



## **Staubbelastung an Arbeitsplätzen von mobilen Bauschuttzubereitungsanlagen**

**- Ergebnisse im Rahmen des Projekts der Ländermessstellen -**

Dipl.-Chem. Henning Müller  
Thüringer Landesbetrieb für Arbeitsschutz und technischen Verbraucherschutz (TLAtV)  
Karl-Liebknecht-Str. 4  
98527 Suhl

unter Mitarbeit der

Behörde für Soziales, Familie, Gesundheit und Verbraucherschutz  
Amt für Arbeitsschutz – Fachbereich Arbeitsplatzbeurteilungen  
Marckmannstraße 129 b  
20539 Hamburg

und der

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg  
Abt 3 - Industrie, Gewerbe, Kreislaufwirtschaft  
Hertzstr. 173  
76187 Karlsruhe

## 1. Einleitung

Im Zuge der Einführung eines neuen Allgemeinen Staubgrenzwertes für einatembaren Staub und der Absenkung des Grenzwertes für alveolengängigen Staub wurde durch den früheren Arbeitskreis der Ländermessstellen für chemischen Arbeitsschutz im Herbst 2003 ein Projekt verabschiedet, in dem sich unter der Federführung einer Ländermessstelle interessierte Kollegen aus anderen Bundesländern oder Gremien mit der Erfassung der Ist-Situation in 5 Branchen beschäftigen sollten. Unter anderem wurden aufbauend auf die Ergebnisse einer Schwerpunktaktion von 1999/2000 in Thüringen zahlreiche Messungen beim Bauschuttrecycling durchgeführt, um einen Überblick über die Einhaltung der genannten Grenzwerte zu gewinnen. Unterstützung kam aus Hamburg und Baden-Württemberg.

Einen nicht unbedeutenden Anteil am Recycling nimmt die Wiederaufbereitung von mineralischem Material ein, das bei Abbrucharbeiten von Gebäuden sowie beim Aufbruch von befestigten Untergründen anfällt. Obwohl dieses Material, wenn es nicht mit anderen Gefahrstoffen kontaminiert ist, umweltneutral deponiert werden kann, lohnt sich zur Schonung von Deponieraum und von Rohstoffen eine Behandlung zur Wiederverwertung. Das Abbruchmaterial wird in entsprechenden Anlagen zerkleinert und häufig durch Absiebung in verschiedenen Korngrößenklassen zu Wiedernutzung bereitgestellt. Verwendung findet das aufbereitete Material z.B. als Verfüllstoff (Abdeckschicht) bei der unterirdischen Verlegung von Leitungen und Kabeln, sowie im Straßen- und Wegebau, wenn die hierbei geforderten Qualitätskriterien durch das wiederaufbereitete Material erfüllt werden.

## 2. Technologischer Ablauf in einer Bauschuttaufbereitungsanlage

### 2.1. Ablauf des Brechens

Die Aufbereitung von Bauschutt geschieht entweder in stationären Anlagen oder direkt auf dem Abrissgelände durch das Aufstellen einer mobilen Brecheranlage.

Die Aufbereitung des Bauschuttes beginnt mit dessen Bereitstellung bzw. Anlieferung und Begutachtung. Besonders gefährliche Beimengungen, z.B. Asbestzement, dürfen nicht enthalten sein, anderenfalls wird die Anlieferung zurückgewiesen. Die angelieferte Ware wird auf dem Aufbereitungsgelände zwischengelagert.

Mit hydraulischen Meißeln oder Zangen (auf mobilen Geräten montiert) kann eine Vorzerkleinerung von Übergrößen erfolgen oder starke Bewehrung entfernt werden. Anschließend wird über einen Annahmeförderer der Brecher beschickt. Der zerkleinerte Bauschutt wird unter dem Brecher von einem Transportband aufgenommen. Je nach Art der Anlage erfolgt entweder unmittelbar ein Austrag oder eine Absiebung mit anschließendem Austrag.

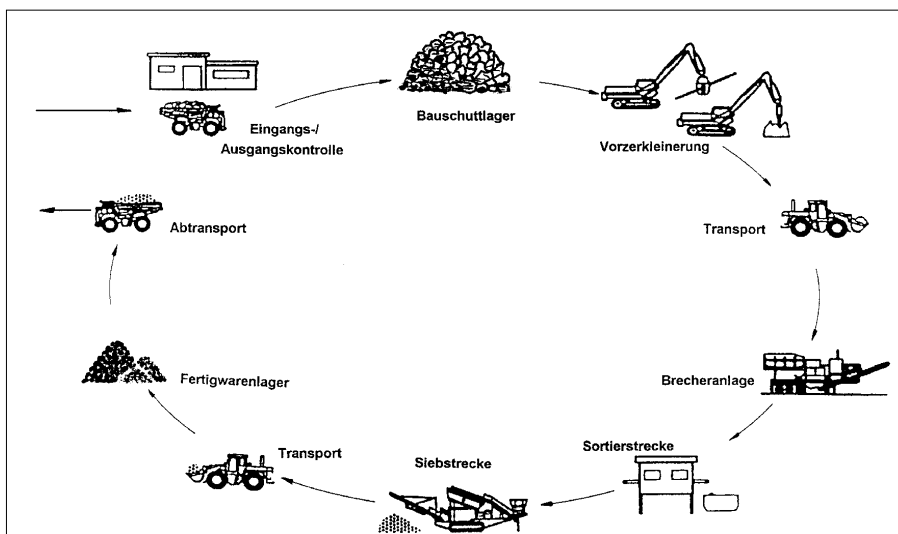


Abb 1:  
Technologischer  
Ablauf in einer  
Aufbereitungsanlage

Betreiber von Anlagen, die Fraktionen mit minimalen Fremdstoffanteilen anbieten, schalten in die Transportstrecke maschinelle und/oder manuelle Sortierbereiche ein. Durch Magnetabscheider werden Eisenmetalle aussortiert. Nichteisenmetalle können auf ähnliche Weise durch Induktionsabscheider entfernt werden. Durch manuelle Sortierung werden vor allem Holz, Kunststoffe und andere nichtmetallische Fremdstoffe ausgelesen.

## **2.2. Gebräuchliche Brechertypen**

### **Backenbrecher**

Druckzerkleinerung: Das Material wird zwischen einer hin- und herschwingenden Brechplatte und einer fest stehenden Druckplatte in einem sich verengenden Spalt zerdrückt. Mit der Geschwindigkeit bzw. Frequenz der Brechplatte und der Einstellung des Brechspaltes lässt sich die Korngröße variieren.

Wichtige Merkmale sind:

- geringer Zerkleinerungsgrad (ca. bis 1:6),
- verfahrensbedingt entsteht eher flacheres Korn,
- geringer Verschleiß; kostengünstig.

