

# Ermittlung des PM10-Anteils an den Gesamtstaubemissionen von Bauschuttzubereitungsanlagen

---

Kummer, V<sup>1</sup>.; van der Pütten, N<sup>1</sup>.; Schneble, H<sup>2</sup>.; Wagner, R<sup>3</sup>.; Winkels, H.-J.<sup>4</sup>

## Inhalt

0 Problemstellung .....	3
1 Anlagen zur Bauschuttzubereitung.....	3
2 Untersuchungen zur Ermittlung des PM10-Anteils.....	4
2.1 Prognose/Modellierung .....	4
2.2 Staubmessungen .....	5
2.3 Ergebnisse.....	6
3 Minderungsmaßnahmen.....	7
4 Fazit .....	8
Literaturverzeichnis.....	9

---

<sup>1</sup> Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Rheingastr. 186, 65203 Wiesbaden

<sup>2</sup> Umweltplanung Bullermann Schneble GmbH, Havelstraße 7A, 64295 Darmstadt

<sup>3</sup> Regierungspräsidium Darmstadt, Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Wiesbaden, Postfach 5060, 65040 Wiesbaden

<sup>4</sup> chemlab, Gesellschaft für Analytik und Umweltberatung mbH, Fabrikstraße 23, 64625 Bensheim

## Zusammenfassung

Die Verwertung und Wiederverwendung von Bauabfällen bietet ökologische und ökonomische Vorteile und erfolgt deshalb in vielen stationären und mobilen Aufbereitungsanlagen. Der Aufbereitungsprozess von Bauschutt ist aber auch mit Staubemissionen -immissionen im Umfeld der Anlagen verbunden. Für die im Rahmen von Genehmigungsverfahren notwendigen Ermittlungen der Feinstaubimmissionen fehlen Untersuchungen und Festlegungen zum Feinstaubanteil der Staubemissionen aus Bauschuttzubereitungsanlagen.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen an konkreten Aufbereitungsabläufen belastbare Aussagen zum PM10-Anteil an der Gesamtstaubemission auf, die Festlegung von Konventionenwerten ermöglichen und als Grundlage zur Berechnung von Immissionswerten mittels einer Ausbreitungsrechnung dienen können.

Ergibt sich im Genehmigungsverfahren die Notwendigkeit zur Feinstaub-Immissionsminderung, steht hierfür eine Vielzahl von Emissionsminderungsmaßnahmen zur Verfügung.

## Summary

The recovery and recycling of construction waste offers both environmental as well as economic benefits. It is therefore applied in many stationary and mobile treatment facilities. However, the treatment of construction waste is also associated with significant dust emissions, potentially leading to high ambient concentrations of particles in the vicinity of the plants. For the estimation of ambient PM10-concentrations, required in the course of the approval process, there is a lack of information concerning the PM10-fraction of the total dust emission from those facilities. Based on realistic examples of processing construction waste, this investigation aims at providing robust conclusions on the average PM10-fraction of the total dust emission. Based on those conclusions again, PM10-concentrations in ambient air can be calculated by dispersion modeling. If the approval process shows the need for a further reduction of ambient PM10-concentrations, in general a large number of abatement measures are available.

## 0 Problemstellung

Durch die Verknappung von Ressourcen und Deponieraum, die rechtlichen Verwertungsgebote und steigende Entsorgungskosten hat sich in den letzten Jahren ein eigenständiger Gewerbebezweig zur Aufbereitung von Bauschutt entwickelt. Die Aufbereitung von ca. 3 Mio. t/a Bauschutt deutschlandweit ist aus abfallpolitischer Sicht zu begrüßen. Aus lufthygienischer Sicht ist der Aufbereitungsprozess von Bauschutt dagegen vor allem mit Staubemissionen und damit auch Staubimmissionen im Umfeld der Anlagen verbunden. Die Aufbereitung erfolgt über mobile Anlagen an wechselnden Einsatzstellen oder in stationären Anlagen, die i. d. R. offen, teilweise aber auch in Hallen stehen, und sich üblicherweise in Gewerbegebieten, aber auch in der Nähe zu Wohngebieten befinden.

