

BIA-Report Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

5/96

Umrechnungsfaktoren der Meßverfahren,
Meßergebnisse für mineralische (asbestfreie) Stäube,
Bewertung



HVBG
Hauptverband der
gewerblichen
Berufsgenossenschaften



BIA-Report 5/96 Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

Umrechnungsfaktoren der Meßverfahren,
Meßergebnisse für mineralische (asbestfreie) Stäube,
Bewertung



HVBG
Hauptverband der
gewerblichen
Berufsgenossenschaften

Dieser BIA-Report enthält die Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse des mit finanziellen Mitteln des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften geförderten Projektes „Umrechnungsfaktoren Gefahrstoffe“, Teil: Bestimmung von Umrechnungsfaktoren für mineralische (asbestfreie) Stäube.

(Der Teil „Asbest an Arbeitsplätzen in der DDR“ ist als BIA-Report 3/95 erschienen.)

- Projekträger: Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften (HVBG),
Sankt Augustin
- Federführung: HVBG, Berufsgenossenschaftliches Institut
für Arbeitssicherheit — BIA, Sankt Augustin
- Projektdurchführung: Arbeitssicherheit und Umweltschutz, Betriebs-
organisation und Arbeitsstudium e.V. (AUBA)
Münsterberger Weg 91-95, 12621 Berlin
- Bearbeiter: Helmut Ziem
Sabine Plitzko
AUBA e.V., Berlin
- Konsultative Mitwirkung: Heinrich Thürmer
Bundesanstalt für Arbeitsmedizin (BAFAM), Berlin
- Projektbetreuung: Wolfgang Pfeiffer
Jürgen Kupfer
HVBG, Berufsgenossenschaftliches Institut
für Arbeitssicherheit — BIA, Sankt Augustin
- Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen
Berufsgenossenschaften (HVBG)
Alte Heerstraße 111, 53754 Sankt Augustin
Tel.: 0 22 41 / 2 31 - 01
Fax: 0 22 41 / 2 31 - 3 33
— August 1996 —
- Satz und Layout: HVBG, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit
- Druck: Neusser Druckerei und Verlag GmbH, Neuss
- ISBN: 3-88383-407-6
ISSN: 0173-0387

Kurzfassung

Der vorliegende BIA-Report enthält den Vergleich der Verfahren, die in der DDR und der alten Bundesrepublik zur Messung und Bewertung mineralischer Stäube zur Anwendung kamen.

Im Mittelpunkt stand daher der Vergleich der beiden Standardmeßgeräte SPG (DDR) und VC 25 (BRD) unter reproduzierbaren Bedingungen in einem Meßstand und unter Praxisbedingungen in ausgewählten Betrieben.

Es wurde eine Handlungsanleitung erarbeitet, mit der es möglich ist, Staubmeßdaten der DDR nach den heutigen Bewertungsmeßstäben zu beurteilen. Für gravimetrische Staubmeßwerte der DDR werden folgende Umrechnungsfaktoren vorgeschlagen:

Gesamtstaubkonzentrationen: Faktor 1

Feinstaubkonzentrationen: Faktor 1,3

Die mit dem SPG gewonnenen Expositionsmeßergebnisse sind mit diesen Faktoren zu multiplizieren. Sie entsprechen dann den Meßdaten, die mit dem VC 25 ermittelt wurden.

Der Bewertungsindex I, der als Quotient aus Quarzfeinstaubkonzentration und MAK-Wert zur Bewertung einer Staubsituation herangezogen wird, entsprach in der DDR der Staubbewertungszahl S_Q . Hier ist ein direkter Vergleich nicht möglich, da sich die MAK-Werte für Quarzfeinstaub unterschieden.

In vielen Berichterstattungen in der DDR wurden zur Kennzeichnung des Grades der Gesundheitsgefährdung durch Staubexposition arbeitshygienische Kennzahlen verwandt. Bei bekanntem Quarzgehalt im Feinstaub kann in bestimmten Grenzen eine Aussage über die Feinstaubkonzentration gemacht werden.

Abstract

This BIA report contains the comparison of the different procedures used in the former GDR and in the old Federal Republic for measuring and assessing mineral dust levels.

Consequently, the comparison concentrates on the two standard pieces of measuring equipment, the SPG (as used in the GDR) and the VC 25 (as used in the FRG). The comparison is based on consistent measuring conditions on a measuring stand under real life conditions in selected plants.

A guide has been drawn up which allows GDR data on dust volumes to be evaluated on the basis of today's assessment standards. The following conversion factors are suggested for gravimetric dust readings recorded in the GDR:

Total dust concentration:	factor 1
Concentration of fine dust:	factor 1,3

The exposure readings obtained using the SPG should be multiplied by these factors. The result then corresponds with the measuring data obtained using the VC 25.

Assessment index I, used for the assessment of dust levels in the form of a quotient calculated from the fine quartz dust concentration and threshold limit value, corresponds with the dust rating figure S_Q in the GDR. In this respect, it is not possible to make a direct comparison since the threshold limit values for fine quartz dust differed.

In many reports in the GDR, reference figures for workplace hygiene were used to describe the severity of the health risk posed by exposure to dust. In cases where the quartz content of fine dust is known, it is possible to comment, albeit in a limited manner, on the fine dust concentration.

Résumé

Le présent rapport contient une comparaison des procédés utilisés en RDA et dans l'ancienne République fédérale pour mesurer et évaluer les poussières minérales.

La comparaison des deux appareils de mesure standards SPG (RDA) et VC 25 (RFA) dans des conditions reproductibles sur un stand de mesure et dans des conditions pratiques dans des entreprises sélectionnées a donc été au centre des préoccupations.

Des instructions qui permettent d'évaluer les données mesurées pour la poussière en RDA conformément aux critères d'évaluation actuels ont été rédigées. Pour les valeurs gravimétriques mesurées pour la poussière en RDA, les facteurs de conversion suivants sont proposés:

Concentrations totales de poussière:
Facteur 1

Concentrations de poussière fine:
Facteur 1,3

Les résultats d'exposition mesurés avec le SPG doivent être multipliés par ces facteurs. Ils correspondent alors aux données mesurées avec le VC 25.

L'indice d'évaluation I, qui est utilisé comme quotient de la concentration de poussière de quartz fine et de la valeur limite maximale de concentration sur le lieu de travail (MAK) pour évaluer une situation en matière de présence de poussière, correspondait en RDA au chiffre d'évaluation de la poussière S_Q . Ici, une comparaison directe n'est pas possible, étant donné que les valeurs limites maximales de concentration de poussière de quartz fine sur le lieu de travail diffèrent.

Dans de nombreux rapports de la RDA, des chiffres caractéristiques d'hygiène du travail étaient utilisés pour caractériser le degré de nocivité de l'exposition à la poussière. Lorsque l'on connaît la teneur en quartz dans la poussière fine, la concentration de poussière fine peut être déterminée dans certaines limites.

Resumen

El presente informe comprende el análisis comparativo de los procedimientos aplicados en la RDA y en la antigua República Federal de Alemania para la medición y evaluación de los polvos minerales.

En función de ello, el punto principal del análisis comparativo lo formó la comparación de dos aparatos de medición estándares SPG (RDA) y VC 25 (RFA), probados respectivamente bajo condiciones reproducidas en una estación de medición y bajo condiciones reales en la práctica en algunas empresas previamente seleccionadas.

Se elaboró un conjunto de instrucciones a través del cual es posible evaluar los datos de medición de polvos obtenidos en la RDA en función de los parámetros de evaluación actuales. Para los valores gravimétricos de medición de polvo de la RDA se proponen los siguientes factores de conversión:

Concentraciones de polvos generales:
Factor 1

Concentraciones de polvos finos
Factor 1,3

Los resultados de medición de las exposiciones a los polvos obtenidos por medio del SPG deberán ser multiplicados con estos factores. De esta forma, estos valores corresponderán a los datos de medición obtenidos con el VC 25.

El índice de evaluación I, el cual es considerado como cociente de la concentración de polvo fino de cuarzo y el valor máximo de la concentración en el puesto de trabajo (MAK) para la evaluación de las exposiciones al polvo, corresponde al valor S_Q (cifra evaluativa del polvo) de la RDA. Aquí no se puede proceder a una comparación directa, ya que los valores MAK para el polvo fino del cuarzo eran diferentes.

En muchos informes en la RDA se utilizaban cifras de referencia de la higiene laboral para la caracterización del grado de riesgo para la salud a través de las exposiciones al polvo. En caso de conocer el respectivo contenido de cuarzo en el polvo fino, es posible hacer indicaciones, dentro de determinados límites, sobre la correspondiente concentración de polvo fino.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Danksagung	9
Einleitung	10
Abkürzungsverzeichnis	11
1 Aufgabenstellung	12
2 Bearbeitungsmethodik	13
3 Aufbau und Wirkungsweise der Probenahmegeräte für Fein- und Gesamtstaub	14
3.1 Allgemeines	14
3.2 Schwebestaubprobenahmegerät SPG 210	14
3.3 Gravikon VC 25	17
4 Versuche in der Meßkabine	20
4.1 Strömungstechnische Gestaltung der Meßkabine	20
4.2 Aufbau und Funktionsweise des Staubgenerators	21
4.3 Vorversuche	21
4.4 Durchführung der Versuche für den Meßgerätevergleich	25
5 Vergleichsmessungen unter Praxisbedingungen	27
6 Ergebnisse der Vergleichsmessungen	29
6.1 Vergleich der Feinstaub- und Gesamtstaubkonzentrationen	29
6.2 Vergleich der Gehalte an kristallinem SiO ₂	32

Inhaltsverzeichnis

	Seite
7	Vergleich der Methoden zur Aufbereitung und Analyse der Feinstaubproben zur Bestimmung des Gehaltes an kristallinem SiO_2 34
7.1	Probenaufbereitung und Methode der mineralogischen Analyse in der DDR 34
7.2	Probenaufbereitung und Methode der Quarzgehaltsbestimmung in der Bundesrepublik Deutschland 35
8	Vergleich der Verfahren zur Bewertung der Staubexposition 36
8.1	Bewertung der Staubexposition in der DDR 36
8.1.1	Grenzwerte für nichttoxische Stäube 36
8.1.2	Orientierende und spezielle Analysen für nichttoxische Stäube 39
8.2	Bewertung der Staubexposition in der alten Bundesrepublik Deutschland 41
8.2.1	Feinstaubgrenzwerte 41
8.2.2	Überwachung der Feinstaubgrenzwerte 42
9	Zusammenfassung und Handlungsanleitung zur Bewertung von Staubmeßergebnissen an Arbeitsplätzen der DDR 44
10	Index 49
11	Literaturverzeichnis 55
	Anhang 59

Danksagung

Ein herzlicher Dank gebührt Frau Dr. rer. nat. Inge Werner (freie Mitarbeiterin), ehemals Zentralinstitut für Arbeitsmedizin der DDR (ZAM), Berlin, und Herrn Dr. rer. nat. Thomas Uschold, TÜV Hannover — Sachsen-Anhalt, Baustofftechnisches Labor Dessau GmbH, ehemals Baustofflabor des Institutes für

Zement, Dessau, für die Bereitstellung bzw. Vermittlung wichtiger Informationen und Erfahrungen, insbesondere über die Analytik zur Bestimmung des kristallinen Anteils an Siliziumdioxid in Feinstaubproben.

Die Verfasser

Einleitung

Der Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften hatte durch die Bereitstellung von Fördermitteln die Möglichkeiten geschaffen, umfassende aus der DDR vorliegende berufsbedingte Expositions- und Belastungsdaten sowie das Expertenwissen zum Arbeitsschutz und Unfallgeschehen zusammenzutragen. Unter fachlicher Betreuung durch das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit — BIA wurden auch zur Staubexposition vor allem Meßwerte mit zugehörigen Randbedingungen und Bewertungsgrundlagen aus Unterlagen ehemaliger Betriebe und Institutionen der DDR gesichtet, tabellarisch geordnet und nach bundesdeutschen Vorschriften- und Regelsetzungen bewertet. Diese umfangreiche Aufgabe übernahmen Fachkollegen aus Arbeitssicherheit und Umweltschutz, Betriebsorganisation und Arbeitsstudium e.V. (AUBA), die auf dem Gebiet der Messung und Bewertung von Staubexpositionen langjährige Erfahrungen haben. Sie wurden dabei von Gutachtern aus der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin (BAfAM) unterstützt [1].

In der DDR und der Bundesrepublik Deutschland wurden zur Messung und Bewertung von Stäuben am Arbeitsplatz Meßgeräte unterschiedlicher Konstruktionen verwendet. Ferner wichen die Methoden zur Einschätzung und Bewertung des Gesundheitsrisikos durch Staubexposition voneinander ab [2].

Bei der Sicherung von Meßdaten war daher zu klären, inwieweit die zur Verfügung stehenden Expositionsmeßwerte nach heutigen Beurteilungsmaßstäben verwendbar sind oder ob sie mit einem Bewertungsfaktor versehen werden müssen.

Der vorliegende Report ist eine Zusammenfassung der wesentlichen Informationen, die im Zusammenhang mit Staubexpositionen in der DDR von Bedeutung sind. Eine umfangreichere, in einigen Fällen über die hier vorliegenden Darstellungen hinausgehende Ausarbeitung liegt dem BIA vor und kann abschnittsweise in bestimmten Fällen zur Verfügung gestellt werden.