### **Prallbrecher (synonym: Prallmühle)**

Schlag- bzw. Prallzerkleinerung: Das Material wird durch auf einem Rotor montierte Schlagleisten auf zwei nacheinander angeordnete, verstellbare Stahlplatten (Prallwerke) geworfen und dabei zerkleinert. Der Spalt zwischen Prallwerk und Rotor kann entsprechend der gewünschten Korngröße eingestellt werden. Das Material bleibt so lange in Umlauf, bis es durch den Spalt nach außen geschleudert wird. Das Rotorgewicht beträgt je nach Baugröße mehrere Tonnen, es treten hohe Umfangsgeschwindigkeiten auf.

Wichtige Merkmale sind:

- hoher Zerkleinerungsgrad möglich bis (ca. 1:20),
- stärkere Variabilität der erzeugten Korngrößen möglich,
- verfahrensbedingt entsteht eher kubisches Korn,
- relativ hoher Verschleiß vor allem an den Schlagleisten,
- teilweise aufwendiges Auswechseln der Schlagleisten; damit verbunden: hohe Kosten,
- im Allgemeinen höhere Staub- und Lärmemissionen als Backenbrecher
- vom Rotor erzeugter Luftstrom trägt lastabhängig zur Staubemission bei.

Einzelne Hersteller bieten Staubbierhaltungssysteme bzw. eine Berieselung innerhalb des Prallraumes an.

Die Frage, ob der eine oder andere Brechertyp hinsichtlich der Staub- und Lärmemissionen ein günstigeres Verhalten zeigt, lässt sich ohne Diskussion der konkreten Parameter nicht klar beantworten.

## **3. Gefährdungen und Belastungen bei der Bauschuttzubereitung**

Aus der Sicht des Arbeitsschutzes ist die Wiederaufarbeitung von Bauschutt nicht unproblematisch. Folgende Gefährdungen können auftreten:

### **3.1. Unfallgefahren** (im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht)

- durch die Benutzung schwerer Fördertechnik und regen Fahrbetrieb,
- durch das mögliche unbeabsichtigte Herabfallen schwerer unförmiger Ausgangsmaterialien beim Transport mittels Radlader,

- durch Arbeiten am Einlauf des Brechers, insbesondere bei der Beseitigung von Störungen im Materialfluss,
- durch Verletzungsmöglichkeiten bei der Beseitigung von Bewehrungsmaterial,
- durch eine erhebliche Stolpergefahr wegen herabgefallener oder liegengebliebener Bruchstücke oder unförmig verbogener Bewehrungsteile auf dem gesamten Gelände.

### **3.2. Belastung durch physikalische Schadfaktoren** (im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht)

- Der Brechvorgang sowie die Trennung des gebrochenen Materials durch Siebe sind mit einer Lärmemission verbunden, die im unmittelbaren Anlagenbereich die zulässigen Grenzwerte überschreiten kann.
- Bei einem Aufenthalt auf der Brecherbühne oder der Siebstrecke können sich Schwingungen der Brecheranlage auf den Arbeitnehmer übertragen.
- In der Regel ist bei der Arbeit auf der Brecherbühne kein ausreichender Schutz gegenüber Witterungseinflüssen gegeben.
- Der Wirkungsbereich von Metallabscheidern sollte vor allen Dingen von Trägern implantierter Medizinprodukte (z.B. Herzschrittmacher, Insulinpumpen) gemieden werden.

### **3.3. Auftreten von Gefahrstoffen**

Beim Brechen des mineralischen Bauschutts kann je nach Feuchtegrad des Aufgabematerials bzw. nach der Wirksamkeit vorhandener Einrichtungen zur Staubminimierung eine mehr oder weniger starke Staubentwicklung auftreten. Auch bei befeuchtetem Ausgangsmaterial ist eine Staubbildung durch die beim Brechen neu entstehenden trockenen Oberflächen gegeben. Die Übergabestellen sowie die Siebanlagen sind weitere Ursachen für eine Verstaubung der Arbeitsbereiche. Ebenso kann der Fahrbetrieb zu einer Sekundärverstaubung beitragen.

Arbeitsorganisatorisch ist dafür zu sorgen, dass sich im zu brechenden Material keine asbest- und KMF-haltigen Baustoffe befinden. So ist aus den Erfahrungen heraus Quarz der Gefahrstoff, der unabhängig von der Staubkonzentration beim Bauschuttrecycling betrachtet werden muss.

Für die Staubbelastung an mobilen Brecheranlagen gelten folgende drei Grenzwerte, sofern das aufzubereitende Material nicht noch mit anderen Gefahrstoffen kontaminiert ist:

- Der Grenzwert für alveolengängigen Staub beträgt  $3 \text{ mg/m}^3$ .
- Der Grenzwert für einatembaren Staub beträgt  $10 \text{ mg/m}^3$ .
- Die Quarzkonzentration im alveolengängigen Staub darf nicht mehr als  $0,15 \text{ mg/m}^3$  betragen. Zur Zeit ist für Quarz ein risikobasierter Grenzwert im Sinne der Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) der neuen Gefahrstoffverordnung nicht festgelegt. Der früher geltende Luftgrenzwert von  $0,15 \text{ mg/m}^3$  ist aber in jedem Falle zu unterschreiten.

## 4. Stand der Technik

### 4.1. Materialvorbereitung

Eine recyclinggerechte und damit auch ‚brechergerechte‘ Materialvorbereitung beginnt beim Abbruch. Ein selektives Vorgehen sollte hier bereits zu einer Trennung unterschiedlicher Materialien und/oder Korngrößen führen. In der Praxis ist eine sehr unterschiedliche Umsetzung dieser Forderung zu beobachten.

Die Vorzerkleinerung erfolgt in erster Linie durch mit einer Brechzange oder Meißel ausgestützte Bagger.

Eine Vorsortierung wird mit Hilfe eines Baggers vorgenommen, der häufig auch für die Beschickung des Brechers eingesetzt wird. Dabei können zu große Brocken, sperrige Holz- und Metallteile grob ausgesondert werden.

Bei der Materialvorbereitung entscheidet sich, ob bzw. in welchem Umfang eine manuelle Sortierung und Überwachung am Brechereinlauf erforderlich wird.

### 4.2. Brecher

Sowohl Backenbrecher als auch Prallbrecher werden in unterschiedlichen Größen gleichermaßen eingesetzt. Im Allgemeinen hält sich für die Überwachung und Steuerung des Materialzulaufs und die Regelung der Brechgeschwindigkeit ein Mitarbeiter am Brechereinlauf auf.

Es soll dabei verhindert werden, dass

- große oder sperrige Teile sich verklemmen bzw. zu einer Brückenbildung im Brechereinlauf führen,
- zu viel aufgegebenes Material oder Anbackungen von feuchtem Material einen Stau bzw. Stop des Materialflusses und/oder des Brechers verursachen,
- Teile, die den Brecher beschädigen können (v.a. große Eisenteile) eingezogen werden und
- Leichtstoffe und verrottbare Stoffe (Holz) in den Brecher gelangen, die die Qualität des Endprodukts mindern (ungenügende Raumbeständigkeit).