Im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens werden neben anderen Emissionen auch die Staubimmissionen betrachtet und bewertet. Die Prognose der Staubemissionen, als Eingangsgrößen für eine Immissionsprognose, erfolgt i. d. R. auf der Grundlage der VDI 3970 Blatt 3 /1/. Belastbare Untersuchungen zur Abschätzung des Feinstaubanteils von Bauschutttaufbereitungsanlagen sind nicht bekannt. Deshalb wurden im Rahmen eines aktuellen Genehmigungsverfahrens quellnah der Gesamtstaub und der Feinstaubanteil (PM10) an mehreren Bauschutttaufbereitungsanlagen mit verschiedenen Inputmaterialien (Bauschutt, Boden, Baumischabfall, Altholz u.a.) bestimmt. Ziel dieser Untersuchungen war es, an konkreten Aufbereitungsabläufen belastbare Werte des PM10-Anteils im Gesamtstaub zu ermitteln, die zur Festlegung von Konventionen für den zu verwendenden Feinstaubanteil und als Grundlage zur Berechnung von Immissionswerten mittels einer Ausbreitungsrechnung dienen sollten.

## 1 Anlagen zur Bauschutttaufbereitung

Zur Aufbereitung von Bauschutt sind i. d. R. Anlagen mit folgenden Anlagenteilen notwendig:

Anlieferungsbereich – Vorsortierung – Vorabsiebung – Brechereinheit – kombinierte Siebe – Magnetabscheider – Übergabeförderband – Produkthalden – Transportbänder oder Radlader

Nach der Materialanlieferung mit Eingangskontrolle und Zwischenlagerung erfolgt je nach Beschaffenheit des Materials eine Vorbehandlung durch Aussortieren von Störstoffen und eine Vorzerkleinerung durch Betonscheren oder Hydraulikhämmer. Die nachfolgenden Brecheranlagen werden mittels Radlader oder Bagger über einen Aufgabetrichter beschickt. Durch Kratzförderer und Vibrationsrinnen wird das Material dem Brecher (Prall- oder Backenbrecher) zugeführt. Das zerkleinerte Material wird über Förderbänder in eine nachgeschalteten Siebanlage geleitet, klassiert, ggf. durch Windsichter und/oder Magnetbandabscheider nachgereinigt und nach unterschiedlichen Kornklassen zur Vermarktung getrennt aufgehaldet. Der Abtransport erfolgt wiederum durch Verladung von Sattelzügen mittels Radlader. Bild 1 zeigt ein schematisiertes Verfahrensfließbild einer mehrstufigen Bauschutttaufbereitungsanlage /2/.

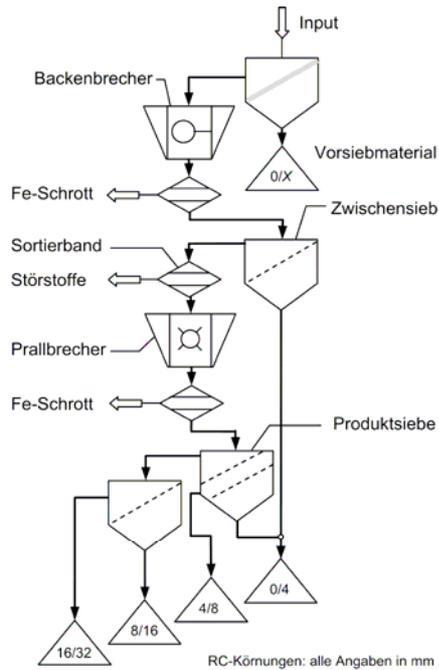


Bild 1 schematisches Verfahrensfließbild einer mehrstufigen Aufbereitungsanlage / 2/

Der Aufbereitungsprozess ist mit Vibrationen und Lärm sowie Staubemissionen verbunden. Bei allen Vorgängen der Materialbewegung und hier insbesondere bei den Zerkleinerungs- und Umschlagprozessen sowie bei den Transportvorgängen treten relevante Staubentwicklungen auf. Bild 2 zeigt die Staubentwicklung beim Beschickungsvorgang eines Brechers.