Abkürzungsverzeichnis

c	Staubkonzentration	mg/m ³
c ₂	gravimetrische Feinstaubkonzentration	mg/m ³
c _{2D}	gravimetrische Schicht-Feinstaubkonzentration	mg/m ³
$\overline{c_{2D}}$	gravimetrische Schicht-Feinstaubkonzentration, arithmetischer Mittelwert aus mehreren Messungen	mg/m ³
c ₀	gravimetrische Gesamtstaubkonzentration	mg/m ³
c _{0K}	gravimetrische Kurzzeit-Gesamtstaubkonzentration	mg/m ³
K	arbeitshygienische Kennzahl	
MAK	Maximal zulässige Konzentration in der Luft am Arbeitsplatz	mg/m ³
MAK _{2D}	MAK für die gravimetrische Schicht-Feinstaubkonzentration	mg/m ³
MAK _{0D}	MAK für die gravimetrische Schicht-Gesamtstaubkonzentration	mg/m ³
MAK _{0K}	MAK für die gravimetrische Kurzzeit-Gesamtstaubkonzentration	mg/m ³
n	Anzahl der Messungen/Probenahmen	
q ₂	Gehalt an kristallinem Siliziumdioxid (SiO ₂) in der Feinstaubfraktion	Gew.-%
q ₀	Gehalt an kristallinem SiO ₂ im Gesamtstaub	Gew.-%
S	Staubbewertungszahl, Quotient C : MAK	
S _{2D}	Staubbewertungszahl für Schicht-Feinstaubkonzentration	
S _{0D}	Staubbewertungszahl für Schicht-Gesamtstaubkonzentration	
S _Q	Staubbewertungszahl für quarzhaltige Stäube	
SPG	Schwebestaubprobenahmegerät	
TGL	Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen — Symbol für staatliche Standards der DDR	
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe	
ZAG	Zentrale Arbeitsgemeinschaft	
ZAM	Zentralinstitut für Arbeitsmedizin der DDR, Berlin	

1 Aufgabenstellung

In der DDR und in der alten Bundesrepublik Deutschland wurden Staubprobenahmegeräte verwendet, deren Konstruktion und Betriebsweise sich voneinander unterschieden. Abweichende Meßresultate konnten nicht ausgeschlossen werden. Aus diesem Grunde sollten die Staubmeßverfahren zur jeweiligen Ermittlung der Feinstaub- und Gesamtstaub-Faktoren¹⁾ miteinander verglichen werden.

Neben dem Vergleich der Vorschriften zur Messung und Beurteilung von Stäuben und der Darlegung der konstruktiven Merkmale und Funktionsweisen der Standardmeßgeräte

Schwebestaubprobenahmegerät vom Typ SPG (DDR) und

Gravikon VC 25 (Bundesrepublik Deutschland)

lag der Schwerpunkt der Arbeit auf einem direkten Vergleich beider Geräte zur Messung mineralischer Stäube.

Die Vergleichsmessungen erfolgten

unter reproduzierbaren Bedingungen in einer Meßkabine und

unter Praxisbedingungen in ausgewählten Betrieben.

Parallel zu den Messungen waren die Analysenverfahren zur Bestimmung des Gehaltes an kristallinem Siliziumdioxid im Feinstaub¹⁾ miteinander zu vergleichen.

Anhand von Meßresultaten, insbesondere aus dem Bauwesen der DDR, sollte zusätzlich zur Stützung der Bewertung der Staubexposition die Relation zwischen Gesamtstaub¹⁾ und Feinstaub¹⁾ statistisch näher untersucht werden.

¹⁾ Ab 1992 gelten für Fein- und Gesamtstaub neue Definitionen gemäß DIN EN 481. Die in der alten Bundesrepublik verwendeten Meßgeräte (siehe BIA-Arbeitsmappe) können weiter eingesetzt werden.

2 Bearbeitungsmethodik

Nachfolgend sind die Schwerpunkte der Themenbearbeitung zusammengestellt:

- Aufbau und Wirkungsweise der Probenahmegeräte für Fein- und Gesamtstaub: Konstruktive Merkmale und Betriebsweise der beiden Standardprobenahmegeräte werden einander gegenübergestellt.
- Versuche in einer Meßkabine unter reproduzierbaren Bedingungen: Bei den Versuchen wird eine Meßkabine von einem definierten Luftvolumen durchströmt. Die Zuführung des Teststaubes erfolgt im Einströmkanal kurz vor dem Eintritt in die Kabine mit Hilfe eines Staubgenerators.
- Vergleichsmessungen unter Praxisbedingungen: Die Planung für diesen Untersuchungsabschnitt ist so angelegt, daß der meßtechnische Vergleich bei Industriestäuben mit unterschiedlichen Kornzusammensetzungen und Eigenschaften erfolgt.
- Vergleich der Analysenmethoden zur Bestimmung des Gehaltes an kristallinem Siliziumdioxid: Aus der Erläuterung der zur quantitativen Bestimmung von kristallinem Siliziumdioxid (SiO_2) in Feinstaubproben angewandten Methoden sollen die eventuell vorhandenen Unterschiede herausgearbeitet werden, die möglicherweise zu abweichenden Analyseergebnissen führen.
- Vergleich der Verfahren zur Bewertung der Staubexposition: Es werden die Maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte) der DDR erläutert.
- Die zur Beurteilung von Meßwerten im Hinblick auf die Einhaltung der Grenzwerte und zur Einleitung bzw. Durchführung von Vorsorgeuntersuchungen angewandten bzw. zutreffenden Vorschriften und Regeln werden dargestellt.
- Nach Absprachen mit dem Auftraggeber erfolgte bei paralleler Probenahme in der Meßkabine wie auch an industriellen Arbeitsplätzen getrennte Aufbereitung bzw. Analyse der Proben-träger. Die Aufbereitung und Analyse der Feinstaubproben-träger des VC 25 wurden im Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit — BIA durchgeführt. Bei den SPG-210-Proben wurden die Feinstaubfilter nach Aufbereitung beim Auftragnehmer im Baustofftechnischen Labor des TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt in Dessau röntgenographisch analysiert. Es handelt sich dabei um ein vom Zentralinstitut für Arbeitsmedizin — ZAM der DDR autorisiertes Labor im damaligen Institut für Zement.

3 Aufbau und Wirkungsweise der Probenahmegeräte für Fein- und Gesamtstaub

3.1 Allgemeines

Die zu vergleichenden Probenahmegeräte für Staubmessungen am Arbeitsplatz

SPG 210 (DDR)
VC 25 (Bundesrepublik Deutschland)

arbeiten nach dem gravimetrischen Meßverfahren, bei dem in einem festgelegten Zeitabschnitt ein konstantes Probenahmenvolumen angesaugt und gleichzeitig der Schwebestaub abgetrennt wird. Die Staubmessung dient der Ermittlung einer oder mehrerer Zustandsmeßgrößen des Schwebestaubes, insbesondere

- der Staubkonzentration,
- der Zusammensetzung nach Teilchengrößen (Kornfraktionen) und
- der mineralogischen Zusammensetzung.

Wegen der unterschiedlichen biologischen Wirkung der Staubfraktionen besteht einmal die Möglichkeit, den gesamten atembaren Schwebestaub (Gesamtstaub) zu erfassen (einstufige Gravimetrie) oder die lungengängige Feinstaubfraktion (in Anlehnung an die Johannesburger Konvention) getrennt vom übrigen Schwebestaub abzuscheiden (zweistufige Gravimetrie).

Im Vergleich zu gasförmigen Gefahrstoffen muß besonders bei der Messung von

Schwebestäuben während der gesamten Probenahme der Luftdurchsatz konstant gehalten werden, um eine gleichbleibende Abscheidecharakteristik des Gerätes zu gewährleisten. Zur Bewertung der Staubexposition ist bei fibrogenen Stäuben neben der Ermittlung der Konzentration der Gehalt an kristallinem SiO_2 zu bestimmen. Die Verfahren zur Probenaufbereitung und zur anschließenden Analyse werden in Kapitel 7 erläutert.

3.2 Schwebestaubprobenahmegerät SPG 210

Das SPG 210 (Abbildung 1) wurde als Gravimeter konzipiert, bei dem während der Probenahme die Kornfraktion Grobstaub und die lungengängige Feinstaubfraktion als separat auswertbare Präparate anfallen.

Das zweistufige Abscheidesystem besteht aus einem Zyklon als Vorabscheider für den Grobstaub und einer Kassette mit ringförmigen Filterkörpern von lockerer Faserstruktur (Wirrfaservliese) als Feinstaubabscheider. Dessen notwendiger hoher Abscheidegrad wird durch Überlagerung eines Hochspannungsfeldes realisiert. Abbildung 2 zeigt die aufgeklappten Kamern für die Aufnahme des Zyklons und der Filterkassette.

Abbildung 1:
SPG 210, Frontansicht



Abbildung 2:
SPG 210 mit aufgeklappten Kammern
für Feinstaubkassette und Zyklon



Um auch bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit das Hochspannungsfeld aufrechtzuerhalten, kann bei Bedarf die Filterheizung zugeschaltet werden, die sich unter der Bodenplatte der Filterkassette

befindet. Der prinzipielle Aufbau des SPG 210 wird in Abbildung 3 (siehe Seite 16) schematisch dargestellt.

Die Auslegung der Trenncharakteristik des Zyklons soll dem Abscheideverhalten der oberen Atemwege des Menschen angenähert entsprechen. Sie wird durch einen Volumenstrom des Saugaggregates von $9 \text{ m}^3/\text{h}$ und der Querschnittfläche der in der Frontplatte des Gerätes befindlichen rechteckigen Einströmöffnung in den Zyklon mit $0,0021 \text{ m}^2$ erreicht, woraus eine Einströmgeschwindigkeit von rund $1,2 \text{ m/s}$ resultiert. Der Luftdurchsatz und damit die Einströmgeschwindigkeit werden durch einen Baustein für die Drehzahlregelung des Motors konstant gehalten. Abbildung 4 (siehe Seite 16) zeigt unter anderem die gravimetrische Fraktionsdurchlässigkeit des SPG-210-Zyklons. Nach [2] und [3] kann abgeleitet werden, daß die Trenncharakteristik der „Johannesburger Konvention“ [4] annähernd entspricht und daß damit international vergleichbare Meßergebnisse erzielt werden können.

Der Zyklon und die Filterkassette dienen gleichzeitig als Transport- und Wägebühler. Die Bestimmung der Staubmassen erfolgt durch Differenzwägung auf einer Analysenwaage. Die Gesamtstaubmasse ergibt sich als Summe aus der Feinstaub- und Grobstaubmasse.

3 Aufbau und Wirkungsweise der Probenahmegeräte für Fein- und Gesamtstaub

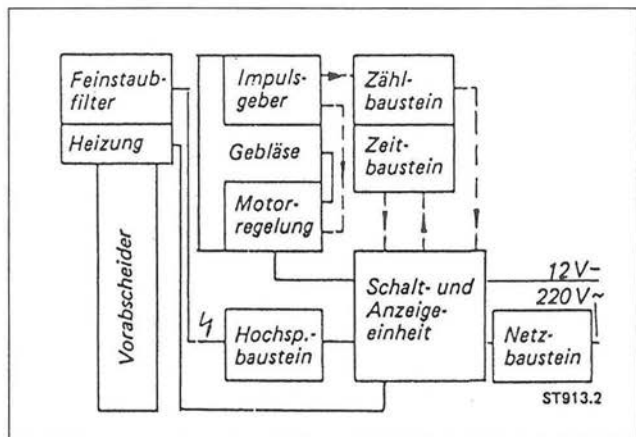


Abbildung 3:
SPG 210, schematische
Darstellung

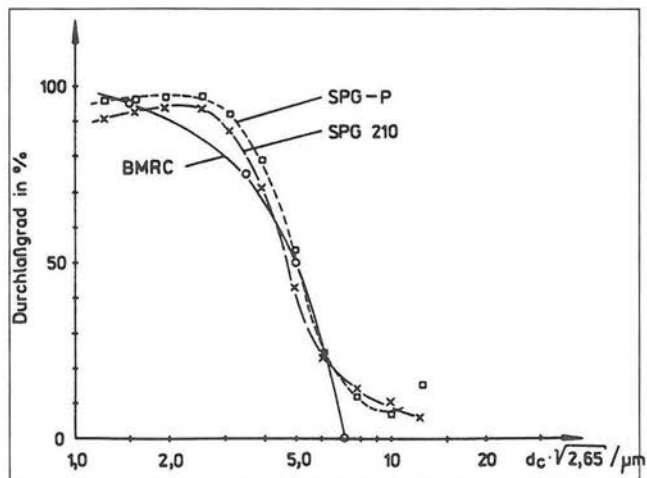


Abbildung 4:
Gravimetrische
Fraktionsdurchlässigkeit
von SPG-Zyklonen

Die Konzentrationen (mg/m^3) werden als Quotienten aus der Staubmasse (mg) und dem während der Meßzeit durchgesaugten Luftvolumen (m^3/h) errechnet.

Weitere Einzelheiten über Konstruktion und Betriebsweise des SPG 210 können [5] und [6] entnommen werden.

Der Vollständigkeit halber muß erwähnt werden, daß für den Einsatz im Bergbau unter Tage in kleiner Serie eine schlagwettergeschützte Variante, das SPG 9 D, hergestellt wurde. Es wurde durch einen Druckluftejektor angetrieben. Die Feinstaubabscheidung erfolgte ohne Hochspannungsteil durch ein Flächenfilter aus Feinfaservlies. Als Vorabscheider für den Grobstaub diente der gleiche Zyklon wie beim SPG 210.

3.3 Gravikon VC 25

Mit dem VC 25 können wahlweise Feinstaub- oder Gesamtstaubmessungen durchgeführt werden. Dazu ist der jeweilige Probenahmekopf zu verwenden. Der Ansaugvolumenstrom, der während der Messung durch eine entsprechende Unterdruckregelung konstant gehalten wird, beträgt $22,5 \text{ m}^3/\text{h}$. Bei Erreichen eines Unterdruckes von etwa 7500 Pa schaltet das Gerät automatisch ab. Die Probenahmezeit kann am Betriebsstundenzähler abgelesen werden.

Beim Feinstaubmeßkopf (VC 25 F) beruht die Staubabscheidung auf dem Impaktorprinzip (Abbildung 5).