Fernsteuerung und lastabhängig automatisch geregelte Materialzufuhr wird bei neueren Geräten einzelner Herstellern angeboten, war in der Praxis aber nicht anzutreffen.

Nach BGI 716 „Bauschuttrecycling“ sind für Arbeitsplätze auf Brechern speziell eingehauste Steuerstände erforderlich. In der Praxis existieren solche Steuerstände insbesondere auf mobilen Brechern in der Regel nicht. Die vorhandenen ungeschützten Arbeitsbühnen sind von Herstellern und Verleihern entsprechender Anlagen entgegen ihrer tatsächlichen Nutzung i.d.R. nicht als Dauerarbeitsplatz deklariert, sondern sollen zu Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten dienen. Gleichzeitig ist aber ein reibungsloser Betrieb an kleineren Anlagen und/oder bei ungenügender Materialvorbereitung ohne den bei Bedarf eingreifenden Mitarbeiter auf dem Brecher oft nicht gegeben. Eine Bewertung entsprechender Arbeitsplätze auch hinsichtlich der Sicherheitstechnik und der Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung ist jeweils notwendig.

### 4.3. Staubminderung

Technische Lösungen zur Staubminimierung (z. B. Sprühdüsen) sind nur teilweise vorhanden. Selten sind an den Brecheranlagen Sprühdüsen installiert – noch seltener werden sie genutzt (fehlender Wasseranschluss, Sorge um Materialfluss).

Abb.2 Sprühdüsen am Austrag



Alternativ wird an manchen Anlagen das zur Aufbereitung vorgesehene Material vor und / oder nach dem Brechvorgang befeuchtet, so dass während des Zerkleinerungsvorganges, des Transports und der Absiebung eine geringere Staubentwicklung eintritt.



Eine Beregnung des Ausgangs- und / oder des Fertigmaterials wurde nur während einer Messung beobachtet.

Abb. 3 Beregnung des Fertigmaterials

#### 4.4. Unterschiede zwischen stationären und mobilen Anlagen

Stationäre Anlagen bzw. mobile Anlagen (mit Rädern oder Raupenkette ausgerüstet), die über längere Zeit auf einem Platz betrieben werden, sind nicht unbedingt hinsichtlich ihrer Leistung zu unterscheiden. Bei den ortsfest betriebenen Anlagen ist allerdings häufig eine bessere Infrastruktur vorhanden, was hinsichtlich der Berieselung, der Materialvorbereitung und der Entfernung von Leichtstoffen (z.B. mit Hilfe eines Windsichters anstelle der manuellen Sortierung) günstigere Bedingungen schafft.

Mobile Anlagen sind gleich groß oder kleiner als stationäre Anlagen. Kleine Anlagen stehen unter höherem Zeit- und Kostendruck. Für Staubminderung und Materialvorbereitung bestehen daher ungünstigere Voraussetzungen. Unzureichende Materialvorbereitung macht aber die Anlagen stöempfindlicher, ein Mitarbeiter auf dem Brecher ist häufig unersetzlich.

#### 4.5. Transportmittel

Bagger und Radlader sind normalerweise mit einer Klimakabine ausgerüstet, die bei entsprechender Wartung der Filter und bei geschlossener Fahrerkabine (inklusive der Fenster) Schutz vor Staub- und Lärmeinwirkung bieten.

### 5. Ziel und Umfang

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die messtechnische Erfassung der Staubkonzentrationen in den Arbeitsbereichen der Arbeitnehmer in **27 mobilen und einer stationären Bauschutttaufbereitungsanlage**. Für die stationäre Anlage (Anlage 23) wurden nur die Messergebnisse aus der Fahrerkabine des ver- und entsorgenden Fahrzeugs verwendet.

Insgesamt **172 Messergebnisse** dokumentieren die Gefahrstoffbelastung der Beschäftigten am Brecher und in den Fahrerkabinen.

## **6. Durchführung der Messungen und der Analysen**

Anhand einer vom Thüringer Landesbetrieb für Arbeitsschutz und technischen Verbraucherschutz erarbeiteten Checkliste wurden die Arbeitsbedingungen erfasst, die einen mittelbaren oder unmittelbaren Einfluss auf die Staubsituation an den Arbeitsplätzen der Arbeitnehmer hatten. Der Vergleich mit den jeweils dazugehörigen Messergebnissen ließ Rückschlüsse auf den Einfluss der Randbedingungen und damit auf die Prioritäten bei den Maßnahmen zur Staubminimierung zu.

Messtechnisch untersucht wurden die Arbeitsbereiche des Fahrpersonals und des Anlagenfahrers Brecher. Die Probenahme erfolgte personengebunden.

## **7. Randbedingungen**

An den untersuchten Bauschutttaufbereitungsanlagen arbeiteten einschließlich der Ver- und Entsorgung meistens zwei bis maximal vier Arbeitnehmer, wobei ein Arbeitnehmer das Transportmittel bediente und der oder die anderen Arbeitnehmer den Materialfluss am Brecher steuerten bzw. Sortierarbeiten ausführten.

Die Aufbereitungsarbeiten finden im Freien statt. Wird das gebrochene Material manuell nachsortiert, steht das Sortierpersonal an einer waagrecht verlaufenden Transportbandstrecke, die überdacht oder als Kabine ausgeführt ist. Wegen der notwendigen Abwurföffnungen für die verschiedenen Störstoffe, insbesondere für sperrige Bewehrung, ist auch die Sortierkabine nur ein teilweise geschlossener Raum.

Messtechnisch entsteht an Arbeitsplätzen im Freien oder in halboffenen Räumen immer das Problem, dass die Schadstoffbelastung der Arbeitnehmer sehr abhängig von Niederschlägen (gemessen wurde auch bei Regen und leichtem Schneefall) und der vorherrschenden Windrichtung und Windstärke ist.