Bild 2 Staubentwicklung bei der Bauschuttzubereitung

## 2 Untersuchungen zur Ermittlung des PM10-Anteils

### 2.1 Prognose/Modellierung

Im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens sind generell alle Emissionen im Hinblick auf die Umgebung und den Arbeitsschutz zu beachten. Der Ermittlung der Staubimmissionen kommt dabei je nach der örtlichen Situation eine besondere Bedeutung zu. Diese erfolgt je nach Standort i. d. R. durch Ausbreitungsrechnungen, wobei hier neben dem Gesamtstaub auch der Feinstaubanteil relevant ist. Die Überwachung der

Immissionskenngrößen Gesamtstaub und Feinstaub erfolgt nach Nr. 4.2.1 und 4.3.1 TA Luft. Detaillierte und systematische Untersuchungen zur Partikelgrößenverteilung oder zum Feinstaubanteil liegen bisher nicht vor.

Die Gesamtstaubemissionen aus den Aufbereitungsvorgängen und dem Fahrverkehr werden auf der Grundlage der VDI 3790 Blatt 3 berechnet. Zur Berechnung des PM10-Anteils werden in dieser Richtlinie allerdings nur für unbefestigte Fahrwege Empfehlungen gegeben. Für den Bereich der Bauschuttzubereitung liegen keine Empfehlungen vor und sind auch keine Untersuchungen bekannt.

## 2.2 Staubmessungen

Staubmessungen können als Emissions- und als Immissionsmessungen erfolgen. Da aufgrund der Aufbereitungstechnik keine gefassten, sondern nur diffuse Emissionen auftreten, erfolgten die Probenahmen als emissionsnahe Immissionsmessung. Durch quellennahe Probenahmen an verschiedenen Bereichen der Aufbereitungsanlage wurden die Konzentrationen an Gesamtstaub und die Konzentrationen der Feinstaubfraktion (PM10) bestimmt und damit der PM10-Anteil ermittelt. Die Ergebnisse sind im Messbericht /3/ ausführlich beschrieben und werden im Folgenden dargestellt.

Die Messungen erfolgten unter den in der Tabelle 1 aufgelisteten Rahmenbedingungen. Wesentliche Voraussetzung für sachgerechte Messergebnisse ist, dass der Versuchsaufbau (z.B. Lage der Messgeräte zur Windrichtung, Abstand/Höhe zur Emissionsquelle) mit der gebotenen Sorgfalt erfolgt.

Tabelle 1 Rahmenbedingungen der Staubmessungen

<b>Messplanung</b>	Emissionsnahe Immissionsmessung; ortsfeste Probenahme 30 bis 60 Minuten	
<b>Messverfahren</b>	Gesamtstaub: BGIA-Methode Nr. VC25	Feinstaub (PM10): EN 12341 Low-Vol-Verfahren
<b>Probenahme</b>	Auf konditionierten Quarzfaserfilter mittels Pumpe	
<b>Meteorologische Daten</b>	Windstärke 0,5 -2 m/s Windrichtung, Temperatur, relative Luftfeuchte, Luftdruck wurden erfasst	
<b>Inputmaterial</b>	Bauschutt, Beton, Boden, Baumischabfall; jeweils verschiedene Fraktionen	
<b>Probenahmeorte</b>	Abladestelle, Brecher, Sieb, Bandabwurf, Verladevorgang, Halde	
<b>Messtermine</b>	Insgesamt erfolgten 25 Messungen an 4 Messterminen und 3 unterschiedlichen, semi-mobilen Anlagen	

Die mobilen Bauschuttzubereitungsanlagen dienen dem Brechen bzw. Zerkleinern verschiedener Bauschuttfraktionen. Häufig werden auch andere Fraktionen (Bodenmaterial, Altholz Baumischmaterial) in diesen Anlagen mit aufbereitet. Zum Zeitpunkt der Messung liefen die Anlagen im Normalbetrieb, d. h. die Anlage hatte einen Durchsatz von ca. 40 t/h. Messtechnisch untersucht wurden u. a. die Bereiche der Anlieferung, der Materialaufgabe, des Brechvorganges und des Siebvorganges.