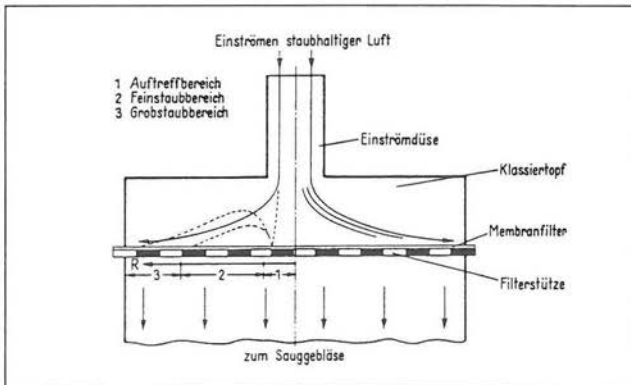


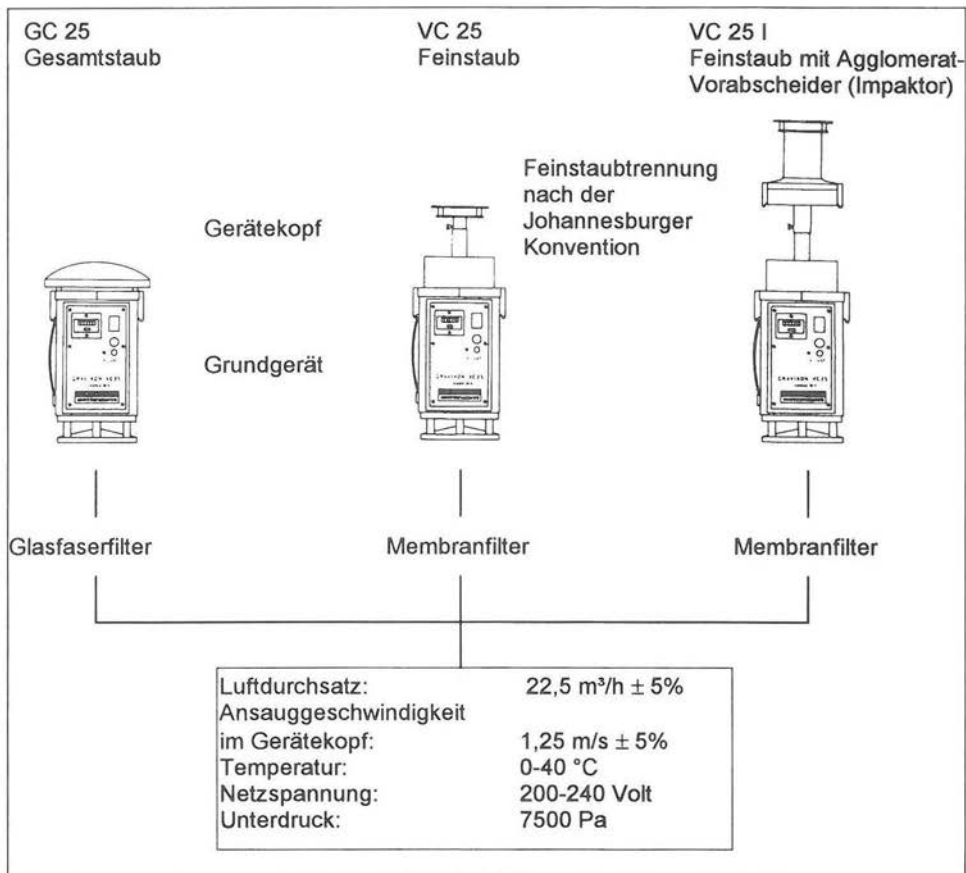
Abbildung 5:
Prinzip der Feinstaubtrennung
im VC 25 F

3 Aufbau und Wirkungsweise der Probenahmegeräte für Fein- und Gesamtstaub

In Abbildung 6 ist das Prinzip der Feinstaubabscheidung schematisch dargestellt [7, 8]. Bei Staubarten bzw. Staub-

situationen, bei denen das Vorliegen von Agglomeraten nicht ausgeschlossen werden kann, ist zum Feinstaubmeßkopf

Abbildung 6:
Schema der Probenahme mit dem VC 25 F und G



ein zusätzlicher Impaktor zu verwenden, um eine mögliche Überbewertung des Feinstaubanteils im VC 25 F zu vermeiden.

Die Bestimmung der Feinstaubmasse auf der Feinstaubringfläche des Membranfilters erfolgt entweder gravimetrisch durch Differenzwägung oder durch β -Strahlenabsorption. Einzelheiten dazu sind in [9] ausgeführt.

Zur Gesamtstaubmessung ist der Gesamtstaubsammelkopf (VC 25 G) zu

verwenden. Die Eintrittsöffnung ist ebenfalls als horizontaler Ringspalt so gestaltet, daß bei dem Luftstrom von $22,5 \text{ m}^3/\text{h}$ gemäß Definition die Ansauggeschwindigkeit für das Staubluftgemisch etwa $1,25 \text{ m/s}$ beträgt. Zur Staubabscheidung dient im allgemeinen ein Glasfaserfilter, dessen gesamte Fläche beaufschlagt wird. Die Gesamtstaubmasse wird ebenfalls aus der Differenz vom Gewicht des beaufschlagten Filters zum Leergewicht des Filters ermittelt.

4 Versuche in der Meßkabine

4.1 Strömungstechnische Gestaltung der Meßkabine

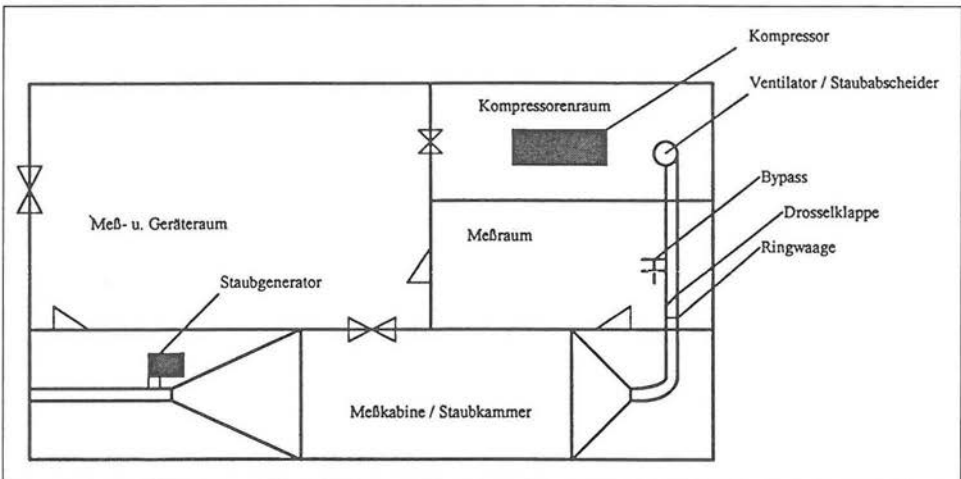
Der Meßstand (Abbildung 7) besteht aus folgenden Teilen:

- Meßkabine (Abmessungen: $L \cdot B \cdot H = 5250 \cdot 2950 \cdot 3000$ mm)
- Meßrohrleitung mit Ringwaage, Drosselklappe und Bypass
- Ventilator mit vorgeschaltetem Staubabscheider
- Staubgenerator

Der Volumenstrom, der die Meßkabine durchströmt, wird mit Hilfe einer in der Meßrohrleitung eingebauten Ringwaage nach dem Differenzdruckprinzip überwacht und kann durch eine Drosselklappe und/oder einen Bypass reguliert werden. Damit ist eine stufenlose Veränderung des Volumenstromes von 0 bis 1770 m³/h möglich. Das entspricht mittleren Strömungsgeschwindigkeiten von 0 bis 0,055 m/s in der Meßkabine.

Um eine annähernd gleichmäßige Durchströmung der Meßkabine zu erreichen, verlaufen die Übergänge vom Einström-

Abbildung 7:
Prüfstandsgebäude (Grundriß)



kanal zur Meßkabine bzw. von der Meßkabine zur Meßrohrleitung möglichst wenig sprunghaft, indem sie als Diffusor bzw. Konfusor ausgebildet sind. Durch nachträgliche Einbauten (Einströmlende) im Diffusoreinlauf konnten Turbulenzen vermindert und eine nahezu laminare Strömung erzielt werden.

4.2 Aufbau und Funktionsweise des Staubgenerators

Zum Einbringen der Prüfstäube in den Einströmkanal diente ein Staubgenerator (Abbildungen 8 bis 10, siehe Seite 22 f.) mit folgender Funktionsweise:

Über einen Trichter (1) läuft das Prüfstaub-Trägersandgemisch in die Rinne des Drehtellers (2). Dieser Drehteller wird mittels Elektromotor (3) angetrieben. Die Geschwindigkeit kann durch Riemenscheiben (4) in den Stufen 0,2, 0,4, 0,8 und 1,6 U/min variiert werden. Neben der Wahl der Umdrehungsgeschwindigkeit beeinflusst die Höhe des Trichterauslaufes über der Rinne die Menge des zu fördernden Prüfstaub-Trägersandgemisches. Bei den Versuchen wurde diese Höhe konstant gehalten.

Mit Hilfe eines mit einem Gebläse verbundenen Injektors (6) wird das Staubgemisch aus der Rinne gesaugt und in

den Einströmkanal zur Meßkabine geblasen (8). Die Austrittsöffnung befindet sich in der Mitte der Querschnittsfläche des Einströmkanals.

Zur einfacheren Materialzuführung wurde in den Trichter (1) ein Zusatztrichter (7) eingehängt. Um eine gleichmäßige Förderung des Prüfstaubes zu gewährleisten, wird dieser mit einem Trägersand gemischt. Aus früheren Untersuchungen [10] war bekannt, daß das Mischungsverhältnis Prüfstaub/Trägersand von 1 : 5 nicht unterschritten werden sollte. In den für den Meßgerätevergleich durchgeführten Versuchen wurden Mischungsverhältnisse zwischen 1 : 8 und 1 : 30 gewählt. Als Trägersand diente Quarzsand.

4.3 Vorversuche

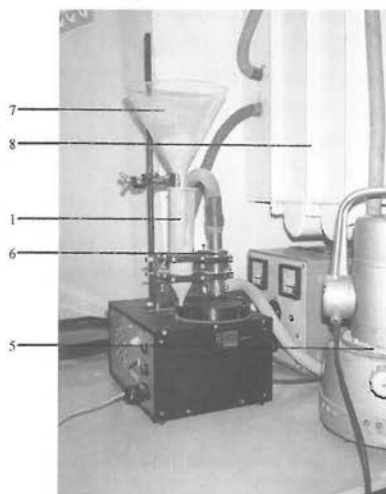
In zahlreichen Vorversuchen wurden folgende Versuchsparameter ermittelt und optimiert:

Luftvolumenstrom (Luftwechsel) in der Meßkabine

Standort und Höhe der Meßgeräte im Hinblick auf die Gleichmäßigkeit der Staubverteilung in der Kabine und der Beeinflussung der Geräte untereinander

4 Versuche in der Meßkabine

- 1 Trichter
- 2 Drehteller mit Rinne
- 3 Elektromotor
- 4 Riemenscheiben
- 5 Gebläse
- 6 Injektor
- 7 Zusatztrichter
- 8 Einströmkanal



Abbildungen 8 und 9:
Staubgenerator

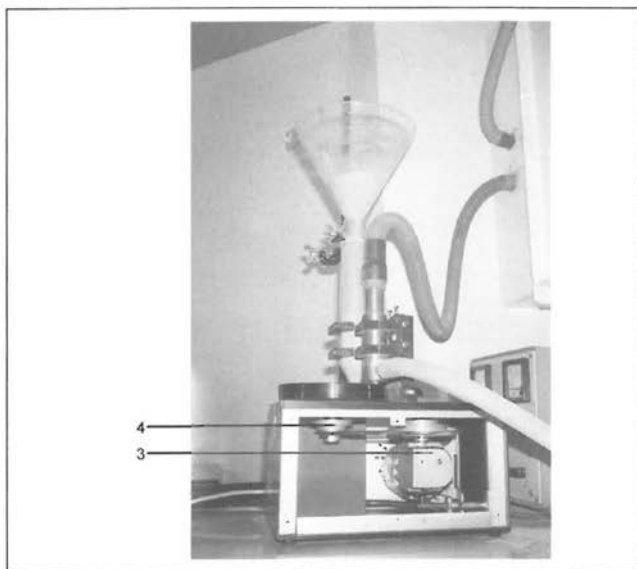


Abbildung 10:
Staubgenerator

Konzentrationsmaximum für den Prüfstaub

Anzahl der Staubgeneratoren

Der Volumenstrom wurde in den Vorversuchen zwischen 550 und 1670 m³/h variiert. Während der Untersuchungen wurde die Meßkabine mit einem Luftvolumen von 1150 m³/h ± 5 % durchströmt, was einer durchschnittlichen Strömungsgeschwindigkeit von etwa 0,039 m/s entsprach.

Bei der Meßgeräteaufstellung war neben der möglichst gleichmäßigen Staubbe-

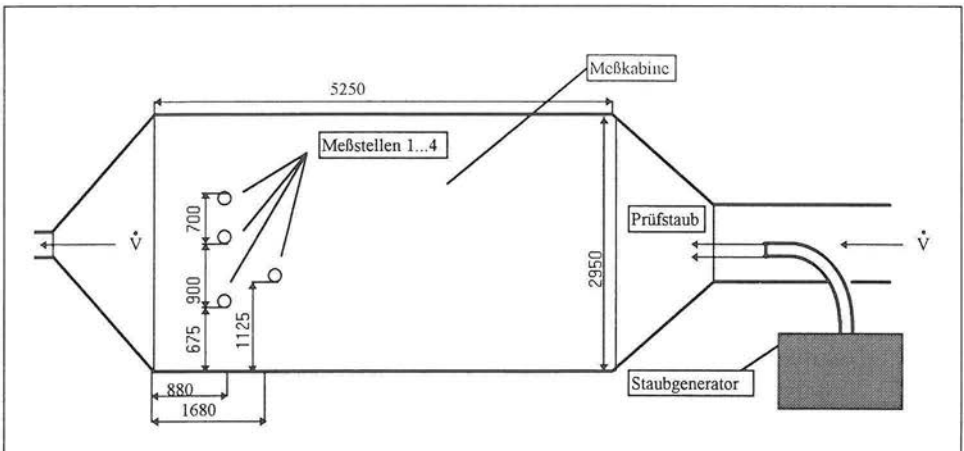
aufschlagung auch die eventuelle Beeinflussung der Geräte untereinander zu beachten. Dazu wurden die Strömungsgeschwindigkeiten vor den Einsaug- und Ausblasöffnungen der Geräte gemessen. Die gewählte Versuchsanordnung mit dem Abstand der Geräte zueinander ist in den Abbildungen 11 und 12 (siehe Seite 24) dargestellt. Als Meßhöhe wurde 1,15 m über dem Fußboden festgelegt. Um während der Meßserie möglichst gleichmäßige Staubkonzentrationen zu gewährleisten, wurde in den Vorversuchen die Zeit bis zum Erreichen eines gleichbleibenden Konzentrationsniveaus ermittelt (siehe Anlage 1).

