an- und abgestellt) sind nur in Sonderfällen akzeptabel. Kommen mobile Berieselungseinrichtungen zum Einsatz, ist deren Anzahl so zu wählen, dass ein kurzfristiges Umsetzen (z.B. an besonders trockenen Tagen) nicht erforderlich wird.

Bei allen Anlagen sind fest installierte und automatisierte Systeme, wie eine Ringleitung, an den Stellen einzusetzen, bei denen wiederkehrend staubaufwirbelnde Umschlagvorgänge stattfinden, z.B. bei Abbaustellen von Halden und Haufwerken oder zur Benetzung von Fahrwegen. Eine ausreichend dimensionierte Wasserversorgung ist zu gewährleisten.

In anderen Bereichen sind mobile Berieselungsanlagen einzusetzen.



Oberirdisch verlegte Ringleitung mit fest installiertem Kreisregner in einer Bauschutttaufbereitungsanlage



Fest installierter Kreisregner bzw. eine an einer Stellwand montierte Sprühdüse. Anwendungsbereich: Bauschutttaufbereitung / Hafenumschlag. Die Ringleitung ist in diesen Beispielen frostsicher im Untergrund verlegt.

*Im Rahmen von Genehmigungsverfahren ist ein Berieselungskonzept (für Lager-, Umschlag- und Behandlungsbereiche einschließlich Lageplan; vgl. Kap. 2.1) mit folgenden Inhalten vorzulegen:*

- *Position, Höhe, Reichweite und Anzahl der Berieselungsanlagen (Angaben zu Berieselungsaggregaten und Pumpen z.B. aus Herstellerprospekt)*
- *Darstellung der zu berieselnden Bereiche (z.B. Läger, Fahrwege, Umschlagstellen)*
- *Vorgehensweise in Frostperioden bzw. in Zeiten, in denen kein Betriebspersonal anwesend ist*
- *Nachweis der ausreichend dimensionierten Wasserversorgung*

### 3.4 Reifenreinigung

Ziel einer Reifenwaschanlage ist es, eine Verunreinigung der öffentlichen Verkehrswege zu vermeiden.<sup>5</sup>



*Wirkungsweise einer Reifenwaschanlage: vorher / nachher*

Erfahrungsgemäß reichen Kehrfahrzeuge allein nicht aus, da die Transportfahrzeuge zum Be- und Entladen über das im Lagerbereich verteilte Schüttmaterial fahren und sich hierbei, insbesondere das durch Berieselung angefeuchtete, Material (Schlamm) in den Reifenprofilen und am Fahrwerkgestell anhaftet. Durch die Beanspruchungen beim Fahren löst sich der Schmutz, verunreinigt öffentliche Verkehrswege und wird weiter in der Umgebung verteilt. Eine Kehrmaschine kann zudem feinste schmierende Beläge nicht ausreichend entfernen.

---

<sup>5</sup> Auszug aus Davids/Lange, Technischer Kommentar TA Luft 86, Kap.3.1.5.3 , S.154:

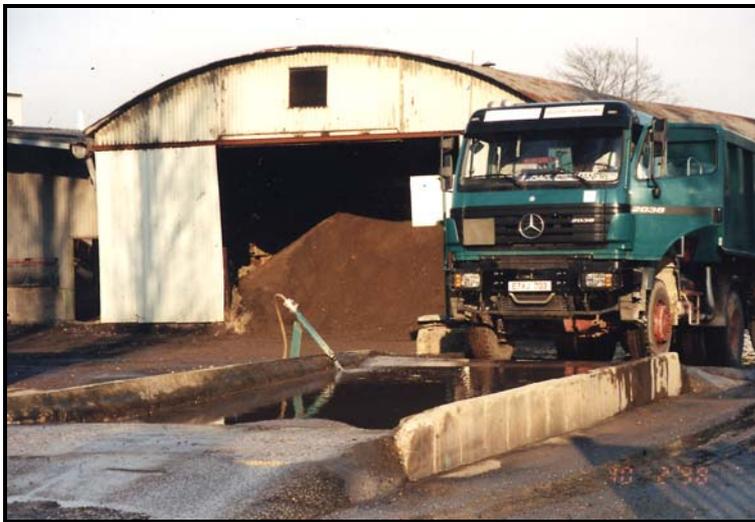
*„...Untersuchungen in der Metallindustrie haben gezeigt, dass zur Reinigung von Fahrwegen Kehrmaschinen nicht immer die beste Lösung sind. Unter Umständen kann die Feinstauberzeugung und damit die Emission begünstigt werden, da feinste schmierende Beläge nicht hinreichend entfernt werden. Als Maßnahme zur Emissionsminderung werden beispielhaft auch Reifenwaschanlagen genannt.*

*In einem Kohleveredelungsbetrieb wurde zur Vermeidung von Schmutzverschleppungen eine LKW-Waschanlage errichtet. Die Investition betrug einschließlich Abwasserklärung, jedoch ohne Fundamentierung, 80 000 DM. Der Wasserverbrauch liegt bei ca. 1 m<sup>3</sup> je Waschvorgang. Der Aufwand dürfte damit geringer sein als beim Einsatz von Kehrmaschinen.“*



*Einfaches Durchfahrbecken mit Zwangsführung bei einer Bauschutttaufbereitung*

Der gewünschte Erfolg des Einsatzes von Reifenwaschanlagen kann auf Dauer nur sichergestellt werden, wenn die Fahrzeuge die Anlage zum Verlassen des verschmutzten Bereiches zwangsweise durchfahren müssen. Deshalb sind Vorkehrungen notwendig, die das Verlassen des verschmutzten Anlagenbereichs unter Umgehung der Waschanlage verhindert.



*Einfaches Durchfahrbecken aus Beton mit Zwangsführung bei einer Brech- und Klassieranlage*



*Moderne Reifenwaschanlage mit Zwangsführung und Bedüsung*



*Eine Reifenreinigung ist grundsätzlich bei allen Anlagen erforderlich. Die Auswahl der Ausführung (einfaches Durchfahrbecken bis hin zur High-Tech-Anlage) hängt u.a. von folgenden Randbedingungen ab:*

- Vorhandensein feiner Stäube (bei Berieselung entsteht auf dem Betriebsgelände feiner Schlamm, jedoch reicht zur Reinigung eine einfache Ausführung, wie ein Durchfahrbecken, aus)
- Umgang mit bindigem Boden (Reifenreinigungssystem muss unter erschwerten Bedingungen Schmutz aus Reifenprofil entfernen können)
- Umgang mit Materialien mit besonderen Schadstoffgehalten, z.B. Kohlenwasserstoffe oder Inhaltsstoffe nach 5.2.3.6 TA Luft
- Abrollstrecke auf Betriebsgelände > 200 m (darunter ohne hinreichende Wirkung)
- Nähe zu Wohnbebauung und sonstiger empfindlicher Nutzung

Die Auswertung einer Untersuchung des Straßenzustandes (durch Inaugenscheinnahme) bei ausgewählten Anlagen im Aufsichtsbezirk des Staatlichen Umweltamtes Duisburg ergab, dass die Anzahl der LKW-Bewegungen nur von untergeordneter Bedeutung für Notwendigkeit und Auswahl der Ausführung der Reifenreinigung ist.

*In Rahmen von Genehmigungsverfahren ist vom Betreiber plausibel darzulegen, welche Art der Reifenreinigung für die beantragte Anlage ausreichend ist und welche Maßnahmen während Frostperioden greifen sollen.*

### **3.5 Abplanen von LKW**

Ladeflächen von LKW mit staubenden Gütern sind vor dem Transport abzuplanen. Für Fahrzeuge die überwiegend oder ständig zum Transport von staubenden Gütern genutzt werden, können automatische Rollplanen eingesetzt werden.

### **3.6 Geschlossene Fördersysteme**

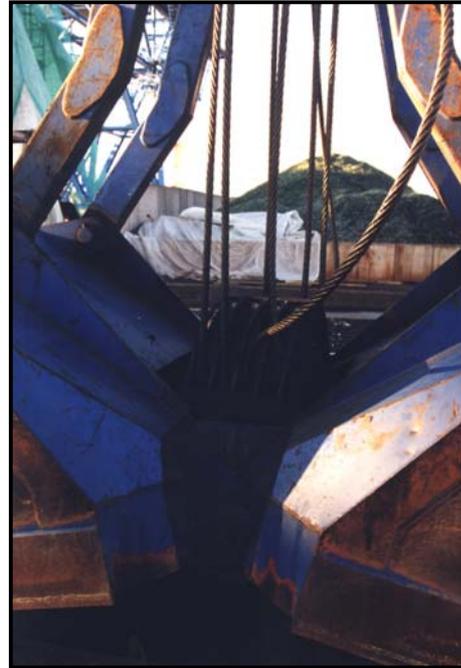
Als geschlossene Fördersysteme kommen geschlossene Greifer, Becherwerkselevatoren, geschlossene Förderbänder oder pneumatische Systeme in Frage. Geschlossene Fördersysteme entsprechen dem Stand der Technik und sind offenen Systemen vorzuziehen.