## 8. Messergebnisse und Schlussfolgerungen

### 8.1. Anlagenpersonal (Brecherbedienung, Sortierpersonal)

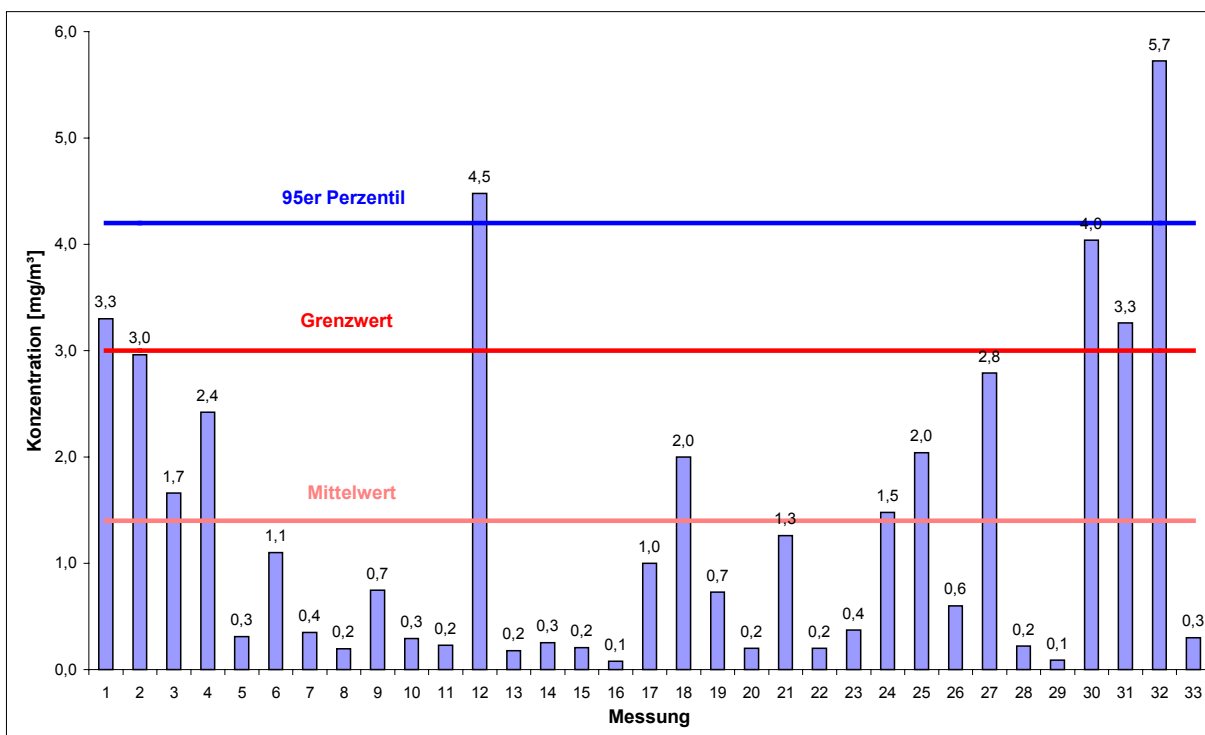


Diagramm 1: A-Staub-Konzentration bei Beschäftigten unmittelbar am Brecher

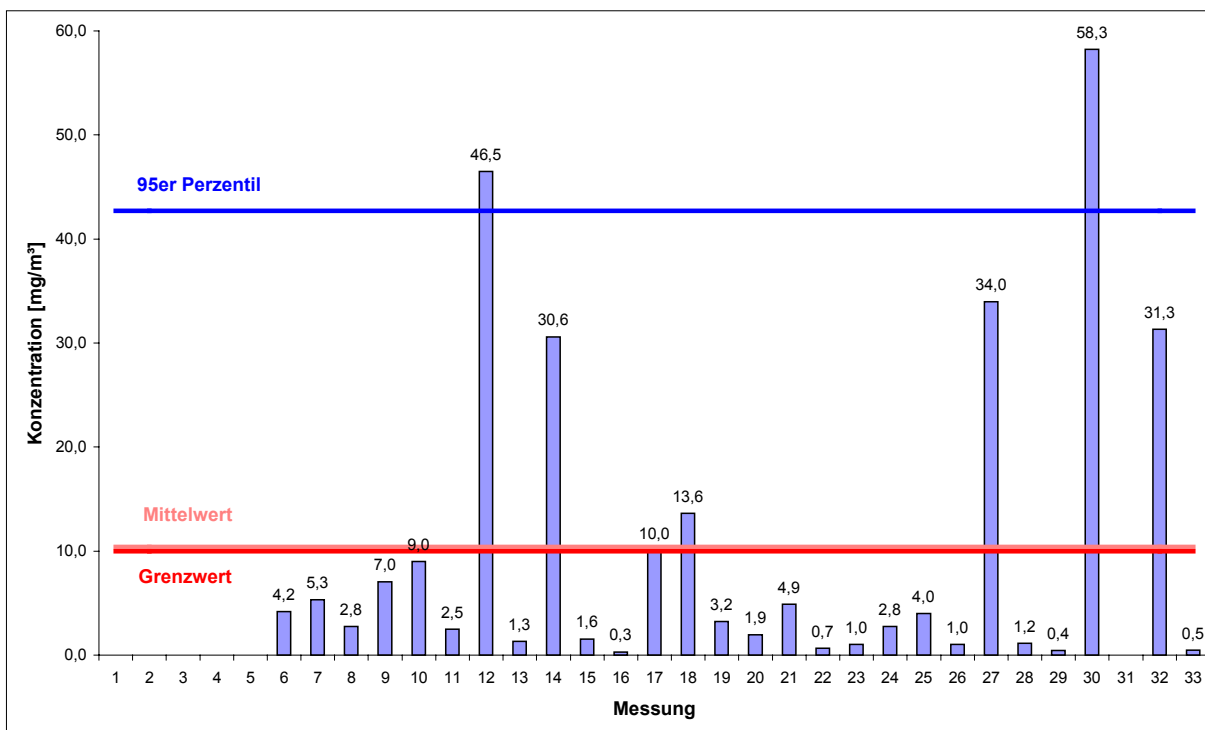


Diagramm 2: E-Staub-Konzentration bei Beschäftigten unmittelbar am Brecher

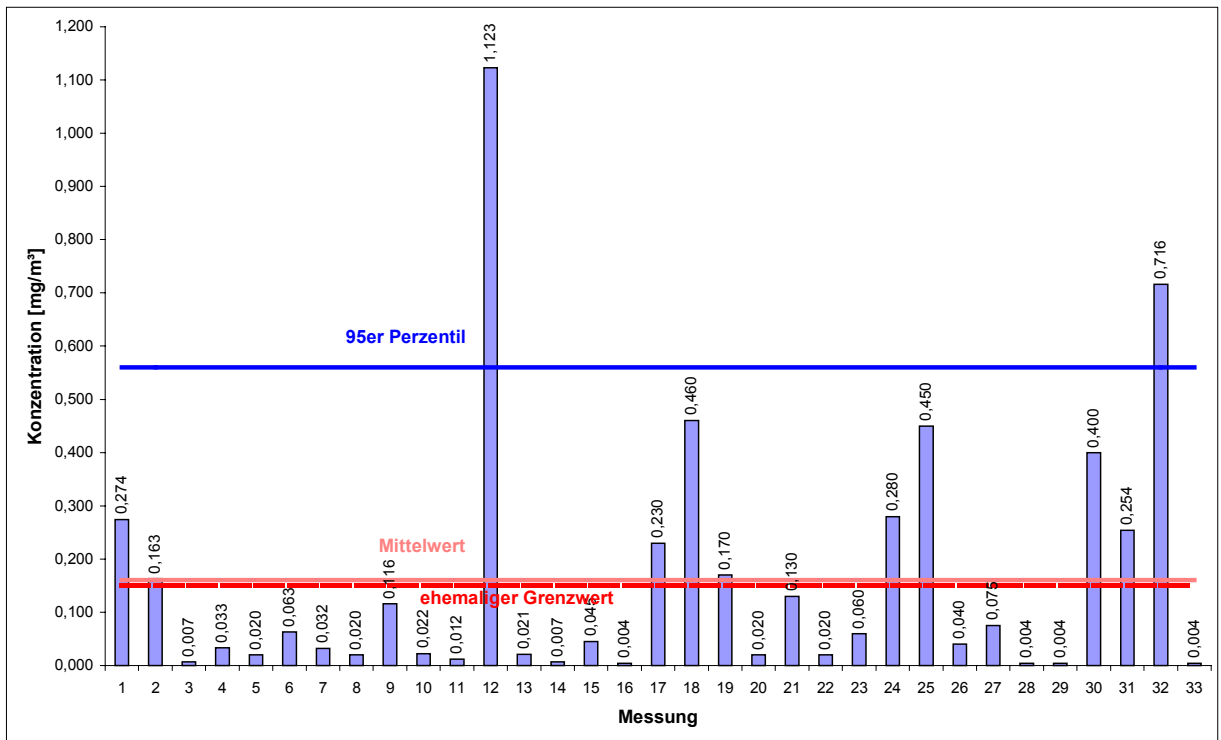


Diagramm 3: Quarz-Konzentration bei Beschäftigten unmittelbar am Brecher

**Ergebnis:**

Es ist davon auszugehen, dass die Grenzwerte für die alveolengängige Fraktion (3 mg/m³) und die einatembare Fraktion (10 mg/m³) überschritten werden.