4 Versuche in der Meßkabine

Abbildung 11:
Aufstellung der Meßgeräte
in der Meßkabine
(Blick in Strömungsrichtung)



Abbildung 12:
Skizze des Meßstandes (Draufsicht)



Die Einstellung erfolgte mit einem Tyndallometer als direktanzeigendes Meßgerät. Nach etwa 10 bis 15 min war dieser Zustand erreicht. Es wurde deshalb eine sogenannte Vorlaufzeit von 10 min festgelegt, ehe die Meßgeräte eingeschaltet wurden.

Ähnlich verhielt es sich mit dem Abklingen der Staubkonzentration nach den Versuchen. Nach 10 min war die Meßkabinenluft praktisch staubfrei. Aus den Vorversuchen ergab sich schließlich, daß von den zwei zur Verfügung stehenden Staubgeneratoren nur einer erforderlich war, um die gewünschten Konzentrationsbereiche einzustellen.

4.4 Durchführung der Versuche für den Meßgerätevergleich

Die Ermittlung der Feinstaub- und Gesamtstaubkonzentrationen erfolgte parallel mit einem SPG 210 (Fein- und Gesamtstaub) und den beiden Geräten

VC 25 F (Feinstaub) und VC 25 G (Gesamtstaub). Zur Kontrolle des Konzentrationsverlaufs in der Staubkammer lief als viertes Gerät bei jedem Versuch das Tyndallometer mit. Die gewählten Aufstellungsorte sind Abbildung 12 zu entnehmen.

Um eventuell doch bestehende Unterschiede an den einzelnen Meßpunkten auszugleichen, wurden jeweils acht Versuche je Meßreihe durchgeführt. Dabei wurde der Standort jedes Gerätes im Uhrzeigersinn gewechselt. Nach 10 min Einlaufzeit zum Aufbau einer gleichbleibenden Konzentration wurden die Geräte eingeschaltet.

Die Untersuchungen sind insgesamt mit fünf Staubarten — Quarzmehl, Tonmehl, Schiefermehl, Flugasche und dem Industriestaub Augitporphyr — durchgeführt worden. Für jede Staubart wurden acht Messungen in jeweils den folgenden drei Konzentrationsbereichen vorgenommen:

Konzentrationsbereiche	Feinstaubkonzentration	Gesamtstaubkonzentration
geringe Konzentration	0,7 - 1,1 mg/m ³	2,0 - 2,5 mg/m ³
mittlere Konzentration	2,1 - 4,9 mg/m ³	5,9 - 8,5 mg/m ³
hohe Konzentration	5,1 - 11,5 mg/m ³	12,8 - 20,9 mg/m ³

4 Versuche in der Meßkabine

Bei den Versuchen mit mittleren und hohen Konzentrationen betrug die Meßzeit 30 min. Um die Genauigkeit

bei niedrigen Konzentrationen zu erhöhen, wurde hier die Probenahmezeit auf 60 min festgesetzt.

5 Vergleichsmessungen unter Praxisbedingungen

Insgesamt wurden 41 vergleichende Feinstaub- und Gesamtstaubkonzentra-

tionsmessungen in acht Betrieben mit folgenden Staubarten durchgeführt:

Betriebsart	Staubart
Zementherstellung	Zement Zementklinker Gips
Herstellung von Zuschlagstoffen Schotter und Splitt	Augitporphyr Carbon-Quarzit
Ziegelherstellung	Ton und Zuschlagstoffe
Steinzeugproduktion	Ton
Gießerei	Formsand
Kiesaufbereitung	Quarzsand/-mehl

Die Meßorte in den Unternehmen sind in Anlage 2 aufgeführt.

Bei der Festlegung der Meßorte wurde Wert auf eine gleichmäßige Staubverteilung in der Luft der Arbeitsbereiche gelegt.

Beispiele von Probenahmen zeigen die Abbildungen 13 und 14 (siehe Seite 28).

Bei der Aufstellung der Geräte wurde ein Mindestabstand von 0,70 m gewählt, um eine gegenseitige Beeinflussung zu vermeiden (vergleiche auch Abschnitt 4.3). Die Meßzeiten wurden

für Kurzzeitmessungen mit 0,5 h (entsprechend TGL 32621/01 [11]), für die Schichtbeurteilung mit 2,0 h (entsprechend TRGS 402 [12]) sowie mit 5,0 h (entsprechend TGL 32621/01 [11]) festgelegt.

Wenn sich bei höheren Staubkonzentrationen die VC 25 F infolge der Staubbeaufschlagung vorzeitig abschalteten, wurden weitere Membranfilter nachgelegt und die Probenahme fortgesetzt. Als Meßergebnisse zum Vergleich mit dem SPG 210 wurden dann die zeitlich gewichteten arithmetischen Mittelwerte der einzelnen Meßwerte gebildet.

5 Vergleichsmessungen unter Praxisbedingungen

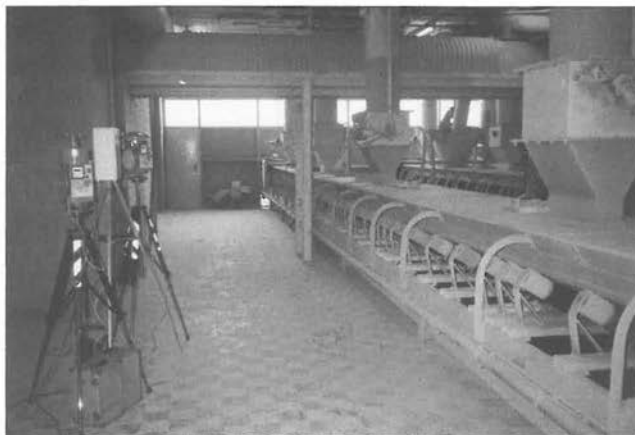


Abbildung 13:
Beispiel einer Probenahme

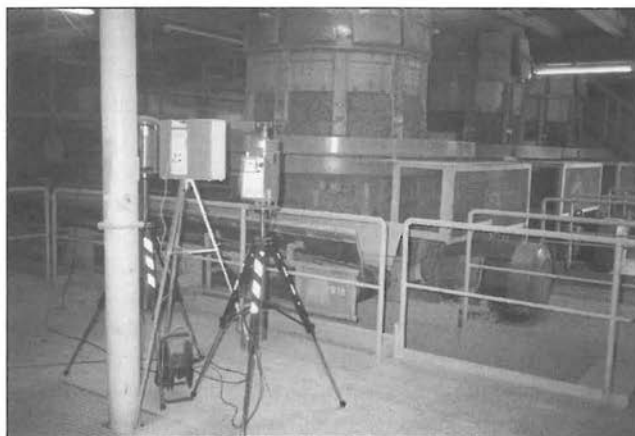


Abbildung 14:
Beispiel einer Probenahme

6 Ergebnisse der Vergleichsmessungen

6.1 Vergleich der Feinstaub- und Gesamtstaubkonzentrationen

Wie bereits im Abschnitt 4.4 beschrieben, wurden in der Staubkammer für jede Staubart acht Versuche bei drei unterschiedlichen Konzentrationsbereichen durchgeführt, d.h., für jede Staubart mußten 24 Versuche gefahren werden. Die ermittelten Feinstaub- und Gesamtstaubkonzentrationen sind in Anlage 3 tabellarisch zusammengestellt. Die Ergebnisse der Industriemessungen enthält Anlage 2.

Da es sich um zufällig eingestellte oder unbekannte Konzentrationsbereiche handelte, wurde im ersten Schritt zur Auswertung der Meßergebnisse geprüft, ob ein linearer Zusammenhang zwischen den ermittelten Konzentrationen der zu vergleichenden Staubmeßgeräte besteht.

Die zu ermittelnden Umrechnungsfaktoren F werden mit folgendem Verhältnis definiert:

$$F = \frac{C(\text{VC 25})}{C(\text{SPG 210})}$$

Die Auswertung der Staubkammerversuche und der Industriemessungen ergab, daß die Feinstaub- sowie die Gesamtstaubkonzentrationen des VC 25 und des SPG 210 einem linearen Zusammenhang folgen. Die berechneten

Korrelationskoeffizienten sind für alle Staubarten $> 0,9$. Die Darstellung der Regressionsgeraden erfolgt in den Anlagen 4 und 5. Die Korrelationskoeffizienten für die Feinstaubkonzentrationen der zu vergleichenden Geräte betragen 0,9410 bis 0,9974 und für die Gesamtstaubkonzentrationen 0,9195 bis 0,9984. Daraus kann abgeleitet werden, daß die Geräte VC 25 und das SPG 210 bezüglich der Konzentrationsmessung vergleichbar sind. Die Bestimmung von Umrechnungsfaktoren für die Feinstaub- und Gesamtstaubkonzentration ist daher möglich.

Für die Staubkammerversuche wurden für jeden Konzentrationsbereich mit jeweils acht Versuchen Ausreißertests der Umrechnungsfaktoren nach NALIMOV durchgeführt und im Anschluß daran die arithmetischen Mittelwerte sowie die Standardabweichungen der Umrechnungsfaktoren errechnet (siehe Anlage 6). Die Mittelwerte der Umrechnungsfaktoren aus den Staubkammerversuchen und den Industriemessungen sind in den nachfolgenden Tabellen 1 und 2 (siehe Seite 30) zusammengefaßt.

Die mittleren Umrechnungsfaktoren aus dem Vergleich der Ergebnisse der Staubkammerversuche (außer Augitporphyr) betragen für die Feinstaubkonzentrationen 1,1 und für die Gesamtstaubkonzentrationen 0,93.

6 Ergebnisse der Vergleichsmessungen

Tabelle 1:
Mittelwerte der Umrechnungsfaktoren für die Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen — Staubkammerversuche

Staubart	Mittelwerte der Umrechnungsfaktoren aus jeweils 24 Versuchen	
	Feinstaubkonzentration	Gesamtstaubkonzentration
Quarzmehl	1,14	0,86
Tonmehl	0,91	0,93
Flugasche	1,11	0,89
Schiefermehl	1,10	1,05
Augitporphyr	1,32	1,02

Tabelle 2:
Mittelwerte der Umrechnungsfaktoren für die Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen — Industriemessungen

Staubart/Messdatum		Feinstaubkonzentration		Gesamtstaubkonzentration	
		Anzahl der Messungen	Mittelwerte der Umrechnungsfaktoren	Anzahl der Messungen	Mittelwerte der Umrechnungsfaktoren
Zement	(28./29.10.1992)	12	1,39	14	0,86
Augitporphyr	(03.-05.02.1993)	6	1,38	6	0,79
Quarzit	(23.02.1993)	5	1,19	5	0,90
Ton	(25.02.1993)	2	1,39	3	0,92
Klinker, Gips	(24.02.1993)	4	1,75	4	0,88
Ton	(08.07.1993)	2	1,37	1	0,95
Quarzsand	(07.07.1993)	2	1,02	2	0,77
Formsand	(06.07.1993)	1	0,91	1	0,85
Formsand	(06.07.1993)	/	/	1	0,68

Die Ergebnisse der Industriemessungen wurden als Grundgesamtheit betrachtet und analog denen zu Staubkammerversuchen ausgewertet. Aus 34 Feinstaubkonzentrationen wurde ein mittlerer Umrechnungsfaktor (Industrie) von 1,36 berechnet. Aus 37 Gesamtstaubkonzentrationsmessungen (Industrie) ergab sich ein mittlerer Faktor von 0,85.

Um die Unterschiede zu den Staubkammerversuchen aufzuklären, wurde zusätzlich die Konzentrationsabhängigkeit untersucht. Dazu wurden die Umrechnungsfaktoren über der jeweiligen VC-25-Konzentration aufgetragen und die zugehörigen Gleichungen der Regressionsgeraden berechnet. Für die Berechnung wurde die Grundgesamtheit aller Umrechnungsfaktoren neu berücksichtigt und anschließend dem Ausreißertest unterzogen. Es wurden staubart-unabhängige Darstellungen gewählt (vergleiche Anlagen 7 und 8).

Wie aus den Darstellungen zu erkennen ist, liegen die berechneten Faktoren für die Steigung der Ausgleichsgeraden alle im Bereich von Null, was die Schlußfolgerung erlaubt, daß sowohl die Umrechnungsfaktoren der Feinstaub- wie auch der Gesamtstaubkonzentrationen der Staubkammerversuche konzentrations-unabhängig sind.

Gleiches kann auch aus den Messungen in der Industrie bestätigt werden. Damit

ist die Umrechnung der entsprechenden Konzentration von SPG-210- auf VC-25-Werte mit Hilfe eines Faktors möglich (lineare Funktion). Es muß also keine Umrechnungsfunktion berücksichtigt werden.

Für die Meßwerte aus der Industrie ist eine Abhängigkeit der ermittelten Umrechnungsfaktoren von der Staubart festzustellen (die geringe Abweichung des Staubkammer-Umrechnungsfaktors der Feinstaubkonzentration für Tonmehl wurde durch die Industriemessungen nicht bestätigt).

Eine geringe Abweichung ergibt sich bei dem Vergleich der Umrechnungsfaktoren für die Gesamtstaubkonzentrationen aus den Staubkammer- und Industriemessungen.

Unter Berücksichtigung der bei Stäuben üblichen großen Meßwertstreuung wird als Konvention der Umrechnungsfaktor für SPG-210-Gesamtstaubkonzentrationen zu VC-25-Meßwerten mit 1 vorgeschlagen.

Unterschiede ergeben sich bei der Gegenüberstellung der Umrechnungsfaktoren für die Feinstaubkonzentration hinsichtlich der Staubkammerversuche und der Industriemessungen. Hier liegen die mittleren Faktoren der Staubkammerversuche (außer Augitporphyr) bei 1,1 und die der Industriemessungen bei 1,36.