Als geschlossene Greifer sind Schiffsentladegreifer und schließbare Radladerschaufeln bekannt.

Für die Entladung von Binnenschiffen finden neben geschlossenen Greifern auch Becherwerkselevatoren Anwendung. Dabei tauchen die Becher in das Material ein, schöpfen es ab und fördern es vertikal zum Auslegerförderband.

Während der Entladung wird der Schiffsentlader langsam vorwärtsbewegt und das im Schiffskörper liegende Schüttgut schichtweise abgetragen. Angewendet wird dieser Becherwerkselevator u.a. in der Dillinger Hütte. Die maximale Durchsatzleistung liegt dort je nach gefördertem Gut zwischen 1.200 und 1.500 t/h. Damit ist eine Entladung eines Schiffes mit einer Ladekapazität von 2.000 t innerhalb von 2 Stunden möglich. Die Entladung eines entsprechenden Schiffes durch einen leistungsstarken Greiferkran würde dagegen ca. 14 h dauern.

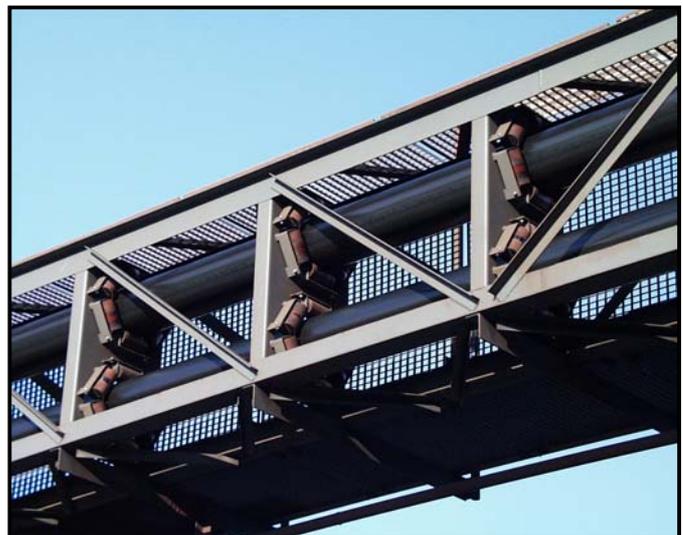
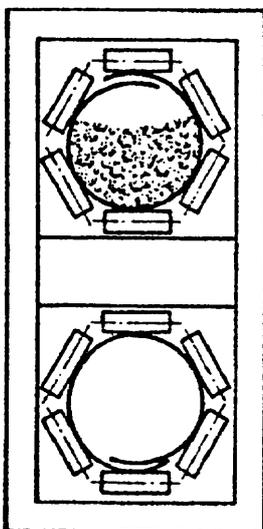
Für staubende Schüttgüter bei der Schiffsentladung sind grundsätzlich geschlossene Systeme einzusetzen.



*Geschlossener Greifer für den Umschlag von staubenden Gütern im Hafensbereich*

**Förderbänder** können durch zwei verschiedene Systeme geschlossen werden:

1. Rollgurt (braucht 2 x 5m „Anlauf“, deshalb für kurze Strecken nicht sinnvoll; funktioniert nicht bei sehr feinem Material, wenn größere Höhenunterschiede zu bewältigen sind, da Material auf den glatten Bändern keinen Halt hat)



*Hüttensandtransport in Rollgurten bei der Fa. TKS in DU*

## 2. Überdachung, z.B. mit Metallhauben, bzw. komplette Umkleidung



*Geschlossenes Förderband für den Transport stark staubender Güter aus einer Siloanlage*

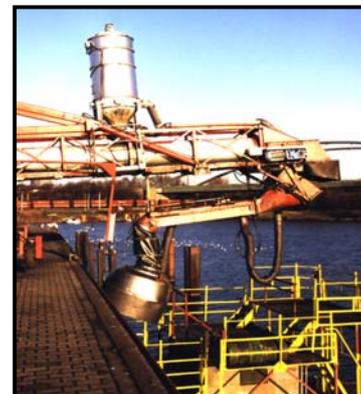
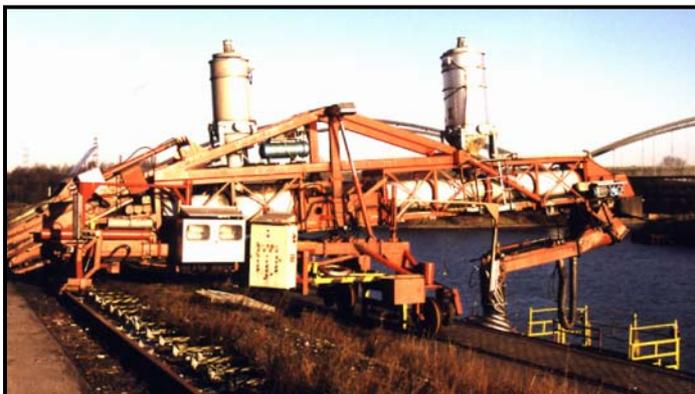
*Ein geschlossenes Förderband ist in jedem Fall für den Transport feiner Fraktionen (d.h. 0-8 mm Korngröße), z.B. bei einer Siebanlage, erforderlich. Bei Transport von Stoffen nach Nr. 5.2.3.6 der TA Luft ist eine komplette Umkleidung als wirksamste Maßnahme notwendig (vgl. Tabelle in Kap. 4.2).*

Bei großen Distanzen und großen Mengen ist der Einsatz von geschlossenen Förderbändern gegenüber z.B. Radladertransport in jedem Fall vorzuziehen.

*Im Rahmen von Genehmigungsverfahren sind die geschlossenen Fördersysteme zu beschreiben. Bei Verzicht auf den Einsatz von geschlossenen Fördersystemen ist eine hinreichende Begründung erforderlich.*

### 3.7 Anforderungen beim Materialabwurf

*Die Materialabwurfstellen von Förderbändern sind höhenverstellbar auszuführen. Erfahrungen in der Praxis zeigen, dass die manuelle Anpassung an die sich ändernde Abwurfhöhe selten durchgeführt wird. Durch Regelung dieses Verhaltens mittels einer Betriebsanweisung kann das Personal zur Anpassung verpflichtet werden. Die Anpassung kann auch automatisch erfolgen. Eine automatische Anpassung mittels Echolot ist zwar relativ teuer, aber effektiv und insbesondere sinnvoll für Feinfraktionen (0-8 mm Korngröße). Eventuell können zusätzlich Gummischläuche und -schürzen eingesetzt werden.*



*Geschlossener Schiffsbelader für Petrolkoks mit automatischer Anpassung der Abwurfhöhe an den Schüttkegel mit Absaugung des Förderbandes. Die abgesaugte Luft wird mittels Aufsatzfilter gereinigt.*

In Bereichen, in denen Stellwände oder Schüttboxen vorhanden sind, sollte der Abkippvorgang in der Nähe der Wand und unterhalb der Wandhöhen stattfinden. Wenn möglich sollte der LKW direkt in den Bereich der Box (besonders geeignet sind hier überdachte Hubdachboxen) bzw. der Umschließung fahren, um abzukippen.

Die Emissionen beim Abwurfvorgang können durch Befeuchtung des Materials auf dem Transportfahrzeug vor dem Abkippen wirksam gemindert werden. Beim Entladen von trockenem Material sind zumindest die Staubemissionen während des Abkippvorgangs durch Berieselung o.ä. niederzuschlagen.

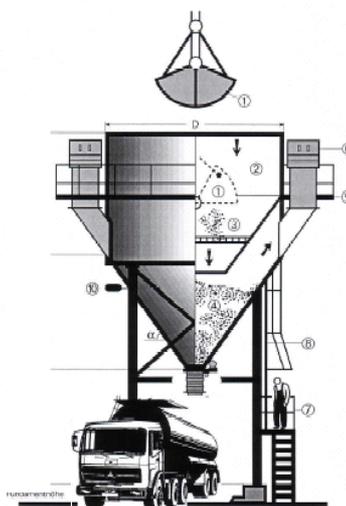
### 3.8 Verschiebbare Hallendächer

Beim Umschlag Schiff – Halle besteht die Möglichkeit mittels verschiebbarer Hallendächer die Staubemissionen zu vermindern. Im dargestellten Beispiel wird das Hallendach über der relevanten Schüttbox geöffnet. Der Staub verbleibt bei geschlossenen Hallentoren in der Halle und setzt sich dort ab. Bei sehr stark staubenden Gütern kann der entstehende Staub entweder mittel eines Wassernebels niedergeschlagen oder mittel einer Randabsaugung an der Schüttbox reduziert werden.