**8.2. Fahrer Flurfördergerät**

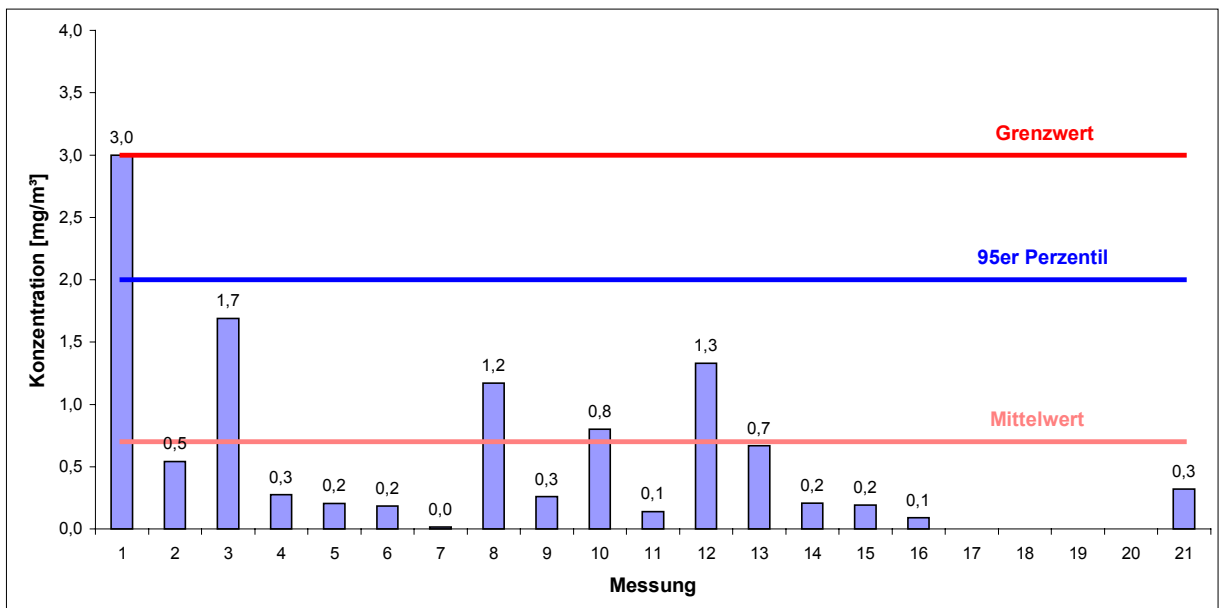


Diagramm 4: A-Staub-Konzentration in Fahrer cabinen

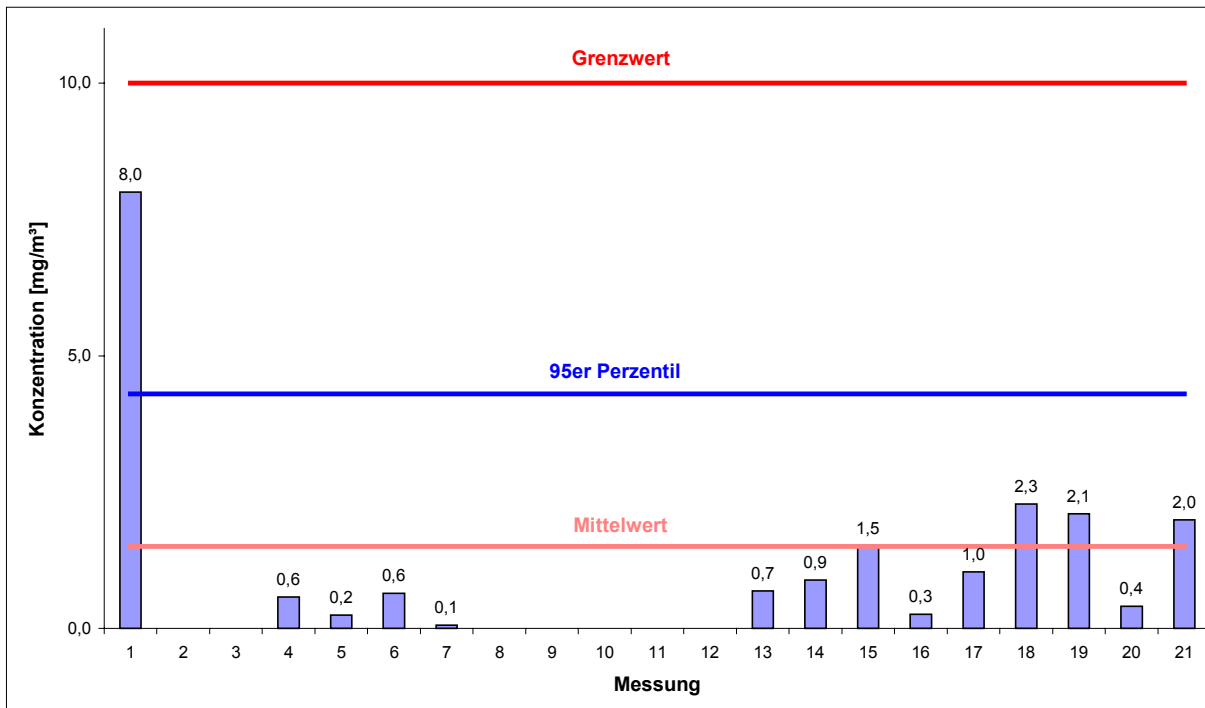


Diagramm 5: E-Staub-Konzentration in Fahrerinnen

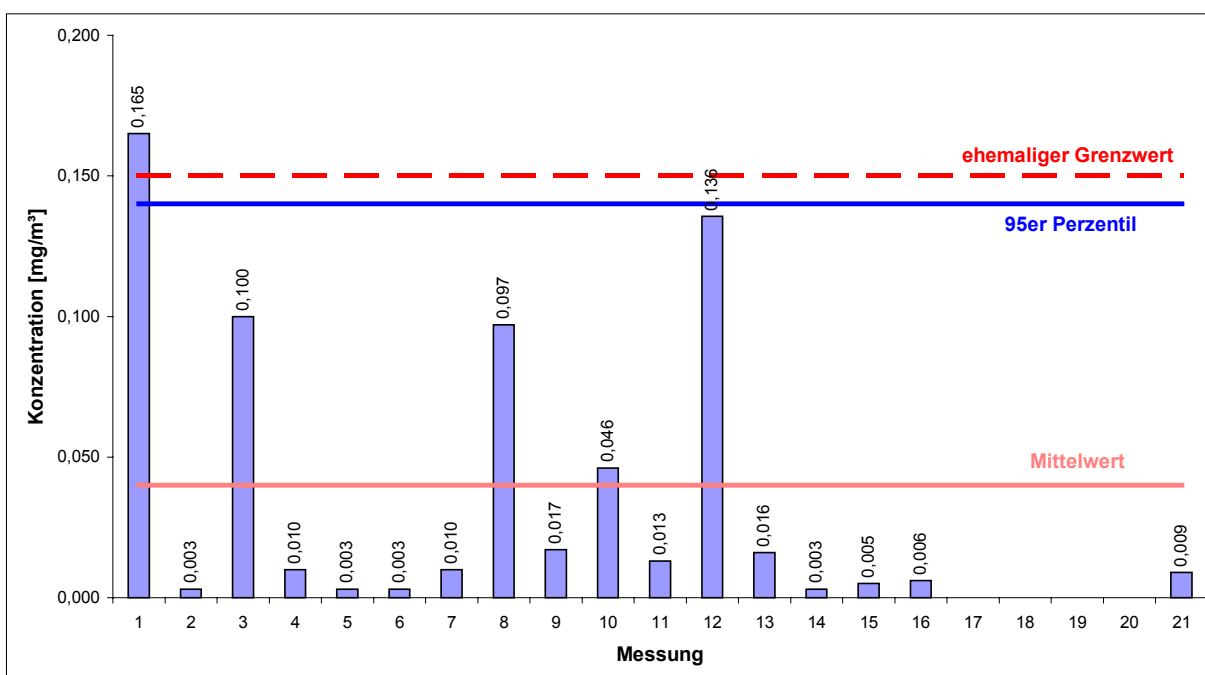


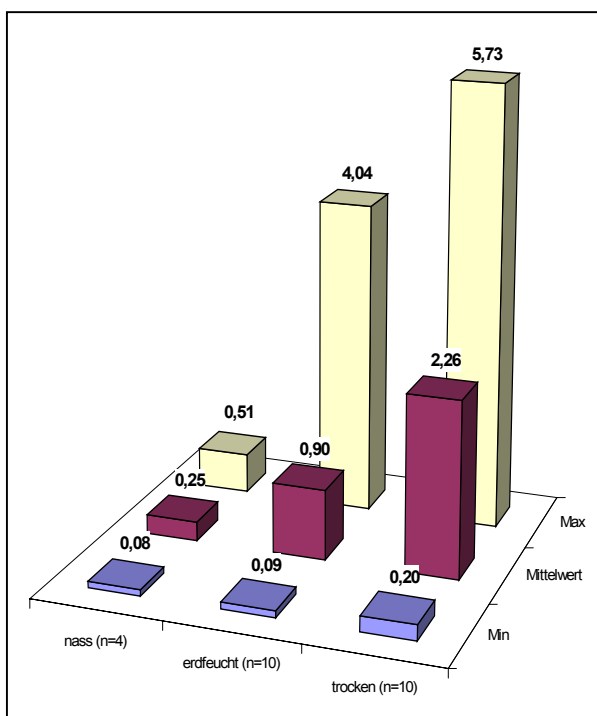
Diagramm 6: Quarz-Konzentration in Fahrerinnen

## Ergebnis

Es kann davon ausgegangen werden, dass in den Fahrerinnen die Grenzwerte für die alveolengängige Fraktion ( $3 \text{ mg/m}^3$ ) und die einatembare Fraktion ( $10 \text{ mg/m}^3$ ) eingehalten werden.