Bild 3 Messeinrichtung bei der Bauschutttaufnahme

### 2.3 Ergebnisse

Insgesamt wurden 25 Einzelmessungen durchgeführt. Der Mittelwert für den PM10-Anteil im Gesamtstaub betrug 14,2 % (Maximum 38 % (trat bei der Aufbereitung von Altholz auf), Minimum 1 %). Erwartungsgemäß variieren die Gesamtstaubkonzentrationen und PM10-Anteile je nach Inputmaterial, Materialfeuchte und untersuchten Verfahrensschritten stark. Die Ergebnisse lassen sich besser durch das Zusammenführen vergleichbarer Verfahrensschritte gruppieren. Dies wird durch Bild 4 und 5 verdeutlicht.

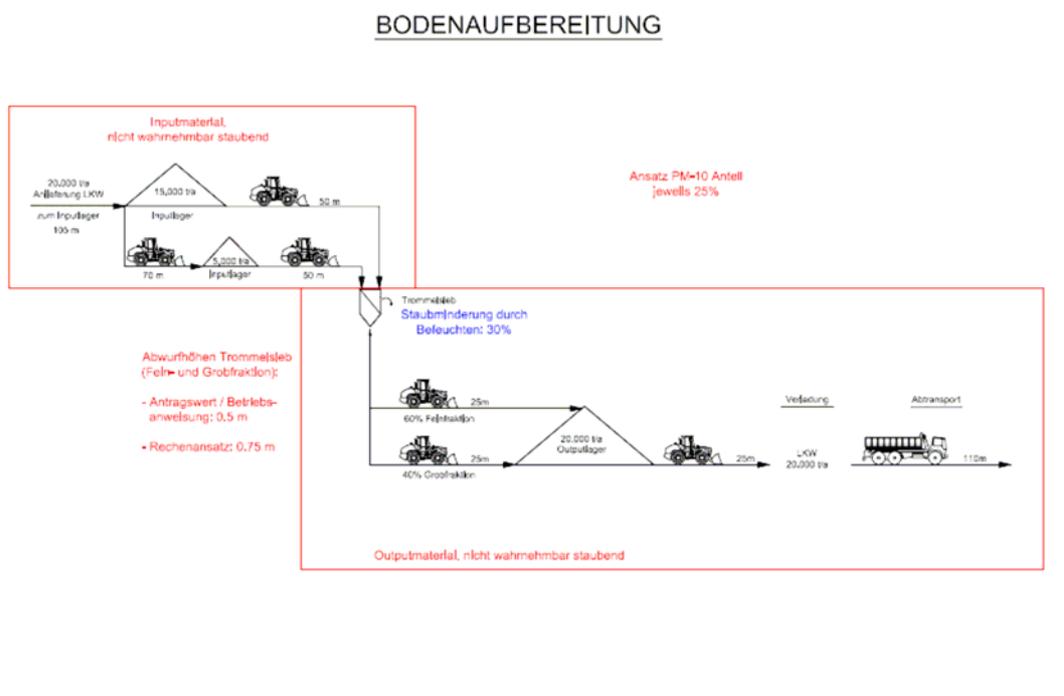


Bild 4 Verfahrensablauf Bodenaufbereitung mit PM10-Anteilen

**BAUSCHUTTAUFBEREITUNG**

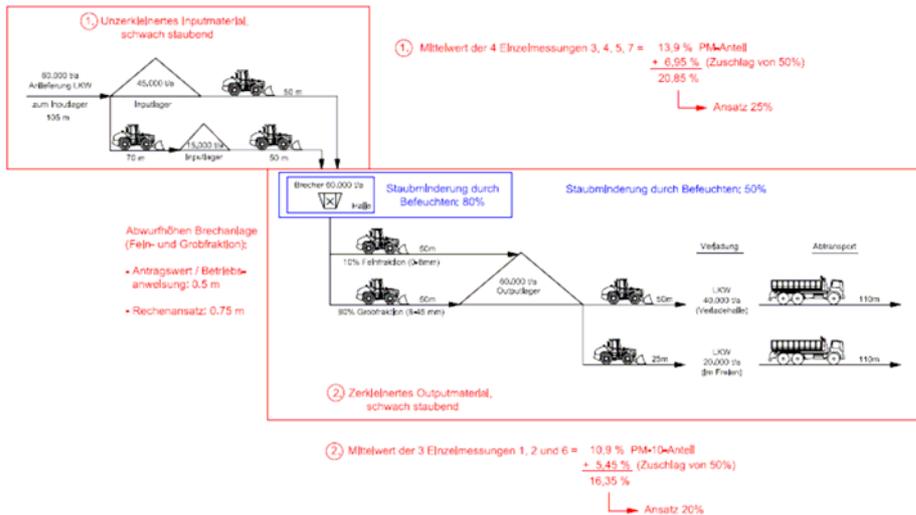


Bild 5 Verfahrensablauf Bauschutttaufbereitung mit PM10-Anteilen

Auf der Grundlage dieser Ergebnisse wurde in laufenden Genehmigungsverfahren per Konvention folgende PM10-Anteile zur Ermittlung der Feinstaubemissionen und -immissionen festgelegt:

**Bauschutttaufbereitung**

- Materialbewegung (unzerkleinertes Material) 25 % PM10-Anteil
- Materialbewegung (zerkleinertes Material) 20 % PM10-Anteil
- Bodenaufbereitung 25 % PM10-Anteil

Eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Verfahren setzt weitere Untersuchungen an anderen Anlagen mit entsprechender Variation der Inputmaterialien, Verfahrenstechnik, Meteorologie usw. voraus.

**3 Minderungsmaßnahmen**

Die Staubemissionen aus Bauschutttaufbereitungsanlagen sollten grundsätzlich minimiert werden. Neben der Pflicht zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für Feinstaub ist dies auch aus Gründen des Arbeitsschutzes notwendig. So ist auf der Grundlage eines Untersuchungsprogramms /4/ davon auszugehen, dass die Grenzwerte aus dem Bereich des Arbeitsschutzes für die alveolengängige Fraktion und die einatembare Fraktion des Staubes überschritten werden und verfügbare Maßnahmen zur Staubminderung einzusetzen sind.