### 3.9 Verladesilos

Beim Direktumschlag Schiff – LKW kann ein Staubabscheidesilo eingesetzt werden. Hier wird der entstehende Staub am oberen Rand des Trichters abgesaugt. Die Entleerung des Silo erfolgt über ein Schüttrohr mit Beladepopf und Absaugung.



Quelle: Silobau Thorwesten

Quelle:  
*Stanelle Silos + Automation*



*Absaugbarer Verloader für die Verladung von grobkörnigen Schüttgütern  
wie z. B. Kies oder Schotter auf offene LKW's oder Bahnwaggons*



*Abgesaugter Aufgabetrichter bei der Fa. Südchemie im DU- Hafen.  
Die Übergabestellen der geschlossenen Förderbänder werden ebenfalls abgesaugt.*

## **4 Staubförmige Emissionen bei der Lagerung von festen Stoffen**

### **4.1 Freilagerung**

Bei der Lagerung staubender Güter kommt es vor allem darauf an, Abwehungen zu vermeiden. Als Maßnahmen kommen deshalb zum einen Systeme in Frage, die die Windangriffsfläche der Materiallager vermindern bzw. beseitigen (Halle, Stellwände, immergrünes Buschwerk etc.), zum anderen Maßnahmen, die die Oberflächenbeschaffenheit der Lager so beeinflussen, dass Staubaustrag vermindert bzw. verhindert wird (Begrünung, Berieselung, Ober-

flächenbindung). Haufwerke und insbesondere Halden sind so aufzubauen, dass eine geringe Oberfläche ausgebildet wird (keine „Gebirgsbildung“).

Die Anforderungen an die Untergrundabdichtung wurden bereits in Kap. 3.1 vorgestellt.

*Die Art der geplanten Lagerung ist im Genehmigungsverfahren in einem Lagerkonzept darzulegen. (vgl. Kap. 2.1).*

## 4.1.1 Wälle

Wälle können im Einzelfall eine Alternative zu Stellwänden sein; ggf. können diese zusätzlich zur Lärminderung beitragen. Da es jedoch durch Wälle auch zu zusätzlichen Verwirbelungen kommen kann, sollte dieser Aspekt bei der Planung berücksichtigt werden.

## 4.1.2 Begrünung

Bei der Haldenlagerung ist die Begrünung das Mittel der Wahl, wenn längere Zeit keine Umschlagvorgänge stattfinden und eine geschlossene Lagerung nicht möglich bzw. verhältnismäßig ist (Bsp. Kohlebevorratung).

Eine Begrünung nicht genutzter Betriebsflächen kann den Weitertransport von Staub auf benachbarte Grundstücke des Betriebsgeländes mindern.



*Begrünter Immissionsschutzwall bei einer Bitumenmischanlage*

## 4.1.3 Abdecken oder Schichtenbildung der Oberfläche

In Lagerbereichen, in denen nicht ständig umgeschlagen wird, stellt die Abdeckung der Oberflächen mit Matten oder anderer oberflächenbildender Schichten (Besprühen mit Kalkmilch zur Verkrustung der Oberflächen oder Besprühen mit Suspension von Latex mit Grassamen zur Beschleunigung von Spontanbewuchs) eine geeignete emissionsmindernde Maßnahme dar.

Beim Einsatz von Matten ist darauf zu achten, dass die Befestigung entsprechend gut ausgeführt wird, damit die Matten sich nicht lösen und Arbeitnehmer und Dritte gefährden. Aus Arbeitsschutzgründen muss die Begehbarkeit der Haufwerke beim Handling mit Matten gegeben sein. Die Abdeckung ist eine einfache Möglichkeit bei der Boxenlagerung.

## 4.1.4 Lage der Halden

Die Lage der Halden sollte so ausgelegt werden, dass die Längsachse möglichst in Hauptwindrichtung liegt (Ziffer 5.2.3.5.2 TA Luft).

## 4.1.5 Berieselungseinrichtungen

Bei Lagerbereichen bieten sich fest installierte Berieselungseinrichtungen an, da hier ständig mit Staubabwehungen gerechnet werden muss. Bei wechselnden Lagerbereichen bieten sich

mobile Berieselungsanlagen und zusätzlich Berieselungsfahrzeuge (Typ „Wasserwerfer“) zur Befeuchtung an. Näheres siehe Kapitel 3.3.

## 4.1.6 Stellwände und Schüttboxen

Es gibt die Möglichkeit, (veränderbare) Stellwände oder feste Schüttboxen (z.T. mit Überdachen, wie Hubdachboxen) in den Lagerbereichen zu verwenden.

Stellwände (z.B. transportable L-Betonsteine) und Schüttboxen haben neben dem Effekt der Trennung verschiedener Materialien den Zweck, die Windangriffsfläche gering zu halten. Die Stofflagerung wird bei dreiseitiger Umschließung durch Stellwände bzw. Schüttboxen auf kleine Flächen eingegrenzt.

Sie ermöglichen eine gezielte Berieselung und stellen eine Lagerung der Materialien auf festgelegten Betriebsbereichen sicher. Die Wände sollten das Lagergut direkt berühren. Die Lagerung darf die Wandhöhen der Abgrenzungen nicht überschreiten. Die Anordnung der Stellwände und Schüttboxen bedingen eine weitgehende Festlegung von Fahrstrecken.

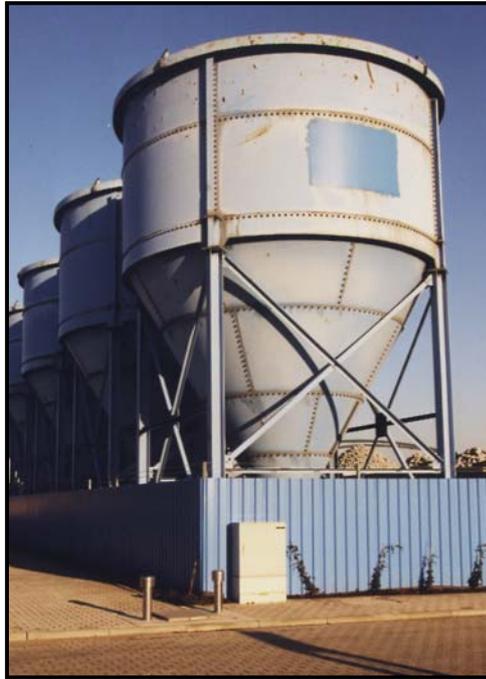


*Die Lagerbereiche sind grundsätzlich durch Stellwände oder ähnliches abzugrenzen. Bei großen homogenen Halden (z.B. Kohlehalden > 10.000 t), bei stückigem Material und bei Bereichen, bei denen die Oberflächen mit Matten abgedeckt sind oder eine Begrünung vorhanden ist, kann davon abgesehen werden.*

## 4.2 Geschlossene Lagerung in Silos, Hallen oder sonstigen Systeme

Silos, Hallen und andere geschlossene Systeme sind die wirksamsten und umweltfreundlichsten Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung bei der Lagerung staubender Güter; es sind dabei allerdings die Anforderungen des Arbeitsschutzes zu beachten. Eine Lagerung in einer dichten Halle mit Absaugung und anschließender Abgasreinigung stellt neben der Silolagerung die wirksamste Maßnahme zur Emissionsminderung dar. Öffnungen in den Hallen sind möglichst geschlossen zu halten. Tore dürfen nur für notwendige Fahrzeugein- und -ausfahrten geöffnet werden. In der Praxis hat sich hier der Einsatz von Schnellauftoren bewährt. Hier kommen je nach örtlicher Gegebenheit und Größe der Öffnungen falt- oder Rolltore zum Einsatz. Das zum Einsatz kommende Material reicht von flexiblem Kunststoff über Aluminium bis hin zu Stahl. Die Schließgeschwindigkeit der Tore beträgt zwischen 0,5 m/s und 2 m/s.

Eine Lagerung von Stoffen, die nicht feucht werden dürfen (z.B. Ferrolegierungen), die nicht



benetzbar sind (z.B. Petrolkoks), die zu feinkörnig sind, die geruchsintensiv sein können (z.B. Klärschlamm oder Tiermehl), die gefährliche Inhaltsstoffe nach 5.2.3.6 TA Luft enthalten (s. Tabelle), muss in geeigneten geschlossenen Systemen erfolgen.