6 Ergebnisse der Vergleichsmessungen

Dieser Befund resultiert daraus, daß erfahrungsgemäß die Stäube in Staubkammerversuchen eine geringe Agglomerationsrate aufweisen. In der Industrie dagegen findet man vorwiegend Stäube, bei denen die Agglomeration von Staubpartikeln stärker ausgeprägt ist. Es ist zu vermuten, daß die genannten Abweichungen vor allem darauf zurückzuführen sind, bedingt durch die unterschiedlichen Abscheidesysteme der Probenahmegeräte.

Die bessere Reproduzierbarkeit der Versuchsbedingungen bei den Staubkammerversuchen spiegelt sich in den Standardabweichungen der Umrechnungsfaktoren gegenüber denen der Industriemessungen wider:

Für die Umrechnungsfaktoren der Feinstaubkonzentrationen wurde eine mittlere Standardabweichung in der Staubkammer von 0,16 und bei den Industriemessungen von 0,29 bestimmt. Die Standardabweichungen der Umrechnungsfaktoren Gesamtstaubkonzentration liegen bei 0,08 für die Staubkammerversuche und bei 0,11 für die Industriemessungen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß mit dem VC 25 F im Vergleich zum SPG 210 höhere Feinstaubkonzentrationen ermittelt wurden. Sie liegen im Verhältnis von durchschnittlich 1,3 : 1 zueinander.

Für die Umrechnung der SPG-210-Feinstaubkonzentrationen wird ein Faktor von 1,3 vorgeschlagen.

6.2 Vergleich der Gehalte an kristallinem SiO₂

Ursprünglich waren im Rahmen der Projektbearbeitung vergleichende Feinstaubanalysen nach den früher in der DDR angewandten Analysenverfahren und den im BIA eingesetzten Methoden vorgesehen. Wegen nicht mehr vorhandener gerätetechnischer Ausrüstungen und personeller Veränderungen war jedoch eine Reproduktion der DDR-spezifischen Analytik nicht mehr möglich.

Stichprobenartig wurden Analysen zum Quarzgehalt im Baustofftechnischen Labor Dessau GmbH (früher Baustofflabor des Instituts für Zement), das in der DDR für die Analyse von Feinstaubproben auf SiO₂-Anteile autorisiert war, durchgeführt. Die zu dieser Zeit verwendete Analysen-Gerätetechnik war jedoch nicht mehr vorhanden. Ein Vergleich der Analyseergebnisse mit Ergebnissen nach der Röntgenmethode des BIA ergab teilweise Differenzen, deren Ursachen ohne großen Aufwand nicht geklärt werden konnten.

Ein Abstimmungsgespräch zwischen den Projektbearbeitern, dem BIA und

dem Baustofflabor des Instituts für Zement, Dessau, führte nach eingehender Diskussion zu dem Ergebnis, daß die in der DDR genutzten Katalogwerte [22] (siehe auch Anlage 9) mit den Erfahrungswerten der Bundesrepublik Deutschland vergleichbar sind.

Es wird daher empfohlen, die ermittelten Gehalte an kristallinem SiO_2 in Feinstaubproben aus der DDR mit denen der Bundesrepublik Deutschland ins Verhältnis 1 : 1 zu setzen, wodurch eine **Umrechnung entfällt**.

7 Vergleich der Methoden zur Aufbereitung und Analyse der Feinstaubproben zur Bestimmung des Gehaltes an kristallinem SiO_2

7.1 Probenaufbereitung und Methode der mineralogischen Analyse in der DDR

Die Ermittlung der Staubexposition an Arbeitsplätzen war in der DDR im Vergleich zur Bundesrepublik Deutschland in ähnlicher Weise organisiert und geregelt:

- Dezentrale Probenahme durch Arbeitshygienische Beratungsstellen, Arbeitshygieneinspektionen oder betriebliche Eigenmessung
- Zentrale Analyse der Feinstaubproben auf SiO_2 -Gehalt durch das ZAM der DDR oder ein von ihm autorisiertes Analysenlabor (Ringversuche untereinander, jährliche Abstimmung [13])

Für die Gewinnung des Feinstaubes aus den SPG-210-Proben wurden die Filterringe nach einer vorgegebenen „Waschvorschrift“ (siehe Anlage 10) behandelt. Von den zwei möglichen Verfahren wurde bei den durchgeführten Versuchen die Zentrifugiermethode angewendet. Die beiden mit Staub beaufschlagten Filterringe einer Feinstaubkassette wurden in einem Erlenmeyerkolben mit 200 ml Waschflüssigkeit versetzt und auf einer Schüttelmaschine bei mittlerer Frequenz 15 min gereinigt. Anschließend wurde die mit Staub angereicherte Flüssigkeit (dazu

gehörte der lose, an der Kassettenwand anhaftende Staub) durch ein Feinsieb mit maximal $63 \mu\text{m}$ Maschenweite gegeben, um abgelöste Polypropylenfasern abzufiltern. Danach wird die Suspension aus Staub und Waschflüssigkeit in ein Glas überführt und zentrifugiert. Die Flüssigkeitssäule über dem am Glasboden befindlichen Feinstaub wurde dann abgehoben und entfernt. Der Rückstand wurde mit wenig destilliertem Wasser in eine kleine Glasschale gespült. Dieses Staubpräparat wurde langsam getrocknet und schließlich mit einem Spachtel in ein Transportgefäß überführt.

Als Methoden zur qualitativen und quantitativen Bestimmung des SiO_2 -Anteils in Schwebestäuben waren gemäß TGL 32621 [11] die Röntgendiffraktometrie und die Infrarotspektroskopie vorgeschrieben.

Die überwiegend angewandte **Röntgendiffraktometrie** beruht auf der Beugung von Röntgenstrahlen bestimmter Wellenlängen an Kristallgittern. Aus der Lage der Beugungslinien können die Gitterebenenabstandswerte, die für jede kristalline Substanz charakteristisch sind, bestimmt werden. Die Intensitäten aus gewählter Beugungslinie der SiO_2 -Modifikationen werden mit denen monomineralischer Standardproben (äußerer Standard, unter Berücksichtigung der

Massenschwächungskoeffizienten oder innerer Standard) verglichen und quantitativ analysiert.

In der DDR standen für die Röntgendiffraktometrie hauptsächlich Horizontalzählrohrgoniometer zur Verfügung. Als Präparateträger bei der Staubanalyse dienten spezielle, runde PVC-Platten mit mittig angeordneten kreisförmigen Vertiefungen unterschiedlicher Größe zur Aufnahme der zu untersuchenden Staubproben [14, 15]. Zur Bestimmung der Massenschwächungskoeffizienten wurden gesonderte Präparateträger mit durchstrahlbaren Flächen differierenden Ausmaßes genutzt. Die erforderlichen Staubmassen lagen im mg-Bereich.

7.2 Probenaufbereitung und Methode der Quarzgehaltsbestimmung in der Bundesrepublik Deutschland

Teile eines mit Feinstaub beaufschlagten Membranfilters werden in einem Porzellantiegel mit Butandiol überschichtet und in einem Ofen aufgeheizt und verascht. Der Rückstand wird mit Salzsäure aufgenommen, im Ultraschallbad dispergiert und über einem Silberfilter so abfiltriert, daß eine möglichst dünne, homogene Schicht erzeugt wird.

Damit soll der Einfluß des Massenschwächungskoeffizienten möglichst gering gehalten werden. Die quantitative Auswertung des Röntgendiffraktogramms erfolgt anhand von Kalibrierkurven. Als Standardsubstanz dient die abgesehlammte Feinfraktion eines Quarzmehls. Dabei wird die Intensität der Interferenz (0,182 nm) gegen die Quarzbelegungsichte aufgetragen [9, 16, 17].

8 Vergleich der Verfahren zur Bewertung der Staubexposition

8.1 Bewertung der Staubexposition in der DDR

8.1.1 Grenzwerte für nicht-toxische Stäube

Als erste Bewertungsgrundlage (vergleiche dazu Anlage 11) bestanden ab 1960 die zur Anwendung empfohlenen Arbeitshygienischen Normativen für die Betriebe der DDR. Hierin waren *konimetrische Grenzwerte* in Teilchen je cm^3 für mineralische Stäube mit und ohne kristallinem SiO_2 und für metallische, pflanzliche, tierische und Kunststoffstäube aufgeführt. Sie wurden ab 1. Juli 1966 durch die Anweisung des Ministeriums für Gesundheitswesen der DDR über die Einführung und Anwendung von arbeitshygienischen Normen gesetzlich verbindlich.

Ab 1. Oktober 1968 wurden sie in die TGL 22 311 und ab 1. Juni 1978 in die TGL 22 311/01 [18] überführt. Die TGL 22 311/02 [19] enthielt Festlegungen zur Schwebestaub-Probenahme für die mineralogische Analyse. Dieser Standard galt für **Arbeitsplätze in bestehenden Betrieben**, die vor dem 1. Januar 1978 schon bestanden bzw. deren Projektierung bereits abgeschlossen war.

Seit dem 1. Januar 1978 wurden in der DDR mit der TGL 32 601/01 [20] dar-

über hinaus *gravimetrische Grenzwerte* für Stäube mit der fibrogenen Komponente kristallines Siliziumdioxid (SiO_2) aufgestellt. Sie waren **verbindlich für die Projektierung neuer und die Rekonstruktion alter Betriebe**.

Das **konimetrische Meß- und Bewertungsverfahren** wurde daher nie außer Kraft gesetzt. Es blieb weiter gültig, wenn das gravimetrische Verfahren nicht anwendbar war.

Im letztgenannten, mit der UdSSR vereinheitlichten Standard, der jedoch in der DDR keine praktische Bedeutung erlangte und nur wichtig für Exportleistungen war, galten in Abhängigkeit vom Gehalt an kristallinem SiO_2 im Gesamtstaub zur Bewertung kurzzeitiger hoher Staubkonzentrationen **Kurzzeitgrenzwerte** (MAK_K) als Mittelwerte über ein 30-Minuten-Intervall während der höchsten Konzentration innerhalb einer Arbeitsschicht. Die Differenzierung erfolgte in vier Stufen. So z.B. waren bei einem SiO_2 -Gehalt $< 2\%$ maximal 10 mg/m^3 und bei einem Gehalt $> 70\%$ kristallines SiO_2 maximal 1 mg/m^3 im Gesamtstaub zulässig (siehe auch Anlage 11, lfd. Nr. 5.1).

Als **Dauergrenzwerte** (MAK_D) für eine Arbeitsschicht waren Feinstaubkonzentrationen für fibrogene Substanzen (100 % kristallines SiO_2) von höchstens

0,1 mg/m³ und für sogenannte inerte Substanzen (SiO₂-Gehalt unter der Nachweisgrenze) von höchstens 5,0 mg/m³ zugelassen. Für Substanzgemische galt:

$$c_2 \cdot \left(\frac{q_2}{0,1} + \frac{1 - q_2}{5} < 1 \right)$$

Dabei bedeuten:

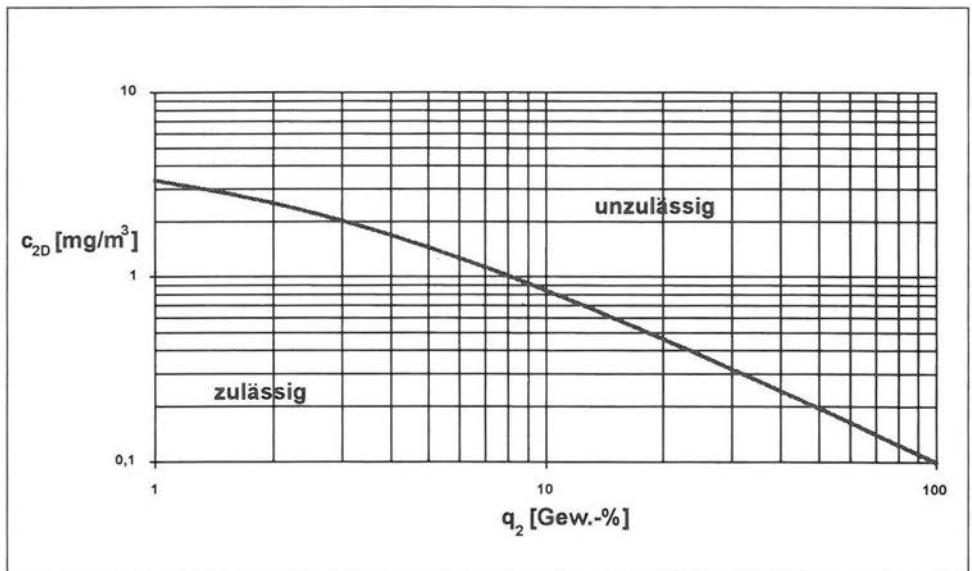
c₂ = mittlere Feinstaubkonzentration über eine ganze Arbeitsschicht

q₂ = relativer Massenanteil 0...1 des Gehaltes an kristallinem SiO₂ im Feinstaub

Bei bekanntem SiO₂-Gehalt q₂ und der ermittelten Schicht-Feinstaubkonzentration c₂ konnte die maximal zulässige Konzentration auch mit Hilfe der graphischen Darstellung in Abbildung 15 ermittelt werden.

Ab Januar 1984 wurde der arbeitshygienische Standard TGL 32 620/02 [20] mit

Abbildung 15:
Maximal zulässige Konzentration



8 Vergleich der Verfahren zur Bewertung der Staubexposition

maximal zulässigen Konzentrationen für Stäube mit und ohne kristallinem SiO_2 zur Verhinderung staubbedingter Berufskrankheiten verbindlich (vergleiche auch Anlage 11, lfd. Nr. 7.1). Er enthielt als allgemeinen Staubgrenzwert den „Gesamtstaub- MAK_D -Wert“ von $\text{MAK}_{0D} = 10 \text{ mg/m}^3$ für eine ganze Arbeitsschicht im Hinblick auf die irritative Wirkung aller nichttoxischen Stäube auf den gesamten Atemtrakt und war unabhängig vom Gehalt an fibrogenen Komponenten einzuhalten.

Für Stäube aus exotischen Hölzern wurde ein Gesamtstaub- MAK_{0D} -Wert von 5 mg/m^3 festgelegt.