## 9. Zusammenhänge

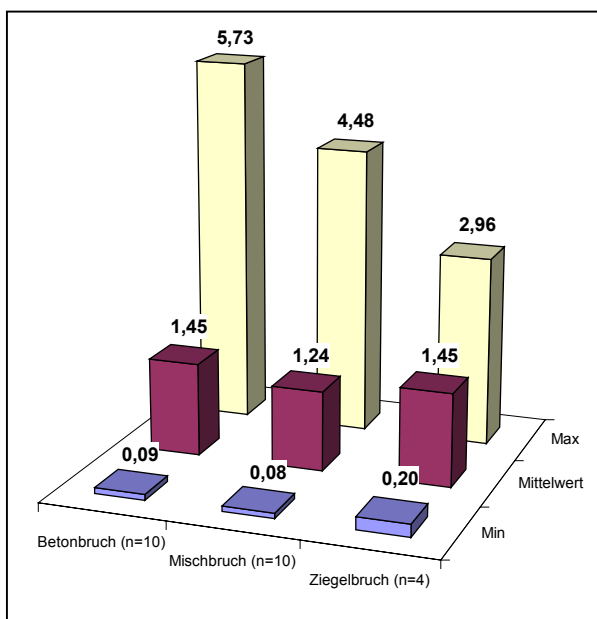
### 9.1. Materialfeuchte



Haupteinfluss auf die Staubentwicklung während des Brechens hat der Durchfeuchtungsgrad des Bauschutts. Das Brechen schafft neue, aktive und meist staubende Oberflächen. Dies wird bei (fast) vollständiger Durchfeuchtung des Bauschutts verhindert. Teilt man das zu brechende Material (subjektiv) in 3 Gruppen (trocken, erdfeucht, nass) ergibt sich für die A-Staub-Konzentration am Brecher nebenstehendes Bild.