*Der Silodeckel wird zur Befüllung mittels Krangreifer abgehoben*

Wenn feste Stoffe besondere Inhaltsstoffe enthalten oder diese angelagert sind, sind nach Ziffer 5.2.3.6 TA Luft die wirksamsten Maßnahmen zur Staubemissionsminderung zu ergreifen bzw. zu fordern.

Beispiele für in der Praxis häufiger anzutreffende besondere Inhaltsstoffe und deren Relevanzgrenze:

As, Benzo(a)pyren, Cd, Cr(VI), Hg	50 mg/kg <sup>5</sup> ,
Pb, Co, Ni, Se, Te	0,50 g/kg <sup>6</sup> ,
Benzol, 1,2 Dichlorethan, Trichlorethen	5,0 g/kg <sup>5</sup> ,
Dioxine/Furane	ohne Relevanzgrenze.

Bei reproduktionstoxischen Stoffen sowie schwer abbaubaren, leicht anreicherbaren und hochtoxischen organischen Stoffen sind die Emissionen unter Beachtung des Emissionsminimierungsgebotes zu begrenzen.

---

<sup>6</sup> Die Forderung nach Ziffer 5.2.3.6 TA Luft greift regelmäßig dann, wenn die Gehalte der besonderen Inhaltsstoffe in einer durch Siebung mit einer Maschenweite von 5 mm von den Gütern abtrennbaren Feinfraktion jeweils folgende Werte, bezogen auf Trockenmasse, überschreiten.



## **5 Staubförmige Emissionen bei der Bearbeitung von festen Stoffen**

Die Bearbeitung / Behandlung staubender Güter gehört ähnlich wie Umschlagvorgänge zu den emissionsrelevanten Vorgängen. Da es sich bei den Behandlungsanlagen zumeist um stationär abzugrenzende Bereiche handelt, sind Emissionsminderungsmaßnahmen leichter umzusetzen.

### **5.1 Anforderungen beim Materialabwurf**

In Kapitel 3.7 sind bereits die wesentlichen Anforderungen an Abwurfstellen genannt. Die dort genannten Anforderungen sind auch für den Behandlungsbereich anwendbar.

### **5.2 Berieselungseinrichtungen**

Bei Behandlungsbereichen bieten sich fest installierte Berieselungseinrichtungen an, da hier insbesondere im Bereich des Brecher- oder Siebaustrages mit Staubverwehungen gerechnet werden muss. Aus der Erfahrung im Staatlichen Umweltamt Duisburg sind hier auf fest installierte Berieselungsmöglichkeiten insbesondere am Brecheraustrag, auch bei bestehenden Anlagen, zu achten. Zum Einsatz kommen hier neben einfachen Regnern auch Mikrobedüsungen und Wassernebel. Die beiden letzteren haben den Vorteil, das hier deutlich weniger Wasser zur Staubbindung benötigt wird. Zur Zeit sind dem StUA DU zwei verschiedene Systeme zur Herstellung von Wassernebel bekannt. Diese können durch den Einsatz von Ultraschall und/oder Druckluft die Tröpfchengröße an die Größe der Staubpartikel anpassen und erreichen so eine optimale Benetzung und einen sehr geringen Wasserverbrauch. Natürlich muss auch im Bereich der Aufgabe und des Abwurfs beim Betrieb der Behandlungsanlage mit Staubverwehungen gerechnet werden. Näheres siehe Kapitel 3.3.

*Bei Altanlagen ist eine Nachrüstung einer Berieselung des Brecheraustrages in der Regel verhältnismäßig.*

### **5.3 Geschlossene Fördersysteme**

Bei den eigentlichen Behandlungsanlagen bieten sich die gleichen Möglichkeiten für geschlossene Fördersysteme an wie bei Umschlagvorgängen. Diese sind in Kapitel 3.6 beschrieben.

### **5.4 Kapselung, Absaugung bei Brecher und Siebanlage**

Eine Kapselung ist neben der Staubminderung bei Brecheranlagen oftmals bereits aufgrund der Lärmemissionen erforderlich. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Aufgabetrichter möglichst getrennt vom Brecher angebracht ist. Nur so kann eine wirksame Kapselung hinsichtlich Staub- und Lärmemissionen des Brechers durchgeführt werden.

*Bei Altanlagen sind vorrangig andere, emissionsrelevantere Bereiche zu betrachten. Im Einzelfall z.B. bei besonderen Inhaltstoffen gemäß Ziffer 5.2.3.6, nicht benetzbaren, sehr feinkörnigen sowie geruchsintensiven Stoffen ist eine nachträgliche Kapselung und Absaugung notwendig.*



*In Genehmigungsverfahren von neuen Brecheranlagen sind diese grundsätzlich gekapselt und entstaubt zu planen. Dafür sind die Herstellerangaben zur Gewebefilteranlage vorzulegen. Als Nebenbestimmung wird das Führen eines Wartungsbuchs festgelegt. Dann werden grundsätzlich keine wiederkehrenden Messungen gefordert.*

### **5.5 Halle für Behandlungsanlagen**

Die wirksamste Emissionsminderung stellt die Aufstellung der Behandlungsanlage in einer Halle dar.

*Auf die Aufstellung in einer Halle kann nicht verzichtet werden, bei Stoffen, die nicht feucht werden dürfen (z.B. Ferrolegerungen), bei Stoffen, die nicht benetzbar sind (z.B. Petrolkoks) und bei Stoffen nach 5.2.3.6 TA Luft (siehe Kap. 4.7).*



## 6 Anhang

### 6.1 Auszug aus dem Anhang zur 4. BImSchV (Stand 7/2003)

2.2	—	Anlagen zum Brechen, Mahlen oder Klassieren von natürlichem oder künstlichem Gestein, ausgenommen Klassieranlagen für Sand oder Kies
8.10	Anlagen zur physikalisch-chemischen Behandlung, insbesondere zum Destillieren, Kalzinieren, Trocknen oder Verdampfen, von a) besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Durchsatzleistung von 10 Tonnen Einsatzstoffen oder mehr je Tag oder b) nicht besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften der Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Durchsatzleistung von 50 Tonnen Einsatzstoffen oder mehr je Tag	Anlagen zur physikalisch-chemischen Behandlung, insbesondere zum Destillieren, Kalzinieren, Trocknen oder Verdampfen, von a) besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Durchsatzleistung von 1 Tonne bis weniger als 10 Tonnen Einsatzstoffen je Tag oder b) nicht besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Durchsatzleistung von 10 Tonnen bis weniger als 50 Tonnen Einsatzstoffen je Tag
8.11	Anlagen zur Behandlung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, aa) durch Vermengung oder Vermischung sowie durch Konditionierung, bb) zum Zweck der Hauptverwendung als Brennstoff oder der Energieerzeugung durch andere Mittel, cc) zum Zweck der Ölraffination oder anderer Wiederverwendungsmöglichkeiten von Öl, dd) zum Zweck der Regenerierung von Basen oder Säuren, ee) zum Zweck der Rückgewinnung oder Regenerierung von organischen Lösungsmitteln oder ff) zum Zweck der Wiedergewinnung von Bestandteilen, die der Bekämpfung von Verunreinigungen dienen mit einer Durchsatzleistung von 10 Tonnen Einsatzstoffen oder mehr je Tag, ausgenommen Anlagen, die durch Nummer 8.1 und 8.8 erfasst werden	a) zur Behandlung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, aa) durch Vermengung oder Vermischung sowie durch Konditionierung, bb) zum Zweck der Hauptverwendung als Brennstoff oder der Energieerzeugung durch andere Mittel, cc) zum Zweck der Ölraffination oder anderer Wiederverwendungsmöglichkeiten von Öl, dd) zum Zweck der Regenerierung von Basen oder Säuren, ee) zum Zweck der Rückgewinnung oder Regenerierung von organischen Lösungsmitteln oder ff) zum Zweck der Wiedergewinnung von Bestandteilen, die der Bekämpfung von Verunreinigungen dienen mit einer Durchsatzleistung von 1 Tonne bis weniger als 10 Tonnen Einsatzstoffen je Tag, ausgenommen Anlagen, die durch Nummer 8.1 und 8.8 erfasst werden b) Anlagen zur sonstigen Behandlung von aa) besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Durchsatzleistung von 1 Tonne oder mehr je Tag oder