Für lungengängige Feinstäube war wieder eine differenzierte Bewertung wie folgt vorgesehen:

Für Stäube aus reinem Quarz ($q_2 = 100\%$ kristallines SiO_2):

$$\text{MAK}_{2D} = 0,1 \text{ mg/m}^3$$

Für Stäube mit einem SiO_2 -Gehalt unterhalb der Nachweisgrenze ($q_2 < 1\%$):

$$\text{MAK}_{2D} = 5,0 \text{ mg/m}^3$$

Für Staubgemische war die Staubbewertungszahl S_Q nach der Summenformel

$$S_Q = \frac{c_{2D} \cdot q_2}{0,1 \cdot 100} + \frac{c_{2D} (100 - q_2)}{5,0 \cdot 100}$$

zu bilden.

Bei $S_Q \leq 1$ war MAK_{2D} eingehalten, bei $S_Q > 1$ war MAK_{2D} überschritten. Wenn der SiO_2 -Gehalt der Feinstaubfraktion bekannt war, konnte die zulässige Konzentration MAK_{2D} auch durch Umstellung zuvor genannter Formel nach der Gleichung:

$$\text{MAK}_{2D} = \frac{500}{49q_2 + 100} [\text{mg/m}^3]$$

errechnet werden.

Die TGL 32 620/02 enthielt schließlich noch die Möglichkeit, Arbeitsplätze beim Vorliegen von unsicheren Angaben zum Quarzgehalt vorläufig in eine von fünf Staubgruppen gemäß Tabelle 3 einzustufen. Zur groben Orientierung konnten die schon erwähnten „Katalogwerte“ nach [22] herangezogen werden (siehe Anlage 9). Diese Einstufung durfte jedoch nur mit Zustimmung der zuständigen Arbeitshygieneinspektion des jeweiligen Verwaltungsbezirkes vorgenommen werden.

Tabelle 3:
Grenzwerte für quarzhaltige Feinstäube, unterteilt nach Staubgruppen

Staubgruppe	Gehalt an kristallinem SiO ₂	MAK _{2D} in mg/m ³
I	50 < q ₂	0,1
II	20 < q ₂ ≤ 50	0,2
III	5 < q ₂ ≤ 20	0,5
IV	1 ≤ q ₂ ≤ 5	1,5
V	q ₂ < 1	5,0

8.1.2 Orientierende und spezielle Analysen für nichttoxische Stäube

Zur arbeitsplatzbezogenen Beurteilung der Staubexposition war entsprechend § 2 der Arbeitsschutzverordnung [23] eine **arbeitshygienische Komplexanalyse** durchzuführen [24]. Sie gliederte sich durch einen bausteinartigen Aufbau in *orientierende und spezielle Analysen* für nichttoxische Stäube. Um einen zeitsparenden Ablauf der Messungen unter Berücksichtigung von möglichen Abbruchkriterien zu sichern, wurden Flußbilder entwickelt (Anlage 12).

Im Rahmen der **orientierenden Analyse** war eine gravimetrische Staubmessung zur Bestimmung der Feinstaub- und Gesamtstaubkonzentration zur Zeit der vermutlich höchsten Staubexposition innerhalb der Schicht (Probenahmezeit 30 min) durchzuführen. Für die Messung war eine bezüglich der Staubsituation

repräsentative Arbeitsschicht auszuwählen.

Zur Charakterisierung der Exposition waren die Staubbewertungszahlen S_Q (= S_{2D}) und S_{0D} zu ermitteln und mit Hilfe der Skalierungstabelle (Tabelle 4, siehe Seite 40) Kennzahlen zu bilden [24]. Ein Beschäftigter galt als staubexponiert, wenn ihm eine Kennzahl 0,5, 0,2 oder 0,0 zugeordnet wurde.

Die Kennzahlbewertung verschärfte sich um eine Stufe (z.B. von 0,8 auf 0,5), wenn gleichzeitig der MAK_{OK} überschritten war. Bei Staubexposition von weniger als 30 Schichten/Jahr erhöhte sich die Kennzahl um eine Stufe, z.B. von 0,2 auf 0,5.

Auf eine ständige Einhaltung bzw. Überschreitung der MAK-Werte konnte geschlossen werden, wenn die Staubbewertungszahlen die Werte S < 1/3

8 Vergleich der Verfahren zur Bewertung der Staubexposition

Tabelle 4:
Charakterisierung der Staubexposition mit Hilfe arbeitshygienischer Kennzahlen

Staubbewertungszahl S_Q	Staubkonzentration	Arbeitshygienische Kennzahl*) K
$S_Q \leq 0,5$	kleiner als 0,5 MAK	1,0
$0,5 < S_Q \leq 1,0$	0,5 MAK bis 1 MAK	0,8
$1,0 < S_Q \leq 2,0$	über 1 MAK bis 2 MAK	0,5
$2,0 < S_Q \leq 4,0$	über 2 MAK bis 4 MAK	0,2
$S_Q > 4$	größer als 4 MAK	0,0

*) Die Kennzahlen haben folgende Bedeutung:

1,0 keine Staubexposition, daher keine Gesundheitsgefahr

0,8 ständige, sichere Einhaltung der MAK-Werte; Staubexposition ohne Gesundheitsrisiko

0,5 Staubexposition ständig gering oder zeitweise mäßig über den MAK-Werten;
es ist mit Gesundheitsschäden zu rechnen

0,2 Staubexposition mit mäßiger oder zeitweilig hoher Überschreitung der MAK-Werte;
Gesundheitsschäden sind mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten

0,0 Staubexposition mit ständig hoher MAK-Wertüberschreitung;
Gesundheitsschäden sind mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten

bzw. $S > 3$ hatten. In allen anderen Fällen war eine **spezielle Analyse** durchzuführen, um eine sichere Aussage auf Einhaltung oder Überschreitung des Grenzwertes zu erhalten. Die spezielle Analyse war auch zur Bestimmung des Jahresmittelwertes gemäß TGL 30 058/01 [25] durchzuführen.

Die Bewertung hinsichtlich Einhaltung/Nichteinhaltung der MAK-Werte erfolgte nach folgenden Kriterien (siehe auch Anlage 12 und [26]):

1. Einhaltung

Die Grenzwerte gelten als eingehalten, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

Die mittlere Schicht-Feinstaubkonzentration \overline{c}_{2D} (arithmetischer Mittelwert) aus vier Schichtmessungen überschreitet nicht den MAK_D -Wert: $\overline{c}_{2D,4\text{Meßtage}} \leq MAK_D$.

Maximal ein Kurzzeit-Gesamtstaubmeßwert von vier Meßtagen überschreitet

tet den MAK_K -Wert, aber nicht den dreifachen MAK_K -Wert.

2. Überschreitung

Die Grenzwerte gelten als überschritten, wenn mindestens eines der nachfolgenden Kriterien erfüllt ist:

Die mittlere Schicht-Feinstaubkonzentration $\overline{c_{2D}}$ aus vier Schichtmessungen überschreitet den MAK_D -Wert:

$$\overline{c_{2D,4\text{Meßtage}}} > MAK_D$$

Ein Kurzzeit-Gesamtstaubmeßwert überschreitet den MAK_K -Wert um das Dreifache: 1 Wert $c_{0K} > 3 \cdot MAK_K$

Zwei Kurzzeit-Gesamtstaubmeßwerte überschreiten den MAK_K -Wert: 2 Werte $c_{0K} > MAK_K$.

3. Aussagen zur Grenzwertüberschreitung bei reduziertem Meßumfang (weniger als vier Schichtmessungen) waren unter folgenden Bedingungen möglich:

Nach zwei Meßtagen, wenn die mittlere Schicht-Feinstaubkonzentration $\overline{c_{2D,2\text{Meßtage}}}$ den MAK_D -Wert um das Doppelte überschreitet.

Nach drei Meßtagen, wenn $\overline{c_{2D,3\text{Meßtage}}} > \text{vier Drittel } MAK_D$.

8.2 Bewertung der Staubexposition in der alten Bundesrepublik Deutschland

8.2.1 Feinstaubgrenzwerte

Die Bewertung von Staubexpositionen erfolgt nach der TRGS 402 [12] in Verbindung mit TRGS 900 [27]. Als **Allgemeiner Staubgrenzwert** gilt eine *Feinstaubkonzentration von 6 mg/m^3* . Mit der Einhaltung dieses Wertes, neben stoffspezifischen Luftgrenzwerten, soll die Funktionsbeeinträchtigung der Atemwege durch eine allgemeine Staubwirkung verhindert werden. Aber auch bei Einhaltung des Allgemeinen Staubgrenzwertes ist mit einer Gesundheitsgefährdung nur dann nicht zu rechnen, wenn nach Überprüfung sichergestellt ist, daß mutagene, krebserzeugende, fibrogene, toxische oder allergisierende Wirkungen des Staubes nicht zu erwarten sind. Daneben galten bis Juni 1994 für fibrogene Stäube in Abhängigkeit von ihrem Gehalt an kristallinem SiO_2 folgende Feinstaub- MAK -Werte (Abbildung 16, siehe Seite 42):

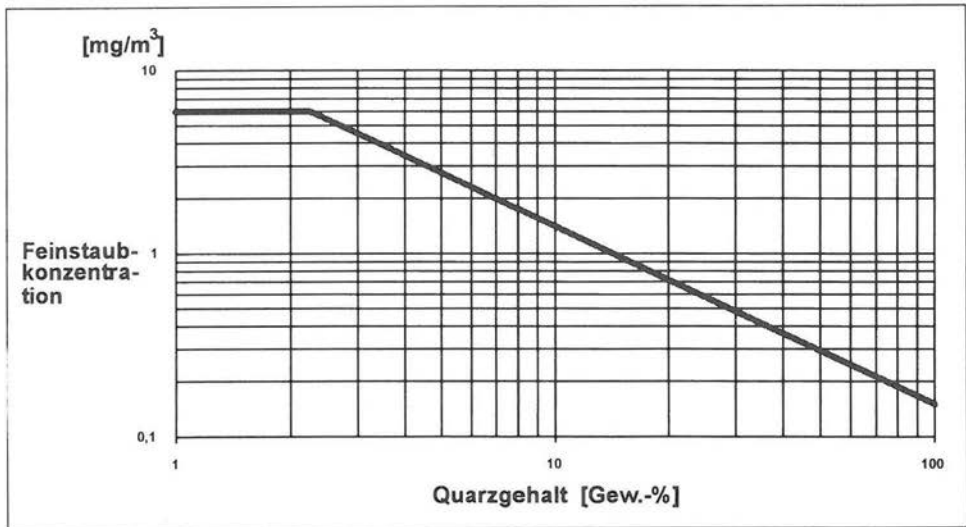
Quarzstäube mit 100 % SiO_2 :
 $MAK = 0,15 \text{ mg/m}^3$

quarzhaltige Stäube $> 2,5$ bis 100 % SiO_2 :

$$MAK = \frac{0,15 \text{ mg/m}^3 \cdot 100 \%}{\% SiO_2}$$

8 Vergleich der Verfahren zur Bewertung der Staubexposition

Abbildung 16:
Feinstaub-MAK-Werte für fibrogene Stäube



Bei bekanntem SiO₂-Gehalt kann die maximal zulässige Konzentration auch mit Hilfe der Grafik in der Abbildung 16 ermittelt werden.

Da die Wirkung der fibrogenen Stäube und der Stäube mit einem Allgemeinen Staubgrenzwert Langzeiteffekte sind, gelten die MAK-Werte als Langzeitwerte für eine Staubexposition von einem Jahr. Für Quarzfeinstaub gilt abweichend ein Zeitraum von zwei Jahren bei Feststellung und Dokumentation der individuellen Staubexposition.

Es ist anzumerken, daß im Vergleich zur DDR für o.g. Stäube keine Gesamtstaub- und Kurzzeit-Grenzwerte bestehen.

8.2.2 Überwachung der Feinstaubgrenzwerte

Die Überwachung der Feinstaubgrenzwerte erfolgt nach TRGS 402 [12] in zwei Stufen:

□ Durchführung einer **Arbeitsbereichsanalyse** zur Feststellung, ob die Grenzwerte eingehalten oder überschritten sind. Zusätzlich ist die Entscheidung möglich, ob die **Auslöschwelle** überschritten wird, wonach gemäß TRGS 100 [28] Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit erforderlich werden. Dazu zählen unter anderem arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen.

Bei Überschreitung der Feinstaub-MAK-Werte sind Maßnahmen zur Senkung der Exposition herbeizuführen.

□ Durchführung von **Kontrollmessungen**, wenn aus der Arbeitsbereichsanalyse keine Aussage über die dauerhaft sichere Einhaltung der Grenzwerte möglich wurde. Der zeitliche Abstand der Kontrollmessungen ergibt sich aus dem jeweiligen Ergebnis der letzten Messung.

Der Ablauf der Überwachung eines Arbeitsbereiches ist in Flußbildern in Anlage 13 dargestellt.

Zur Beurteilung eines Staubmeßergebnisses ist der Stoffindex I als Quotient aus der Quarzfeinstaubkonzentration und dem MAK-Wert zu bilden (vergleiche auch Abschnitt 8.1).