Diagramm 7: A-Staub-Konzentration in Abhängigkeit von der Materialfeuchte

### 9.2. Recyclingmaterial



Im Gegensatz zur Feuchte hat die Art des zu brechenden Materials keinen entscheidenden Einfluss auf die Staubentwicklung.

Diagramm 8: A-Staub-Konzentration in Abhängigkeit vom Recyclingmaterial

### 9.3. Fahrerkabinen

Die Fahrerkabinen der Flurfördergeräte sind heute in aller Regel mit einer die Zuluft filternden Belüftungseinrichtung versehen, deren Wirksamkeit allerdings nur durch entsprechende Beachtung ihrer Funktionsweise sowie regelmäßige Pflege und Wartung gewährleistet werden kann. Die Fenster sollten während der Ladearbeiten geschlossen bleiben. Unabhängig von allen Witterungs- und technologischen Bedingungen ist eine Staubexposition in Grenzwertnähe in den Fahrerkabinen nicht gegeben – voraus gesetzt, die Wirkung der Filteranlage wird nicht durch geöffnete Fenster zunichte gemacht.

## 10. Zusammenfassung

### 10.1. Bedien- und Sortierpersonal am Brecher

Für Tätigkeiten unmittelbar am Brecher wurde personengebunden ermittelt (n = 33):

	<b>A-Staub [mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Quarz [mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>E-Staub [mg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>75er Perzentil</b>	2,0	0,185	9,5
<b>90er Perzentil</b>	3,3	0,445	32,4
<b>95er Perzentil</b>	4,2	0,575	42,7
<b>Arithmetisches Mittel</b>	1,3	0,157	10,4
<b>Geometrisches Mittel</b>	0,7	0,050	3,8
<b>Min.</b>	0,1	< NWG *	0,3
<b>Max.</b>	5,7	1,123	58,3

\* - NWG des Verfahrens = 0,007 mg/m<sup>3</sup>

### 10.2. Bagger- und Radladerfahrer

Für Fahrer in Bugsierfahrzeugen wurden in den Fahrerkabinen ermittelt (n = 24):

	<b>A-Staub [mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Quarz [mg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>E-Staub [mg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>75er Perzentil</b>	0,8	0,046	1,9
<b>90er Perzentil</b>	1,5	0,114	2,2
<b>95er Perzentil</b>	2,0	0,142	4,3
<b>Arithmetisches Mittel</b>	0,7	0,038	1,5
<b>Geometrisches Mittel</b>	0,3	0,015	0,8
<b>Min.</b>	0,0	< NWG *	0,1
<b>Max.</b>	3,0	0,165	8,0

\* - NWG des Verfahrens = 0,007 mg/m<sup>3</sup>

### 10.3. Allgemeine Aussagen

- Das Untersuchungsergebnis widerspiegelt sehr gut die Bedingungen vor Ort:
  - Bei Arbeiten am Brecher ist mit hohen A-Staub- und E-Staub-Konzentrationen zu rechnen → **Atemschutz Typ FFP 2 !**
  - Klimatisierte Fahrerkabinen motivieren die Fahrer zu geschlossenen Fenstern → **akzeptable Arbeitsbedingungen.**
- Die Ausrüstung der Brecheranlagen mit Sprühsystemen hat sich seit 1999 / 2000 nicht verbessert. Gleichzeitig werden noch immer die gleichen Gründe gegen die Nutzung von Sprühdüsen vorgebracht:
  - kein Wasser vorhanden
  - Wasser ist zu teuer
  - feuchtes Recyclingmaterial verklebt (Probleme bei der manuellen Sortierung)
  - feuchtes Recyclingmaterial hindert den Materialfluss durch die Anlage
  - Arbeiten werden frostanfällig.

### 10.4. Ergebnis

Setzt man eine vollständige Trennung von Fahr- und Bedienpersonal voraus, so gilt für mobile Bauschuttrecyclinganlagen:

**Am Brecher ist davon auszugehen,**

- dass der Grenzwert von **3 mg/m<sup>3</sup>** für die alveolengängige Fraktion **nicht eingehalten** wird und
- der Grenzwert von **10 mg/m<sup>3</sup>** für die einatembare Fraktion ebenfalls **nicht eingehalten** wird.
- Der ehemalige Grenzwert von **0,15 mg/m<sup>3</sup>** für Quarzstaub **wird nicht eingehalten.**

**In Fahrerkabinen ist**

- der Grenzwert von **3 mg/m<sup>3</sup>** für die alveolengängige Fraktion **eingehalten,**
- der Grenzwert von **10 mg/m<sup>3</sup>** für die einatembare Fraktion **eingehalten** und auch
- der ehemalige Grenzwert von **0,15 mg/m<sup>3</sup>** für Quarzstaub **wird eingehalten.**

**allgemein:**

- Für alle Beschäftigten, die beim Brechen von Bauschutt hauptsächlich am Brecher beschäftigt sind, ist eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung vorzusehen (§ 16 Abs.1 GefStoffV).
- Für die Beschäftigten am Brecher ist Atemschutz bereitzustellen. Dabei sollte auf den Maskentyp FFP 2 orientiert werden, um auch gegen hohe A-Staub-Konzentrationen geschützt zu sein.

## Anhang 1 Technologische Gegebenheiten

Betreiber	Version	Gesamt-Beschäftigte	Schutt-Art	Material-Menge pro Tag [ t ]	Antransport	Fahrerkabine	Staub-reduzierung Aufgabe	Siebe	Metall-abscheider
Anlage 1	Backenbrecher	2	Betonbruch	250	Radlader	keine Filter	keine	ja	ja
Anlage 2	Backenbrecher	3	Betonbruch	700	Bagger	Filter	keine	nein	ja
Anlage 3	Prallmühlenbrecher	2	Betonbruch	800	Bagger	keine Filter	Wasserstrahl	ja	ja
Anlage 4	Prallmühlenbrecher	3	Betonbruch	600	Radlader	Filter	keine	nein	ja
Anlage 5	Backenbrecher	3	Betonbruch	800	Bagger	Filter	keine	nein	ja
Anlage 6	Backenbrecher	2	Betonbruch	500	Radlader	Filter	keine	nein	ja
Anlage 7	Backenbrecher	3	Betonbruch	300	Radlader	Filter	keine	ja	ja
Anlage 8	Backenbrecher	3	Betonbruch	500	Bagger	keine Filter	keine	nein	ja
Anlage 9	Backenbrecher		Betonbruch	1100	Radlader			ja	ja
Anlage 10	Prallmühlenbrecher	1	Mischbruch	200	Bagger	Filter	keine	ja	ja
Anlage 11	Backenbrecher	1	Mischbruch		Bagger	Filter	keine	nein	ja
Anlage 12	Backenbrecher	3	Mischbruch	400	Bagger	keine Filter	keine	nein	ja
Anlage 13	Backenbrecher	2	Mischbruch		Radlader	Filter	keine	ja	ja
Anlage 14	Backenbrecher	3	Mischbruch	900	Kettenbagger	Filter	keine	ja	ja
Anlage 15	Backenbrecher	4	Mischbruch		Bagger	Filter	keine	ja	ja
Anlage 16	Backenbrecher	2	Mischbruch	400	Radlader	Filter	keine	ja	ja
Anlage 17	Backenbrecher		Mischbruch	300	Radlader			ja	nein
Anlage 18	Prallmühlenbrecher		Mischbruch	800	Radlader			ja	ja
Anlage 19	Backenbrecher		Mischbruch	1000	Radlader			ja	ja
Anlage 20	Prallmühlenbrecher		Mischbruch	1200	Radlader			ja	ja
Anlage 21	Backenbrecher	3	Ziegelbruch	300	Radlader	Filter	Sprühdüsen	ja	ja
Anlage 22	Backenbrecher	4	Ziegelbruch	400	Bagger	Filter	keine	nein	ja
Anlage 23	Backenbrecher	3	Ziegelbruch	600	Radlader	Filter	Sprühdüsen	ja	ja
Anlage 24	- keine Angaben -								
Anlage 25									
Anlage 26									
Anlage 27									
Anlage 28									