		<p>bb) nicht besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Durchsatzleistung von 10 Tonnen oder mehr je Tag,</p> <p>ausgenommen Anlagen, die durch Nummer 8.1 bis 8.10 erfasst werden</p>
8.12	Anlagen zur zeitweiligen Lagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Aufnahmekapazität von 10 Tonnen oder mehr je Tag oder einer Gesamtlagerkapazität von 150 Tonnen oder mehr, ausgenommen die zeitweilige Lagerung bis zum Einsammeln auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle und Anlagen, die von Nummer 8.14 erfasst werden	<p>a) Anlagen zur zeitweiligen Lagerung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Aufnahmekapazität von 1 Tonne bis weniger als 10 Tonnen je Tag oder einer Gesamtlagerkapazität von 30 Tonnen bis weniger als 150 Tonnen, ausgenommen die zeitweilige Lagerung bis zum Einsammeln auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle und Anlagen, die von Nummer 8.14 erfasst werden</p> <p>b) Anlagen zur zeitweiligen Lagerung von nicht besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Aufnahmekapazität von 10 Tonnen oder mehr je Tag oder einer Gesamtlagerkapazität von 100 Tonnen oder mehr, ausgenommen die zeitweilige Lagerung – bis zum Einsammeln – auf dem Gelände der Entstehung der Abfälle</p>
8.14	<p>a) Anlagen zum Lagern von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden und soweit in diesen Anlagen Abfälle vor deren Beseitigung oder Verwertung jeweils über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr gelagert werden</p> <p>b) Anlagen zum Lagern von nicht besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden und soweit in diesen Anlagen Abfälle vor deren Beseitigung oder Verwertung jeweils über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr gelagert werden, mit einer Aufnahmekapazität von 10 Tonnen oder mehr je Tag oder einer Gesamtlagerkapazität von 150 Tonnen oder mehr</p>	Anlagen zum Lagern von nicht besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden und soweit in diesen Anlagen Abfälle vor deren Beseitigung oder Verwertung jeweils über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr gelagert werden, mit einer Aufnahmekapazität von weniger als 10 Tonnen je Tag oder einer Gesamtlagerkapazität von weniger als 150 Tonnen
8.15	Anlagen zum Umschlagen von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Leistung von 10 Tonnen oder mehr je Tag, ausgenommen Anlagen zum Umschlagen von Erdaushub oder von Gestein, das bei der Gewinnung oder Aufbereitung von Bodenschätzen anfällt	<p>Anlagen zum Umschlagen von</p> <p>a) besonders überwachungsbedürftigen Abfällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Leistung von 1 Tonne bis weniger als 10 Tonnen je Tag</p> <p>b) nicht besonders überwachungsbedürftigen</p>



		<p>fällen, auf die die Vorschriften des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes Anwendung finden, mit einer Leistung von 100 Tonnen oder mehr je Tag,</p> <p>ausgenommen Anlagen zum Umschlagen von Erdaushub oder von Gestein, das bei der Gewinnung oder Aufbereitung von Bodenschätzen anfällt</p>
9.11	—	<p>Offene oder unvollständig geschlossene Anlagen zum Be- oder Entladen von Schüttgütern, die im trockenen Zustand stauben können, durch Kippen von Wagen oder Behältern oder unter Verwendung von Baggern, Schaufelladegeräten, Greifern, Saughebern oder ähnlichen Einrichtungen, soweit 400 Tonnen Schüttgüter oder mehr je Tag bewegt werden können, ausgenommen Anlagen zum Be- oder Entladen von Erdaushub oder von Gestein, das bei der Gewinnung oder Aufbereitung von Bodenschätzen anfällt</p>

## 6.2 Auszug aus der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft vom 01.10.2002 (BGBl. I S. 511)

### 5.2.3 Staubförmige Emissionen bei Umschlag, Lagerung oder Bearbeitung von festen Stoffen

#### 5.2.3.1 Allgemeines

An Anlagen, in denen feste Stoffe be- oder entladen, gefördert, transportiert, bearbeitet, aufbereitet oder gelagert werden, sollen geeignete Anforderungen zur Emissionsminderung gestellt werden, wenn diese Stoffe aufgrund ihrer Dichte, Korngrößenverteilung, Kornform, Oberflächenbeschaffenheit, Abriebfestigkeit, Scher- und Bruchfestigkeit, Zusammensetzung oder ihres geringen Feuchtegehaltes zu staubförmigen Emissionen führen können.

Bei der Festlegung dieser Anforderungen sind unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit insbesondere

- die Art und Eigenschaften der festen Stoffe und ihrer Inhaltsstoffe (z.B. Gefährlichkeit und Toxizität im Sinne von § 4 GefStoffV, mögliche Wirkungen auf Böden und Gewässer, mögliche Bildung explosionsfähiger Staub-/Luftgemische, Staubungsneigung, Feuchte),
- das Umschlaggerät oder das Umschlagverfahren,
- der Massenstrom und die Zeitdauer der Emissionen,
- die meteorologischen Bedingungen,
- die Lage des Umschlagortes (z.B. Abstand zur Wohnbebauung)

zu berücksichtigen. Die Maßnahmen sind auch unter Beachtung ihrer möglichen Einwirkungen auf Wasser und Boden festzulegen.

#### 5.2.3.2 Be- oder Entladung

Bei der Festlegung von Anforderungen an die Be- oder Entladung kommen folgende



Maßnahmen in Betracht:

## **MAßNAHMEN, BEZOGEN AUF DAS UMSCHLAGVERFAHREN**

- Minimierung der Fallstrecke beim Abwerfen (z.B. bei Schüttgossen durch Leitbleche oder Lamellen),
- selbsttätige Anpassung der Abwurfhöhe bei wechselnder Höhe der Schüttungen,
- Anpassung von Geräten an das jeweilige Schüttgut (z.B. bei Greifern Vermeidung von Überladung und Zwischenabwurf),
- sanftes Anfahren von Greifern nach der Befüllung,
- Rückführung von leeren Greifern in geschlossenem Zustand,
- Minimierung von Zutrimmarbeiten und Reinigungsarbeiten,
- Automatisierung des Umschlagbetriebes;

## **MAßNAHMEN, BEZOGEN AUF DAS UMSCHLAGGERÄT**

- regelmäßige Wartung der Geräte (z.B. bei Greifern Prüfung der Schließkanten auf Dichtheit zur Verminderung von Rieserverlusten),
- vollständig oder weitgehend geschlossene Greifer zur Vermeidung oder Verminderung von Abwehungen von der Schüttgutoberfläche,
- Minimierung von Anhaftungen (insbesondere bei Greifern oder z.B. Einsatz straffbarer Verladebälge bei Senkrechtbeladern/Teleskoprohren),
- Schüttrohr mit Beladepfand und Absaugung,
- Konusaufsatz mit Absaugung bei Senkrechtbeladern,
- Reduzierung der Austrittsgeschwindigkeit bei Fallrohren durch Einbauten oder durch Einsatz von Kaskadenschürren,
- weitgehender Verzicht auf den Einsatz von Schleuderbändern außerhalb geschlossener Räume,
- Radlader möglichst nur bei befeuchteten oder nicht staubenden Gütern;

## **MAßNAHMEN, BEZOGEN AUF DEN UMSCHLAGORT**

- vollständige oder weitgehend vollständige Einhausung (z.B. Tore oder Streifenvorhänge bei Ein- und Ausfahrten) von Einrichtungen zur Be- und Entladung von Fahrzeugen (z.B. von Füllstationen, Schüttgossen, Grabenbunkern und sonstigen Abwurfplätzen),
- Absaugung von Trichtern, Übergabestellen, Schüttgossen, Beladerohren (ausreichende Dimensionierung der Saugleistung),
- Verbesserung der Wirkung von Absaugungen (z.B. durch Leitbleche),
- Anwendung von Trichtern (z.B. mit Lamellenverschluss, Klappenboden, Pendelklappen, Deckel),
- Anwendung einer Wasservernebelung vor Austrittsöffnungen und Aufgabetrichtern,
- Windschutz bei Be- und Entladevorgängen im Freien,
- Verlängerung der Verweilzeit des Greifers nach Abwurf am Abwurfort,
- Umschlagbeschränkungen bei hohen Windgeschwindigkeiten,
- Planung der Lage des Umschlagortes auf dem Betriebsgelände;



## **MAßNAHMEN, BEZOGEN AUF FESTE STOFFE**

- Erhöhung der Materialfeuchte, ggf. unter Zusatz von Oberflächenentspannungsmitteln, soweit die Befeuchtung einer anschließenden Weiterbe- oder -verarbeitung, der Lagerfähigkeit oder der Produktqualität der umgeschlagenen Stoffe nicht entgegensteht,
- Einsatz von Staubbindemitteln,
- Pelletierung,
- Vereinheitlichung der Korngröße (Abtrennung des Feinstkornanteils),
- Verhinderung sperriger Verunreinigungen,
- Reduktion der Umschlagvorgänge.