Technische Lösungen zur Staubminderung sind vorhanden. Generell sind folgende Maßnahmen möglich:

- Direkte Beeinflussung von Prozessen, die Staubemissionen verursachen (primäre Maßnahmen). So kann das Recyclingmaterial vor oder während der Bearbeitung befeuchtet werden, oder eine Verringerung der Fallhöhen, z. B. durch IR-gesteuerte Abwurfbänder vorgenommen werden, so dass während aller Bearbeitungsvorgänge eine geringere Staubentwicklung eintritt.  
Eine Korrelation zwischen Materialfeuchte und Staubentwicklung konnte in den vorliegenden Untersuchungen aufgrund der geringen Probenahmezahl allerdings nicht aufgezeigt werden.

- Fassen und Entfernen des entstandenen Staubs (sekundäre Maßnahmen). Hierunter lassen sich alle Vorrichtungen wie Kapselungen, Abwurfschürzen, Rutschen, Abplanungen usw. sowie Hallenentlüftungen zusammenfassen. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Absaugung des Staubs an der Entstehungsstelle (punktuell) mit abschließender Abscheidung.

Häufiger werden inzwischen als sekundäre Maßnahme auch Vernebelungsdüsen zur Staubminderung an besonders staubintensiven Verarbeitungsbereichen eingesetzt. Im Rahmen der Untersuchungen wurde die LKW-Beladung mit aufbereitetem Altholz in einer 3-seitig geschlossenen Halle mit und ohne Wasservernebelung beprobt. Dabei zeigte sich eine Reduzierung der Gesamtstaubkonzentration um ca. 50 % bei nahezu gleichen Feinstaubkonzentrationen. Bei den gegebenen Rahmenbedingungen und einem geringen Untersuchungsaufwand muss davon ausgegangen werden, dass die Vernebelungseinrichtung ihre Wirksamkeit auf die Korngrößen  $> 10 \mu\text{m}$  beschränkt. Weitere systematische Untersuchungen sind hier allerdings notwendig.