9 Zusammenfassung und Handlungsanleitung zur Bewertung von Staubmeßergebnissen an Arbeitsplätzen der DDR

Unter Zugrundelegung der in Kapitel 6 dargelegten und erläuterten Ergebnisse wird folgende Verfahrensweise zur Bewertung zurückliegender Staubmeßergebnisse von Arbeitsplätzen der DDR als Konvention vorgeschlagen:

Gesamtstaubkonzentration:

Umrechnungsfaktor von 1 für SPG-210-Gesamtstaubkonzentrationen, d.h., die mit dem SPG gewonnenen Gesamtstaubkonzentrationen können den VC-25-Gesamtstaubkonzentrationen gleichgestellt werden:

$$c_0 \text{ (SPG)} = c(\text{VC 25 G})$$

Feinstaubkonzentrationen

Umrechnungsfaktor von 1,3 für SPG-210-Feinstaubkonzentrationen, d.h., die mit dem SPG gewonnenen Feinstaubkonzentrationen müssen mit dem Faktor 1,3 multipliziert werden:

$$1,3 \cdot c_2 \text{ (SPG)} = c(\text{VC 25 F})$$

Staubbewertungszahlen

In der DDR wurde das Maß der Gesundheitsgefährdung durch Staubexposition nicht allein aus der Höhe der Feinstaubkonzentration abgeleitet, sondern es wurde auch im Falle der quarzhalti-

gen Stäube der Anteil an kristallinem SiO_2 in Verbindung zum MAK-Wert berücksichtigt. Daraus ergab sich — wie bereits in Kapitel 6 erläutert — die Bildung von dimensionslosen Staubbewertungszahlen S_Q , die dem Stoffindex I in der Bundesrepublik Deutschland entsprechen. Bei diesem Bewertungsmodus wirkt sich in entscheidendem Maße aus, welcher MAK-Wert zugrunde gelegt wurde. In der DDR galt als MAK-Wert für Quarzfeinstaub eine Konzentration von $0,10 \text{ mg/m}^3$, in der Bundesrepublik Deutschland sind maximal $0,15 \text{ mg/m}^3$ zugelassen. Bei Gleichsetzung der Konzentrationen und der Quarzgehalte ergeben sich Staubbewertungszahlen, die deutlich höher liegen als die entsprechenden Stoffindizes. Die Staubbewertungszahl und der Stoffindex ergeben sich aus folgenden Beziehungen:

$$S_Q = c_{2D} \left[\frac{q_2}{0,1 \cdot 100} + \frac{100 - q_2}{5 \cdot 100} \right]$$

$$I = \frac{c(\text{VC 25 F}) \cdot q_2}{0,15 \cdot 100}$$

Folgende Beispiele sollen diesen Sachverhalt erläutern:

Beispiel 1:

hohe Feinstaubkonzentration/hoher SiO_2 -Gehalt gegeben:

$$c_2(\text{SPG}) = c(\text{VC 25 F}) = 3,2 \text{ mg/m}^3$$

$$\text{SiO}_2\text{-Gehalt} = 41 \%$$

Lösung:

$$S_Q = 13,5 \quad I = 8,8$$

Beispiel 2:

niedrige Feinstaubkonzentration/hoher
SiO₂-Gehalt gegeben:

$$c_2(\text{SPG}) = c(\text{VC 25 F}) = 0,25 \text{ mg/m}^3$$

$$\text{SiO}_2\text{-Gehalt} = 52 \%$$

Lösung:

$$S_Q = 1,3 \quad I = 0,9$$

Beispiel 3:

niedrige Feinstaubkonzentration/niedriger
SiO₂-Gehalt gegeben:

$$c_2(\text{SPG}) = c(\text{VC 25 F}) = 0,12 \text{ mg/m}^3$$

$$\text{SiO}_2\text{-Gehalt} = 4 \%$$

Lösung:

$$S_Q = 0,07 \quad I = 0,03$$

Beispiel 4:

hohe Feinstaubkonzentration/niedriger
SiO₂-Gehalt gegeben:

$$c_2(\text{SPG}) = c(\text{VC 25 F}) = 5,25 \text{ mg/m}^3$$

$$\text{SiO}_2\text{-Gehalt} = 3,8 \%$$

Lösung:

$$S_Q = 3 \quad I = 1,3$$

In Abbildung 17 (siehe Seite 46) erfolgt beispielhaft die grafische Darstellung von S_Q und I bei konstantem SiO₂-Gehalt von 4 % und Feinstaubkonzentrationen von 0 bis 6 mg/m³.

Abbildung 18 (siehe ebenfalls Seite 46) enthält die grafische Darstellung des Umrechnungsfaktors

$$F = \frac{I(\text{VC 25})}{S_Q(\text{SPG 210})}$$

in Abhängigkeit vom jeweiligen Quarzgehalt.

Ermittlung von Feinstaubkonzentration aus arbeitshygienischen Kennzahlen

In vielen Berichterstattungen wurden zur Kennzeichnung des arbeitshygienischen Niveaus bzw. des Grades der Gesundheitsgefährdung durch Staubexposition lediglich arbeitshygienische Kennzahlen verwandt (siehe Abschnitt 8.1.2, Tabelle 4). Sie ermöglichen retrospektiv in bestimmten Grenzen eine Aussage über die Feinstaubkonzentration, wenn der Quarzgehalt im Feinstaub bekannt ist. In diesem Fall kann auch auf die Katalogwerte in Anlage 9 zurückgegriffen werden.

9 Zusammenfassung und Handlungsanleitung zur Bewertung von Staubmeßergebnissen an Arbeitsplätzen der DDR

Abbildung 17:

Gegenüberstellung von Staubbewertungszahl S_Q und Stoffindex I

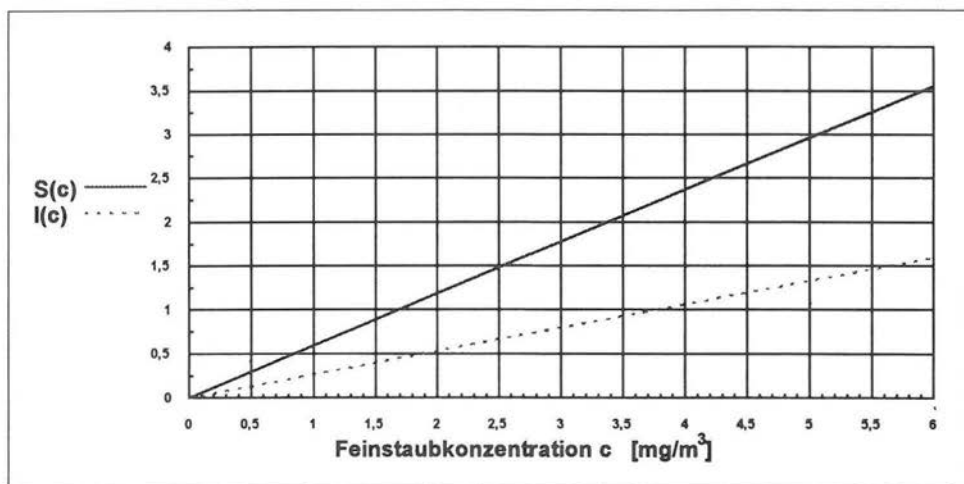
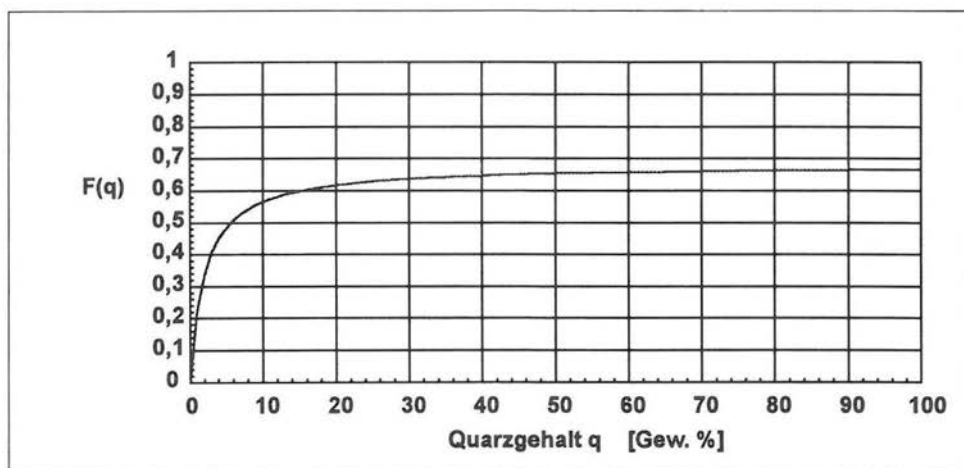


Abbildung 18:

Umrechnungsfaktor für Staubbewertungszahlen



Beispiel:

Eine Kennzahl $K = 0,5$ wurde ermittelt. Sie wurde vergeben bei $1,0 < S_Q \leq 2,0$, also ab einfacher bzw. bis maximal zweifacher Grenzüberschreitung.

Der Arbeitsplatz befand sich in der Sandaufbereitung einer Gießerei. Hierfür wird in Anlage 9 der durchschnittliche SiO_2 -Gehalt von 13 % ausgewiesen. Nach Umstellung der Formel

$$S_Q = c_{2D} \left[\frac{q_2}{0,1 \cdot 100} + \frac{100 - q_2}{5 \cdot 100} \right]$$

errechnet sich die Feinstaubkonzentration nach der Beziehung

$$c_{2D} = \frac{S_Q}{\frac{q_2}{10} + \frac{100 - q_2}{500}}$$

Bei $S_Q > 1$ ergibt sich die Schicht-Feinstaubkonzentration $c_{2D} > 0,68 \text{ mg/m}^3$.

Für $S_Q \leq 2$ wird eine Schicht-Feinstaubkonzentration $c_{2D} \leq 0,36 \text{ mg/m}^3$ ermittelt.

Aus der angenommenen Kennzahl $K = 0,5$ ist also abzuleiten:

$$0,68 \text{ mg/m}^3 < c_{2D} \leq 1,36 \text{ mg/m}^3$$

10 Index

	Seite
A	
Abscheidecharakteristik	14, 16
Agglomerat	18
Analysenwaage	15
Arbeitsbereichsanalyse	43
Arbeitshygieneinspektion	38
arbeitshygienische Komplexanalyse	39
arbeitshygienischer Standard	37
Arbeitsschutzverordnung	39
Augitporphyr	25, 27, 29, 31
Auslöseschwelle	43
B	
Bergbau	17
Berufskrankheit	38
Betriebsweise	12, 13
Beugungslinie	34
D	
Dauergrenzwert	36
Differenzwägung	15, 19
Druckluftejektor	17
E	
Einströmkanal	13, 21, 22

10 Index

	Seite
F	
Feinstaub	3, 12, 18, 25, 35, 37, 107, 118
Feinstaubfraktion	11, 14, 117
Feinstaubmeßkopf	17
Filterheizung	15
Filterkassette	15
Flugasche	25, 30
Formsand	30
Fraktionsdurchlässigkeit	15, 16
G	
Gesamtstaub	7, 11, 12, 13, 14, 25, 38
Gießerei	47, 102
Gips	27, 30, 102
Grundgesamtheit	31
H	
Hochspannungsfeld	14
Hochspannungsteil	15
Horizontalzählrohrgoniometer	35
I	
Impaktorprinzip	17
Industriemessung	30, 31, 32
Industriestaub	13

Seite

	Seite
J	
Jahresmittelwert	40
Johannesburger Konvention	14, 15
K	
Katalogwert	33, 38, 45
Kennzahl	11, 40, 47
Kiesaufbereitung	27
konimetrischer Grenzwert	36, 121
Konstruktion	12, 14
Kontrollmessung	43
Korrelationskoeffizient	29
Kurzzeitgrenzwert	36, 116
L	
Leergewicht	19
Luftvolumenstrom	21
M	
Massenschwächungskoeffizient	35
Materialzuführung	21
Meßkabine	7, 13, 21, 23, 24
Meßstand	3, 20
P	
Polypropylenfaser	34
Präparateträger	35
Praxisbedingung	3, 7, 12, 13

10 Index

	Seite
Q	
Quarzmehl	25
R	
Regressionsgerade	31
Röntgendiffraktometrie	34, 35, 117
Röntgenmethode	32
S	
Schiefermehl	25
Schotter	27
Siliziumdioxid	9, 11, 12, 13, 36
Skalierungstabelle	39
SPG 210	7, 14, 29, 31, 55
Splitt	27
Standardabweichung	29, 32, 97, 103
Staubanalyse	35
Staubart	18, 25, 27, 29
Staubbewertungszahl	3, 11, 40, 39, 44, 46
Staubgenerator	21, 22, 23, 25
Staubgruppe	39, 103, 112, 114
Staubkammerversuche	31
Steinzeugproduktion	27
Stoffindex	46
Suspension	34, 106
T	
Ton	27, 30
Tonmehl	25, 30, 31
Trenncharakteristik	15
Tyndallometer	25

U

Umrechnungsfaktor 1, 2, 3, 31, 96, 98

V

VC 25 3, 7, 12, 13, 14, 17, 18,
29, 35, 45
Vorabscheider 14, 17

W

Waschvorschrift 34, 104
Wellenlänge 34

Z

ZAM 9, 11, 13, 34
Zement 9, 13, 27, 30, 33, 102
Zementherstellung 27
Zementklinker 27
Zentrifugiermethode 34, 104
Ziegelherstellung 27
Zuschlagstoff 27
Zyklon 14, 17, 115

- [1] Coenen, W., Kupfer, J.: Nutzung von DDR-Arbeitsdaten bei der Ermittlung des Sachverhaltes im Versicherungsfall. Empfehlungen für die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung. BIA-Report 2/92, Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. (HVBG)
- [2] Thürmer, H.: Ein Vorschlag zur Kalibrierung von zweistufigen gravimetrischen Staubmeßgeräten. Information der ZAG, Technische Arbeitshygiene der Gesellschaft für Arbeitshygiene und Arbeitsschutz der DDR 14 (1974), S. 28 - 30
- [3] Duwe, K., Peter, S., Thürmer, H., Tkacev, V.V.: Kalibrierung zweistufiger Staubmeßgeräte mit dem Korngrößenanalysator COULTER COUNTER. Atemschutzinformationen 26 (1987), S. 13 - 17
- [4] Orenstein, A.J.: Proceedings of the Pneumoconiosis Conference. Johannesburg 1959, Churchill, London 1966
- [5] Thürmer, H.: Konzeption eines Probenahmegerätes für nichttoxische Stäube — SPG 210. Staub — Reinhalt. Luft 42 (1982) Nr. 9, S. 340 - 342
- [6] Schmalz, J.: Zweistufiges gravimetrisches Staubprobenahmegerät SPG 210. Staub — Reinhalt. der Luft 42 (1982) Nr. 9, S. 343 - 346
- [7] Coenen, W.: Feinstaubmessungen mit dem VC 25 — Neuere Untersuchungen und praktische Erfahrungen. Staub — Reinhalt. Luft 35 (1975) Nr. 12, S. 452 - 458
- [8] Zebel, G.: Theoretische Betrachtungen zur Trennung der Korngrößen in einem Trägheitsvorabscheider unter Ausnutzung der Reflexion der Teilchen. Staub — Reinhalt. Luft 33 (1973) Nr. 3, S. 104 - 107
- [9] BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit — BIA, Sankt Augustin, Bielefeld: Erich Schmidt Verlag
- [10] Schulz, P.: Prüfung neuer Staubschutzmasken nach TGL 32622/01. Atemschutzinformationen 22 (1983), S. 7 - 11
- [11] TGL 32 621/01: Arbeitshygiene; Bestimmung nichttoxischer Stäube in der Luft am Arbeitsplatz; allgemeine Forderungen an die Probenahme und die Auswertung von Proben. Verbindlich ab 1. Januar 1984
- [12] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz. TRGS 402. Bundesarbeitsblatt (1986) Nr. 11, S. 92 - 96