### **5.2.3.3 Förderung oder Transport**

Bei Transport mit Fahrzeugen sollen geschlossene Behältnisse (Silofahrzeuge, Container, Abdeckplanen) eingesetzt werden. Ansonsten sind bei Förderung und Transport auf dem Betriebsgelände geschlossene oder weitgehend geschlossene Einrichtungen (z.B. eingehauste Förderbänder, Becherwerke, Schnecken-, Schrauben- oder pneumatische Förderer) zu verwenden. Bei pneumatischer Förderung ist die staubhaltige Förderluft einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen oder im Kreislauf zu fahren. Offene kontinuierliche Förder-/Transporteinrichtungen (z.B. Förderbänder) sind soweit wie möglich zu kapseln oder einzuhausen.

Bei Befüllung von geschlossenen Transportbehältern mit festen Stoffen ist die Verdrängungsluft zu erfassen und einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen.

Offene Übergabestellen sind zu befeuchten, soweit die Befeuchtung einer anschließenden Weiterbe- oder -verarbeitung, der Lagerfähigkeit oder der Produktqualität der umgeschlagenen Stoffe nicht entgegensteht. Alternativ sind die Übergabestellen zu kapseln; staubhaltige Luft ist einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen.

Öffnungen von Räumen (z.B. Tore, Fenster), in denen feste Stoffe offen transportiert oder gehandhabt werden, sind möglichst geschlossen zu halten. Tore dürfen nur für notwendige Fahrzeugin- und -ausfahrten geöffnet werden.

Können durch die Benutzung von Fahrwegen staubförmige Emissionen entstehen, sind diese im Anlagenbereich mit einer Decke aus Asphaltbeton, aus Beton oder gleichwertigem Material zu befestigen, in ordnungsgemäßem Zustand zu halten und entsprechend dem Verschmutzungsgrad zu säubern. Es ist sicherzustellen, dass Verschmutzungen der Fahrwege durch Fahrzeuge nach Verlassen des Anlagenbereichs vermieden oder beseitigt werden. Dazu sind z.B. Reifenwaschanlagen, Kehrmaschinen, Überfahrroste oder sonstige geeignete Einrichtungen einzusetzen. Satz 1 findet regelmäßig keine Anwendung auf Fahrwege innerhalb von Steinbrüchen und Gewinnungsstätten für Bodenschätze.

### **5.2.3.4 Bearbeitung oder Aufbereitung**

Maschinen, Geräte oder sonstige Einrichtungen zur Bearbeitung (z.B. zum Brechen, Mahlen, Sieben, Sichten, Mischen, Pelletieren, Brikettieren, Erwärmen, Trocknen, Abkühlen) von festen Stoffen sind zu kapseln oder mit in der Wirkung vergleichbaren Emissionsminderungstechniken auszurüsten.

Aufgabestellen und Abwurfstellen sind zu kapseln; staubhaltige Luft ist einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen. Alternativ sind Aufgabestellen und Abwurfstellen



zu befeuchten, soweit die Befeuchtung einer anschließenden Weiterbe- oder -verarbeitung, der Lagerfähigkeit oder der Produktqualität der umgeschlagenen Stoffe nicht entgegensteht.

Staubhaltiges Abgas aus den Bearbeitungsaggregaten ist zu erfassen und zu reinigen.

### **5.2.3.5 Lagerung**

#### **5.2.3.5.1 Geschlossene Lagerung**

Bei der Festlegung von Anforderungen an die Lagerung ist grundsätzlich eine geschlossene Bauweise (z.B. als Silo, Bunker, Speicher, Halle, Container) zu bevorzugen.

Sofern die Lagerung nicht vollständig geschlossen erfolgt, soll durch entsprechende Gestaltung der Geometrie der Lagerbehälter oder Lagerstätten sowie der Einrichtungen zur Zuführung oder Entnahme des Lagergutes die Staubentwicklung – insbesondere bei begehbaren Lagern – minimiert werden. Abgase aus Füll- oder Abzugsaggregaten sowie Verdrängungsluft aus Behältern sind zu erfassen und einer Entstaubungseinrichtung zuzuführen. Bei allen Füllvorrichtungen ist eine Sicherung gegen Überfüllen vorzusehen. Silo- und Containeraus- tragsöffnungen können z.B. über Faltenbälge mit kombinierter Absaugung und Kegelschluss entleert oder staubdicht verschlossen werden; ebenso ist der Einsatz von Zellenrad- schleusen in Verbindung mit Bandabzug oder pneumatischem Transport möglich.

#### **5.2.3.5.2 Freilagerung**

Bei der Festlegung von Anforderungen an die Errichtung oder den Abbau von Halden oder den Betrieb von Vergleichmäßigungsanlagen im Freien kommen folgende Maßnahmen in Betracht:

- Abdeckung der Oberfläche (z.B. mit Matten),
- Begrünung der Oberfläche,
- Besprühung mit staubbindenden Mitteln bei Anlegung der Halde,
- Verfestigung der Oberfläche,
- ausreichende Befeuchtung der Halden und der Übergabe- und Abwurfstellen, ggf. unter Zusatz von Oberflächenentspannungsmitteln, soweit die Befeuchtung einer anschließenden Weiterbe- oder -verarbeitung, der Lagerfähigkeit oder der Produktqualität der gelagerten Stoffe nicht entgegensteht,
- Schüttung oder Abbau hinter Wällen,
- höhenverstellbare Förderbänder,
- Windschutzbepflanzungen,
- Ausrichtung der Haldenlängsachse in Hauptwindrichtung,
- Begrenzung der Höhe von Halden,
- weitgehender Verzicht auf Errichtungs- oder Abbauarbeiten bei Wetterlagen, die Emissionen besonders begünstigen (z.B. langanhaltende Trockenheit, Frostperioden, hohe Windgeschwindigkeiten).

Durch Überdachung, Umschließung oder Kombination beider Maßnahmen kann eine derartige Lagerung einschließlich der Nebeneinrichtungen – unter Berücksichtigung von Nummer 5.2.3.1 Absatz 2 – in eine teilweise oder vollständig geschlossene Lagerung überführt werden.



### 5.2.3.6 Besondere Inhaltsstoffe

Bei festen Stoffen, die Stoffe nach Nummer 5.2.2 Klasse I oder II, nach Nummer 5.2.5 Klasse I oder nach Nummer 5.2.7 enthalten oder an denen diese Stoffe angelagert sind, sind die wirksamsten Maßnahmen anzuwenden, die sich aus den Nummern 5.2.3.2 bis 5.2.3.5 ergeben; die Lagerung soll entsprechend Nummer 5.2.3.5.1 erfolgen. Satz 1 findet regelmäßig keine Anwendung, wenn die Gehalte der besonderen Inhaltsstoffe in einer durch Siebung mit einer Maschenweite von 5 mm von den Gütern abtrennbaren Feinfraktion jeweils folgende Werte, bezogen auf die Trockenmasse, nicht überschreiten:

Stoffe nach Nummer 5.2.2 Klasse I, Nummer 5.2.7.1.1 Klasse I oder Nummer 5.2.7.1.2	50 mg/kg
Stoffe nach Nummer 5.2.2 Klasse II, Nummer 5.2.7.1.1 Klasse II oder Nummer 5.2.7.1.3	0,50 g/kg
Stoffe nach Nummer 5.2.7.1.1 Klasse III	5,0 g/kg

### 5.2.2 Staubförmige anorganische Stoffe (Auszug)

Die nachstehend genannten staubförmigen anorganischen Stoffe dürfen, auch beim Vorhandensein mehrerer Stoffe derselben Klasse, insgesamt folgende Massenkonzentrationen oder Massenströme im Abgas nicht überschreiten; davon abweichend gelten für Stoffe der Klasse I die Anforderungen jeweils für den Einzelstoff:

#### Klasse I

- Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg
- Thallium und seine Verbindungen, angegeben als Tl
  - jeweils den Massenstrom 0,25 g/h
  - oder
  - jeweils die Massenkonzentration 0,05 mg/m<sup>3</sup>;

#### Klasse II

- Blei und seine Verbindungen, angegeben als Pb
- Cobalt und seine Verbindungen, angegeben als Co
- Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni
- Selen und seine Verbindungen, angegeben als Se
- Tellur und seine Verbindungen, angegeben als Te
  - den Massenstrom 2,5 g/h
  - oder
  - die Massenkonzentration 0,5 mg/m<sup>3</sup>

### 5.2.7 Krebs erzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Stoffe sowie schwer abbaubare, leicht anreicherbare und hochtoxische organische Stoffe

Die im Abgas enthaltenen Emissionen krebserzeugender, erbgutverändernder oder reproduktionstoxischer Stoffe oder Emissionen schwer abbaubarer, leicht anreicherbarer und hochtoxischer organischer Stoffe sind unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit so weit wie möglich zu begrenzen (Emissionsminimierungsgebot).