Bild 6 Wasservernebelung während des Verladevorgangs

Nicht erfasste diffuse Emissionen werden durch Einhaltung der Maßnahmen nach Nr. 5.2.3 TA Luft gemindert. Weiterhin ist zu beachten, dass an Anlagen zur sonstigen Behandlung von Abfällen zur Emissionsbegrenzung für Gesamtstaub und organische Stoffe besondere Regelungen nach Nr. 5.4.8.11.2 TA Luft hinsichtlich baulicher und betrieblicher Anforderungen festgelegt sind.

Eine Vielzahl von organisatorischen und technischen Maßnahmen zur Verringerung von Staubemissionen aus dem Transport und Umschlag von Feststoffen sind weiterhin in der VDI 2095 /2/ und im BVT-Merkblatt /5/ beschrieben und können bei einer prognostizierten / gemessenen Überschreitung von Staub-/Feinstaubemissionen eingesetzt werden.

## 4 Fazit

Im Rahmen der Genehmigung von Bauschuttzubereitungsanlagen ist auch die Einhaltung von Immissionswerten für Schwebstaub zu überprüfen. Dies kann in Abhängigkeit des Standortes durch Ausbreitungsrechnungen erfolgen. Die dafür notwendige Bestimmung der Gesamtstaubemissionen erfolgt dabei auf der Grundlage der VDI 3790 Blatt 3; für die PM<sub>10</sub>-Fraktion liegen dagegen bislang keine PM<sub>10</sub>-Emissionsfaktoren vor.

Durch emissionsnahe Immissionsmessungen wurden an 3 Anlagen bei 4 Messterminen der Gesamtstaub und der PM10-Anteil bestimmt. Eine Festlegung der PM10-Anteile für laufende Genehmigungsverfahren erfolgte auf der Grundlage dieser Messungen und ermöglicht damit eine sachgerechtere Abschätzung der Feinstaubimmissionen.

Staubminderungsmaßnahmen können aus Gründen des Arbeitsschutzes und zum Schutz benachbarter Wohngebiete vor schädlichen Umwelteinwirkungen im Einzelfall notwendig sein. Eine Vielzahl von organisatorischen und technischen Maßnahmen zur Verringerung von Staubemissionen aus dem Transport und Umschlag von Feststoffen sind beschrieben, aber nicht immer messtechnisch belegt.

Die Autoren danken den Firmen Knettenbrech + Gurdulic Service GmbH & Co. KG und Dyckerhoff AG für die Unterstützung der Untersuchungen und die Bereitstellung von Personal und Maschinenteknik, ohne die die Untersuchungen nicht mit der nötigen Sorgfalt hätten durchgeführt werden können.

### Literaturverzeichnis

/1/ VDI Richtlinie 3790 Blatt 3, Umweltmeteorologie, Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen, Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern, VDI-Handbuch Reinhaltung der Luft. Band 1b: Umweltmeteorologie, Januar 2010

/2/ Bild 2 VDI 2095 E (2009): Emissionsminderung Behandlung von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen Stationäre und mobile Bauschutttaufbereitungsanlagen Beuth-Verlag Berlin

/3/ chemlab Gesellschaft für Analytik und Umweltberatung mbH 64625 Bensheim: Messbericht-Nr.: IR 310004 Bericht zur Durchführung orientierender quellennaher Messungen der Staubkonzentration an diffusen Staubquellen einer Bauschutttaufbereitungsanlage in der Außenluft 2010

/4/ Müller, H. (2000): Staubbelastung an Arbeitsplätzen von mobilen Bauschutttaufbereitungsanlagen; Ergebnisse im Rahmen des Projektes der Ländermessstellen; Thüringer Landesbetrieb für Arbeitsschutz und technischen Verbraucherschutz (TLAtV)

/5/ Umweltbundesamt (2005): Integrierte Vermeidung und Verschmutzung der Umweltverschmutzung; BVT-Merkblatt über die besten verfügbaren Techniken zur Lagerung gefährlicher Substanzen und staubender Güter

### Kontaktadresse:

Dipl.-Ing. Volker Kummer  
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
Rheingastr. 186  
65203 Wiesbaden  
volker.kummer@hlug.hessen.de