## Anhang 2 Personengebundene Messergebnisse am Brecher

Messung	Betreiber	Temp. [ °C ]	Luftgeschw. [ m/s ]	Niederschlag	A-Staub [ mg/m³ ]	Quarz [ mg/m³ ]	E-Staub [ mg/m³ ]
1	Anlage 1	18	2	kein	0,310	0,020	
2	Anlage 1	14	1,5	kein	0,252	0,007	30,580
3	Anlage 2	17	0	kein	4,478	1,123	46,489
4					5,725	0,716	31,313
5	Anlage 2	16	1	Dauerregen	0,180	0,021	1,333
6	Anlage 3			kein	1,660	0,007	
7	Anlage 4	16	1	kein	0,350	0,032	5,340
8	Anlage 4	6	3	Schauer	0,236	0,010	1,193
9	Anlage 5	23	2	kein	0,208	0,045	1,554
10	Anlage 6	- 5	0,1	leichter Schneefall	2,788	0,075	33,969
11	Anlage 7	15	1	kein	1,100	0,063	4,180
12	Anlage 8	9	1	kein	0,197	0,020	2,754
13	Anlage 9			kein	0,600	0,040	1,040
14	Anlage 10	11	1,5	kein	0,220	0,004 *	1,150
15	Anlage 11	8	3	kein	4,040	0,400	58,250
16	Anlage 12	4	1,5	kein	0,748	0,116	7,037
17	Anlage 13	7		kein	3,300	0,274	
18	Anlage 14	25	3	kein	2,420	0,033	
19	Anlage 15	22		kein	2,960	0,163	
20	Anlage 16	12	4	kein	0,090	0,004 *	0,430
21					0,300	0,004 *	0,490
22	Anlage 17			kein	1,000	0,230	10,040
23	Anlage 18			kein	0,200	0,020	1,940
24	Anlage 19			kein	0,370	0,060	1,040
25	Anlage 20			kein	1,480	0,280	2,760
26	Anlage 21	16	1	kein	0,230	0,012	2,504
27	Anlage 22	13	1	kein	0,292	0,022	9,000
28	Anlage 22	25	1,5	kein	0,080	0,004 *	0,310
29	Anlage 23	17	2	Regen	nur Ladefahrzeug wird ausgewertet, da stationäre Anlage		
30	Anlage 24			kein	2,000	0,460	13,640
31	Anlage 25			kein	0,730	0,170	3,230
32	Anlage 26			kein	1,260	0,130	4,890
33	Anlage 27			kein	0,200	0,020	0,660
34	Anlage 28			kein	2,040	0,450	4,020

<b>75er Perzentil</b>	1,5	0,163	9,8
<b>90er Perzentil</b>	3,0	0,400	31,6
<b>95er Perzentil</b>	4,0	0,460	40,9
<b>Arithm. Mittel</b>	1,2	0,137	9,7
<b>Geom. Mittel</b>	0,6	0,045	3,7
<b>Min.</b>	0,1	< NWG	0,2
<b>Max.</b>	5,7	1,123	58,3

NWG des Verfahrens = 0,007 mg/m³.

\* - Für Messergebnisse »kleiner Nachweisgrenze« ist hier die halbe Nachweisgrenze eingesetzt worden (siehe Punkt 3 im Anhang 1 zur TRGS 402).

### Anhang 3 Personenbezogene Messergebnisse in Fahrerkabinen

Messung	Betreiber	Ladegerät	A-Staub [ mg/m <sup>3</sup> ]	Quarz [ mg/m <sup>3</sup> ]	E-Staub [ mg/m <sup>3</sup> ]
1	Anlage 1	Radlader	0,260	0,017	
2			0,192	0,004 *	1,517
6	Anlage 3	Bagger	0,540	0,004 *	
7	Anlage 4	Radlader	0,140	0,013	
8			0,207	0,004 *	0,889
9	Anlage 5	Bagger	0,016	0,010	0,062
10	Anlage 6	Radlader	0,320	0,009	1,990
11	Anlage 7	Radlader	0,800	0,046	
12	Anlage 8	Bagger	0,275	0,010	0,578
16	Anlage 12	Bagger	0,205	0,004 *	0,244
17	Anlage 13	Radlader	1,170	0,097	
18	Anlage 14	Bagger	1,690	0,100	
19	Anlage 15	Bagger	3,000	0,165	8,000
22	Anlage 17	Radlader			1,040
23	Anlage 18	Radlader			2,280
24	Anlage 19	Radlader			2,100
25	Anlage 20	Radlader			0,410
26	Anlage 21	Radlader	0,667	0,016	0,686
27	Anlage 22	Bagger	0,183	0,004 *	0,642
28	Anlage 22	Radlader	0,090	0,004 *	0,260
35	Anlage 23	Radlader	1,330	0,136	

<b>75er Perzentil</b>	0,8	0,046	1,9
<b>90er Perzentil</b>	1,5	0,114	2,2
<b>95er Perzentil</b>	2,0	0,142	4,3
<b>Arithm. Mittel</b>	0,7	0,038	1,5
<b>Geom. Mittel</b>	0,3	0,015	0,8
<b>Min.</b>	0,0	< NWG	0,1
<b>Max.</b>	3,0	0,165	8,0

NWG des Verfahrens = 0,007 mg/m<sup>3</sup>.

\* - Für Messergebnisse »kleiner Nachweisgrenze« ist hier die halbe Nachweisgrenze eingesetzt worden (siehe Punkt 3 im Anhang 1 zur TRGS 402).