#### 5.2.7.1 Krebs erzeugende, erbgutverändernde oder reproduktionstoxische Stoffe



Stoffe gelten als krebserzeugend, erbgutverändernd oder reproduktionstoxisch, wenn sie in eine der Kategorien K1, K2, M1, M2, RE1, RE2, RF1 oder RF2 (mit der Kennzeichnung R 45, R 46, R 49, R 60 oder R 61)

- im „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“ (TRGS 905) oder
- im Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG entsprechend der Liste gefährlicher Stoffe nach § 4a Abs. 1 der Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (GefStoffV)

eingestuft sind. Bei unterschiedlichen Einstufungen innerhalb der Kategorien K, M oder R wird die strengere Einstufung der TRGS oder der GefStoffV zugrundegelegt.

Solange Einstufungen oder Bewertungen in der TRGS oder der GefStoffV nicht vorliegen, können Bewertungen anerkannter wissenschaftlicher Gremien herangezogen werden, z.B. die Einstufungen der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsgefährlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Darüber hinaus wird auf Einstufungen nach § 4a Abs. 3 der GefStoffV hingewiesen.

Soweit Zubereitungen nach § 4b der GefStoffV einzustufen sind, sollen die Inhaltsstoffe der Zubereitungen und deren Anteile ermittelt und bei der Festlegung der emissionsbegrenzenden Anforderungen berücksichtigt werden.

### 5.2.7.1.1 Krebserzeugende Stoffe

Die nachstehend genannten Stoffe dürfen, auch bei dem Vorhandensein mehrerer Stoffe derselben Klasse, als Mindestanforderung insgesamt folgende Massenkonzentrationen oder Massenströme im Abgas nicht überschreiten:

#### Klasse I

- Arsen und seine Verbindungen (außer Arsenwasserstoff), angegeben als As
- Benzo(a)pyren
- Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd
- Wasserlösliche Cobaltverbindungen, angegeben als Co
- Chrom(VI)verbindungen (außer Bariumchromat und Bleichromat), angegeben als Cr
  - den Massenstrom 0,15 g/h
  - oder
  - die Massenkonzentration 0,05 mg/m<sup>3</sup>;

#### Klasse II



- Acrylamid
- Acrylnitril
- Dinitrotoluole
- Ethylenoxid
- Nickel und seine Verbindungen (außer Nickelmetall, Nickellegierungen, Nickelcarbonat, Nickelhydroxid, Nickeltetracarbonyl), angegeben als Ni
- 4-Vinyl-1,2-cyclohexen-diepid  
den Massenstrom 1,5 g/h  
oder  
die Massenkonzentration 0,5 mg/m<sup>3</sup>;

### Klasse III

- Benzol
- Bromethan
- 1,3-Butadien
- 1,2-Dichlorethan
- 1,2-Propylenoxid (1,2-Epoxypropan)
- Styroloxid
- o-Toluidin
- Trichlorethen
- Vinylchlorid  
den Massenstrom 2,5 g/h  
oder  
die Massenkonzentration 1 mg/m<sup>3</sup>.

Beim Vorhandensein von Stoffen mehrerer Klassen dürfen unbeschadet des Absatzes 1 beim Zusammentreffen von Stoffen der Klassen I und II im Abgas insgesamt die Emissionswerte der Klasse II sowie beim Zusammentreffen von Stoffen der Klassen I und III, der Klassen II und III oder der Klassen I bis III im Abgas insgesamt die Emissionswerte der Klasse III nicht überschritten werden.

Die nicht namentlich aufgeführten krebserzeugenden Stoffe sind den Klassen zuzuordnen, deren Stoffen sie in ihrer Wirkungsstärke am nächsten stehen; dabei ist eine Bewertung der Wirkungsstärke auf der Grundlage des kalkulatorischen Risikos, z.B. nach dem Unit-Risk-Verfahren, vorzunehmen. Soweit für krebserzeugende Stoffe, die aufgrund dieser Zuordnung klassiert werden, die Emissionswerte der ermittelten Klasse nicht mit verhältnismäßigem Aufwand eingehalten werden können, sind die Emissionen im Einzelfall unter Beachtung des Emissionsminimierungsgebotes zu begrenzen.

### Fasern



Die Emissionen der nachstehend genannten krebserzeugenden faserförmigen Stoffe im Abgas dürfen die nachfolgend angegebenen Faserstaubkonzentrationen nicht überschreiten:

- Asbestfasern 1 • 10<sup>4</sup> Fasern/m<sup>3</sup>  
(z.B. Chrysotil, Krokydolith, Amosit),
- biopersistente Keramikfasern 1,5 • 10<sup>4</sup> Fasern/m<sup>3</sup>  
(z.B. aus Aluminiumsilicat, Aluminiumoxid, Siliciumcarbid, Kaliumtitanat), soweit sie unter „künstliche kristalline Keramikfasern“ gemäß Nummer 2.3 der TRGS 905 oder unter den Eintrag „keramische Mineralfasern“ des Anhangs I der Richtlinie 67/548/EWG (entsprechend § 4a Abs. 1 GefStoffV) fallen,
- biopersistente Mineralfasern 5 • 10<sup>4</sup> Fasern/m<sup>3</sup>,  
soweit sie den Kriterien für „anorganische Faserstäube (außer Asbest)“ der Nummer 2.3 der TRGS 905 oder für „biopersistente Fasern“ nach Anhang IV Nummer 22 der GefStoffV entsprechen.

Bei unterschiedlichen Kriterien von TRGS und GefStoffV sind die strengeren Kriterien zugrunde zu legen.

Die Emissionen krebserzeugender faserförmiger Stoffe können im Einzelfall unter Beachtung des Emissionsminimierungsgebotes auch durch Festlegung eines Emissionswertes für Gesamtstaub begrenzt werden.

### 5.2.7.1.2 Erbgutverändernde Stoffe

Soweit erbgutverändernde Stoffe oder Zubereitungen nicht von den Anforderungen für krebserzeugende Stoffe erfasst sind, ist für die Emissionen erbgutverändernder Stoffe im Abgas die Unterschreitung des Massenstroms von 0,15 g/h oder der Massenkonzentration 0,05 mg/m<sup>3</sup> anzustreben. Soweit diese Emissionswerte nicht mit verhältnismäßigem Aufwand eingehalten werden können, sind die Emissionen im Abgas unter Beachtung des Emissionsminimierungsgebotes zu begrenzen.

### 5.2.7.1.3 Reproduktionstoxische Stoffe

Soweit reproduktionstoxische Stoffe oder Zubereitungen nicht von den Anforderungen für krebserzeugende oder erbgutverändernde Stoffe erfasst sind, sind die Emissionen reproduktionstoxischer Stoffe im Abgas unter Beachtung des Emissionsminimierungsgebotes unter Berücksichtigung der Wirkungsstärke der Stoffe zu begrenzen.

### 5.2.7.2 Schwer abbaubare, leicht anreicherbare und hochtoxische organische Stoffe

Die im Anhang 5 genannten Dioxine und Furane, angegeben als Summenwert nach dem dort festgelegten Verfahren, dürfen als Mindestanforderung

den Massenstrom im Abgas	0,25 µg/h
oder	
die Massenkonzentration im Abgas	0,1 ng/m <sup>3</sup>

nicht überschreiten. Die Probenahmezeit beträgt mindestens 6 Stunden; sie soll 8 Stunden nicht überschreiten.

Bei weiteren organischen Stoffen, die sowohl schwer abbaubar und leicht anreicherbar als auch von hoher Toxizität sind oder die aufgrund sonstiger besonders schädlicher Umwelteinwirkungen nicht der Klasse I in Nummer 5.2.5 zugeordnet werden können (z.B. polybromierte Dibenzodioxine, polybromierte Dibenzofurane oder polyhalogenierte Biphenyle) sind die Emissionen unter Beachtung des Emissionsminimierungsgebotes zu begrenzen.

**Tabelle 19: Organische Stoffe der Klasse I nach Nummer 5.2.5**

Stoff	CAS-Nummer
-------	------------



Stoff	CAS-Nummer
Acetaldehyd	75-07-0
Acetamid	60-35-5
Acrylsäure	79-10-7
Alkylbleiverbindungen	
Ameisensäure	64-18-6
Amino-4-nitrotoluol,2-	99-55-8
Aminoethanol,2-	141-43-5
Anilin	62-53-3
Benzochinon,p-	106-51-4
Benzolsulfonylchlorid	98-09-9
Benzoltricarbonsäure,1,2,4-	528-44-9
Benzoltricarbonsäureanhydrid,1,2,4-	552-30-7
Benzoylchlorid	98-88-4
Bis(3-aminopropyl)-methylamin,N,N-	105-83-9
Bleiacetat(basisch)	1335-32-6
Brommethan	74-83-9
Brompropan,1-	106-94-5
Butanthiol	109-79-5
Butenal,2-(Crotonaldehyd)	123-73-9
Butin-1,4-diol-2	110-65-6
Butylacrylat,n-	141-32-2
Butylamin,iso-	78-81-9
Butylamin,n-	109-73-9
Butylphenol,4-tert-	98-54-4
Butyltoluol	98-51-1
Caprolactam	105-60-2
Chlor-1,3-butadien,2-(Chloropropen)	126-99-8
Chlor-2-methylpropen,3-	563-47-3
Chlor-2-nitrobenzol,1-	88-73-3
Chlor-4-nitrobenzol,1-	100-00-5
Chlor-o-toluidin,5-	95-79-4
Chloressigsäure	79-11-8
Chlorethan	75-00-3
Chlorethanol,2-	107-07-3
Chlormethan	74-87-3
Chlorpropen,3-	107-05-1
Cyanacrylsäuremethylester	137-05-3
Cyclohexandicarbonsäureanhydrid,1,2-	85-42-7



Stoff	CAS-Nummer
Di-(2-ethylhexyl)-phthalat	117-81-7
Di-n-butylzinnchlorid	683-18-1
Diaminobenzidin,3,3'-	91-95-2
Diaminoethan,1,2-(Ethylendiamin)	107-15-3
Dibenzoylperoxid	94-36-0
Dichlorethylen, 1,1-	75-35-4
Dichlormethan	75-09-2
Dichlornitroethan,1,1-	594-72-9
Dichlorphenole	
Dichlorpropan,1,2-	78-87-5
Dichlorpropionsäure,2,2-	75-99-0
Dichlortoluol, 2,4-	95-73-8
Dichlortoluol,a,a-	98-87-3
Diethylamin	109-89-7
Diethylcarbaminsäurechlorid	88-10-8
Diethylentriamin(3-Azapentan-1,5-diamin)	111-40-0
Difluorethen,1,1-(R1132a)	75-38-7
Diglycidylether	2238-07-5
Dihydroxybenzol,1,2-(Brenzcatechin)	120-80-9
Dihydroxybenzol,1,4-(Hydrochinon)	123-31-9
Diisocyanattoluol,2,4-	584-84-9
Diisocyanattoluol,2,6-	91-08-7
Dimethylamin	124-40-3
Dimethylamino-N,N',N'-trimethyl-1,2-diaminoethan,N-2-	3030-47-5
Dimethylanilin,N,N-	121-69-7
Dimethylethylamin,1,1-	75-64-9
Dinitronaphthaline (alle Isomere)	27478-34-8
Dioxan,1,4-	123-91-1
Diphenyl (Biphenyl)	92-52-4
Diphenylamin	122-39-4
Diphenylether	101-84-8
Diphenylmethan-2,4'-diisocyanat	5873-54-1
Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat	101-68-8
Essigsäure-(2-ethoxyethyl)-ester	111-15-9
Essigsäureanhydrid	108-24-7
Ethandial (Glyoxal)	107-22-2
Ethanthiol (Ethylmercaptan)	75-08-1
Ethen	74-85-1



Stoff	CAS-Nummer
Ethylacrylat	140-88-5
Ethylamin	75-04-7
Ethylenglycoldinitrat	628-96-6
Ethylenthioharnstoff	96-45-7
Ethylhexansäure,2-	149-57-5
Formaldehyd	50-00-0
Formamid	75-12-7
Furaldehyd,2-(Furfuraldehyd)	98-01-1
Furanmethanamin,2-	617-89-0
Glutardialdehyd	111-30-8
Glycerintrinitrat	55-63-0
Hexachlor-1,3-butadien,1,1,2,3,4,4-	87-68-3
Hexachlorethan	67-72-1
Hexamethyldiamin	124-09-4
Hexamethylendiisocyanat	822-06-0
Hexanon,2-	591-78-6
Isocyanatmethyl-3,5,5-trimethylcyclohexylisocyanat,3-	4098-71-9
Isopropoxy-ethanol,2-	109-59-1
Kampfer	76-22-2
Keten	463-51-4
Kohlenoxidsulfid	463-58-1
Kresole	1319-77-3
Maleinsäureanhydrid	108-31-6
Methanthiol (Methylmercaptan)	74-93-1
Methoxyanilin,4-	104-94-9
Methoxyessigsäure	625-45-6
Methyl-2,4,6-N-tetranitroanilin,N-	479-45-8
Methylacrylat	96-33-3
Methylamin	74-89-5
Methylanilin,N-	100-61-8
Methylenbis(2-methylcyclohexylamin),4',4'-	6864-37-5
Methylisocyanat	624-83-9
Methyljodid	74-88-4
Methylphenylendiamin,2-	823-40-5
Monochloressigsäure, Na-Salz	3926-62-3
Monochloressigsäure-1-methylethylester	105-48-6
Monochloressigsäureethylester	105-39-5
Monochloressigsäuremethylester	96-34-4



Stoff	CAS-Nummer
Montanwachssäuren, Zn-Salze	73138-49-5
Morpholin	110-91-8
Naphthylamin, 1-	134-32-7
Naphthylen-1,5-diisocyanat	3173-72-6
Naphthylendiamin, 1,5-	2243-62-1
Natriumtrichloracetat	650-51-1
Nitro-4-aminophenol, 2-	119-34-6
Nitro-p-phenylendiamin, 2-	5307-14-2
Nitroanilin, 2-	88-74-4
Nitroanilin, m-	99-09-2
Nitroanilin, p-	100-01-6
Nitrobenzol	98-95-3
Nitrokresole	
Nitrophenole	
Nitropyrene	5522-43-0
Nitrotoluol, 3-	99-08-1
Nitrotoluol, 4-	99-99-0
Nitrotoluole (alle Isomere)	1321-12-6
Oxalsäure	144-62-7
Pentachlorethan	76-01-7
Pentachlornaphthalin	1321-64-8
Phenol	108-95-2
Phenyl-1-(p-tolyl)-3-dimethylaminopropan, 1-	5632-44-0
Phenyl-2-naphthylamin, N-	135-88-6
Phenyl-acetamid, N-	103-84-4
Phenylhydrazin	100-63-0
Phthalonitril	91-15-6
Phthalsäureanhydrid	85-44-9
Piperazin	110-85-0
Prop-2-in-1-ol	107-19-7
Propenal, 2-(Acrolein, Acrylaldehyd)	107-02-8
Propylenglycoldinitrat	6423-43-4
Pyridin	110-86-1
Tetrabromethan, 1, 1, 2, 2-	79-27-6
Tetrachlorbenzol, 1, 2, 4, 5-	95-94-3
Tetrachlorethan, 1, 1, 2, 2-	79-34-5
Tetrachlorethylen	127-18-4
Tetrachlormethan	56-23-5



Stoff	CAS-Nummer
Thioalkohole	
Thioether	
Thioharnstoff	62-56-6
Toluidin,p-	106-49-0
Tribrommethan	75-25-2
Trichlorbenzole (alle Isomere)	12002-48-1
Trichloressigsäure	76-03-9
Trichlorethan,1,1,2-	79-00-5
Trichlorethen	79-01-6
Trichlormethan (Chloroform)	67-66-3
Trichlornaphthalin	1321-65-9
Trichlornitromethan	76-06-2
Trichlorphenol,2,4,5-	95-95-4
Trichlorphenole	
Triethylamin	121-44-8
Trikresylphosphat, (ooo,oom,oop,omm,omp,opp)	78-30-8
Tri-N-butylphosphat	126-73-8
Trimethyl-2-cyclohexen-1-on,3,5,5-	78-59-1
Trinitrofluoren-9-on,2,4,7-	129-79-3
Trinitrotoluol,2,4,6-(TNT)	118-96-7
Vinyl-2-pyrrolidon,N-	88-12-0
Vinylacetat	108-05-4
Xylenole (ausgenommen 2,4-Xylenol)	
Xylidin,2,4-	95-68-1