11 Literaturverzeichnis

[13] Persönliche Mitteilung Frau
Dr. rer. nat. Werner, November 1994

[14] Werner, I.: Zur Einsatzmöglichkeit
verschiedener Untersuchungsmethoden
für die Bestimmung der Gehalte an kri-
stallinem SiO₂ in Staubproben. Z. ges.
Hyg. 25 (1979) Nr. 9, S. 647 - 650

[15] Duwe, K., u.a.: Staub am Arbeits-
platz. Hrsg.: Zentralinstitut für Arbeits-
medizin der DDR. Berlin: Verlag Tribüne,
1990

[16] Heidermanns, G.: Die röntgeno-
graphische Quarzgehaltsbestimmung in
dünnen Schichten auf Filtern abgeschie-
dener Feinstaubproben. Staub — Rein-
halt. Luft 34 (1974) Nr. 7, S. 260 - 264

[17] Deutsche Forschungsgemeinschaft
(DFG) — Analytische Methoden zur Prü-
fung gesundheitsschädlicher Arbeitsstof-
fe, Luftanalyse für Quarz. Band 1:
Luftanalysen, 8. Lieferung, Ausg. 1993

[18] TGL 22 311/01: Arbeitshygiene;
Maximal zulässige Konzentrationen
nichttoxischer Stäube in der Luft am
Arbeitsplatz; Begriffe, numerische
Grenzwerte, konimetrische Staubkon-
zentrationmessungen

[19] TGL 22 311/02: Arbeitshygiene;
Maximal zulässige Konzentrationen
nichttoxischer Stäube in der Luft am
Arbeitsplatz; Schwebestaub-Probenahme
zur Analyse

[20] TGL 32 601/01: Arbeitshygiene;
Maximal zulässige Konzentrationen von
Aerosolen mit vorwiegend fibrogener
Wirkung in der Arbeitszone, Begriffe,
Forderungen, Grenzwerte. Ausgabe
10/1975

[21] TGL 32 620/02: Arbeitshygiene;
Maximal zulässige nichttoxische Stäube
in der Luft am Arbeitsplatz; Gravimetri-
sche Grenzwerte. Ausgabe 4/1983

[22] Werner, I., Thürmer, H.: Kata-
logwerte zur Eingruppierung von
Arbeitsplätzen in Staubgruppen nach
TGL 32 620/02 bis /04. Arbeits-
schutz — Arbeitshygiene 23 (1987)
Nr. 2, S. 65 - 67

[23] Arbeitsschutzverordnung vom
1. Dezember 1977 (Gesetzblatt der
DDR, Teil I, Nr. 36, Seite 405)

[24] Arbeitsmedizinische Tauglich-
keits- und Überwachungsuntersuchun-
gen — Rechtsvorschriften und Arbeits-
hygienische Komplexanalyse. Hrsg.:
Ministerium für Gesundheitswesen,
Staatsverlag der DDR, Berlin 1988
(Ersatz für Ausgabe 1982 und Änderun-
gen und Ergänzungen 1984)

[25] TGL 30 058/01: Gesundheits-
und Arbeitsschutz, Staubbekämpfung
am Arbeitsplatz zur Verhütung von
Erkrankungen der Atmungsorgane

durch nichttoxische Stäube; Staubvorschrift — Ausg. 9/77; 1. Änderung 3/86; 2. Änderung 10/87

[26] Arbeitshygienische Komplexanalyse — Spezielle Analysen. ZAG Technische Arbeitshygiene der Gesellschaft für Arbeitshygiene und Arbeitsschutz der DDR. Hrsg.: H. Kröger, J. Kupfer. Berlin: Staatsverlag der DDR, 1981

[27] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz (TRGS 900). Bek. d. BMA vom 27. Mai 1994

[28] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Auslöseschwelle für gefährliche Stoffe (TRGS 100). Bundesarbeitsblatt (1986) Nr. 11, S. 91 - 92, einschl. Beschluß des AGS (Bundesarbeitsblatt Nr. 3 [1990], S. 80)

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:

Ermittlung der Vorlaufzeit
(Einschwingzeit)

Anlage 2:

Tabellarische Zusammenstellung der
Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen
in der Industrie

Anlage 3:

Tabellarische Zusammenstellung der
Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen
in der Staubkammer

Anlage 4:

Darstellung der Regressionsgeraden der
Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen
in der Staubkammer

Anlage 5:

Darstellung der Regressionsgeraden der
Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen
in der Industrie

Anlage 6.1:

Ausreißertest nach NALIMOV

Anlage 6.2:

Bestimmung des arithmetischen Mittelwertes
sowie der Standardabweichung

Anlage 7:

Gegenüberstellung Umrechnungsfaktoren
Staubkammer/Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen;
staubartunabhängige Darstellung

Anlage 8:

Gegenüberstellung Umrechnungsfaktoren
Industrie/Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen;
staubartunabhängige Darstellung

Anlage 9:

Katalog „Gehalte an kristallinem SiO_2
in Stäuben“ [22]

Anlage 10:

Gewinnung des Feinstaubes aus Ringfiltern
der Schwebestaubprobenahmegeräte (Waschvorschrift).
Hrsg.: ZAM der DDR, letzte aktualisierte Ausgabe:
Oktober 1985

Anlage 11:

Zeitliche Entwicklung arbeitshygienischer
Grenzwerte und Meßmethoden für nichttoxische
Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

Anlage 12:

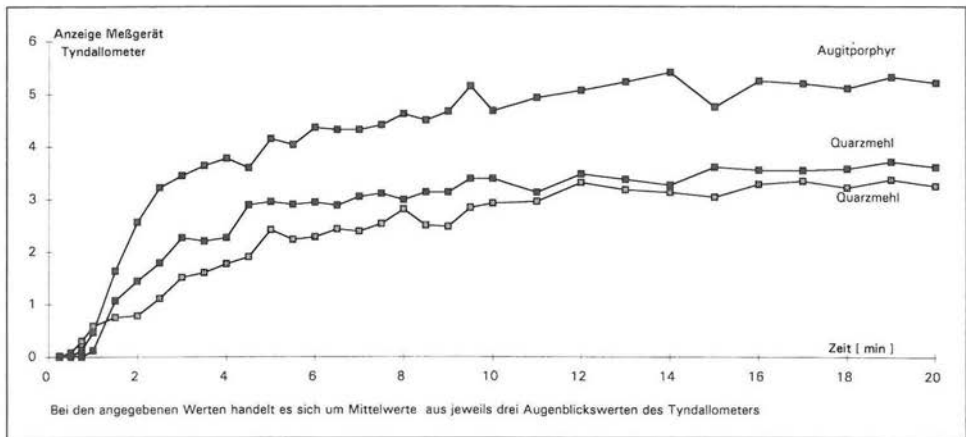
Flußbilder für den Ablauf gravimetrischer
Staubmessungen im Rahmen orientierender
und spezieller Analysen für nichttoxische
Stäube [23]

Anlage 13:

Flußbilder zur Darstellung des Ablaufes
der Überwachung von Arbeitsbereichen
[12]

Anlage 1: Ermittlung der Vorlaufzeit (Einschwingzeit)

Zeitlicher Verlauf des Konzentrationsaufbaues in der Staubkammer
bei unterschiedlichen Konzentrationsniveaus



Anlage 2:

Tabellarische Zusammenstellung der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Industrie

Meßgerätevergleich SPG 210 – VC 25 / Industriemessungen

Staubart/ Meßort	Meß- datum	Feinstaubkonzentrationen (mg/m ³)					Gesamtstaubkonzentrationen (mg/m ³)				
		VC 25 F	Probe- nahme- zeit (h)	SPG 210	Probe- nahme- zeit (h)	Umrech- nungs- faktor	Probe- nahme- zeit (h)	VC 25 G	SPG 210	Umrech- nungs- faktor	
Zement Siloeinlauf	28.10.92	2,73*	2,30	1,83	2,34	1,49	2,34	14,69	14,92	0,98	
		3,40*	1,99	1,91	2,04	1,78	2,04	12,52	17,05	0,73	
		1,78	0,50	2,04	0,50	0,87	0,50	12,07	13,73	0,88	
		3,28	0,50	2,36	0,50	1,39	0,50	11,74	17,40	0,67	
		3,04*	1,71	1,79	2,00	1,70	2,00	17,24	17,47	0,99	
		2,90*	1,06	1,79	2,00	1,62	2,00	11,71	17,73	0,66	
		1,44*	1,68	1,40	1,73	1,03	1,73	11,96	12,03	0,99	
		2,22*	1,89	—	—	—	1,90	9,16	11,54	0,79	
	29.10.92	2,99*	2,08	2,31	2,00	1,29	2,00	12,51	13,01	0,96	
		2,97*	1,88	2,03	2,10	1,46	2,10	11,10	14,49	0,77	
		2,64*	2,38	2,03	2,38	1,30	2,38	13,07	13,31	0,98	
		1,78*	2,06	1,87	2,40	0,95	2,40	12,81	14,04	0,91	
		1,42	1,00	0,81	1,08	1,75	1,08	9,01	11,04	0,82	
		3,38	1,22	0,91	1,00	3,71''	1,00	9,20	10,92	0,84	
Augitporphyr Nachbrecher Förderband- anlage	03.02.93	16,00*	2,00	14,65*	2,17	1,09	2,17	55,6 *	63,5	0,88	
	04.02.93	8,50*	1,60	6,30	2,17	1,35	2,17	58,54	63,70	0,92	
		3,56*	1,97	2,10	2,00	1,70	2,00	11,64	21,00	0,55''	
		9,06*	1,54	3,90	2,30	2,32''	2,30	26,32	46,40	0,57''	
		10,25*	1,95	9,50	2,25	1,08	2,18 / 2,25	55,57*	76,80	0,72	
	05.02.93	11,05*	1,90	7,55*	2,00	1,46	2,00	64,47*	81,75*	0,79	
		3,95	0,50	1,62	0,50	2,44''	0,50	16,84	24,40	0,69	
		6,76*	5,11	4,25	6,58	1,59	5,98 / 6,58	31,2 *	44,09	0,71	
	Quarzit Siebmaschine	23.02.93	1,40	2,00	1,40	2,00	1,00	2,00	4,46	4,77	0,94
			4,19*	1,31	3,75	2,00	1,12	2,00	9,56	10,22	0,94
3,80			0,50	3,38	0,50	1,12	0,53 / 0,50	8,34	10,33	0,81	
Einlauf Kegelbrecher		0,65	2,04	0,41	2,03	1,58	2,03	2,12	2,40	0,88	
		0,91	2,00	0,79	2,00	1,15	2,00	3,93	4,23	0,93	

Staubart/ Meßort	Meß- datum	Feinstaubkonzentrationen (mg/m ³)					Gesamtstaubkonzentrationen (mg/m ³)			
		VC 25 F	Probe- nahme- zeit (h)	SPG 210	Probe- nahme- zeit (h)	Umrech- nungs- faktor	Probe- nahme- zeit (h)	VC 25 G	SPG 210	Umrech- nungs- faktor
Ton Strangpresse Schneid- maschine	25.02.93	0,67	2,04	0,46	2,03	1,46	2,03	1,94	1,98	0,98
		0,62	2,00	0,47	2,00	1,32	2,00	2,44	2,45	1,00
		0,75	2,00	0,32	2,00	2,34''	2,00	3,19	4,16	0,77
Klinker Gips Mühlenbetrieb	24.02.93	1,87*	2,27	1,09	2,50	1,71	2,41 / 2,50	10,69	11,64	0,92
		4,51*	1,47	2,44	2,31	1,85	2,31	11,56	12,11	0,95
		6,82*	1,93	4,06	2,42	1,68	2,25 / 2,42	46,69	54,58	0,85
Verpackung Granulierung		2,59	2,00	1,49	2,00	1,74	2,00	7,15	5,26	1,36''
		0,74	3,00	—	—	—	3,00	0,94	1,16	0,81
Ton Aufbereitung	08.07.93	1,09	4,93	0,71	5,00	1,53	5,00	5,55	5,85	0,95
		5,76*	4,10	4,79	5,00	1,20	4,36 / 5,00	37,47'	—	—
Quarzsand Mahlanlage Verladever- bände	07.07.93	0,11	5,00	0,10	5,00	1,08	5,00	0,22	0,34	0,65
		0,21	5,00	0,22	5,00	0,96	5,00	1,01	1,15	0,88
Formsand Formanlage	06.07.93	0,71*	5,00	0,78	5,00	0,91	5,00	5,16	6,05	0,85
Formsand	06.07.93	0,63	4,79	1,00	5,00	0,63''	5,00	12,91	19,00	0,68
Mittelwert (ohne Ausreißer)						1,36				0,85
Standard- abweichung						0,294				0,108
Meßwertanzahl (ohne Ausreißer)						34				37

* bei den angegebenen Werten handelt es sich um zeitlich gewichtete Mittelwerte

'' Ausreißer

Anlage 3:

Tabellarische Zusammenstellung der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

Staubart: Liegestaub Augitporphyr
 Konzentration: niedrig
 Probenahmezeit: 1,0 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungsfaktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungsfaktor
Konzentration (mg/m ³)	1,12	0,69	1,62	2,27	2,03	1,12
	1,19	0,57	2,10 *	2,32	2,14	1,08
	0,99	0,71	1,39	2,12		
	0,96	0,59	1,63	2,35	2,29	1,03
	1,06	0,67	1,58	2,16		
	0,86	0,64	1,34	2,27	1,58	1,44 *
	1,06	0,67	1,58	2,05	2,23	0,92
	1,10	0,64	1,72	2,42	3,07	0,79
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,55			(0,99)
Standardabweichung			0,136			0,134

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Augitporphyr = 15 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 0,2 U/min

() Bestimmung der Gesamtstaubkonzentrationen VC 25 G und SPG 210 beim Auftragnehmer

Staubart: Liegestaub Augitporphyr
 Konzentration: mittel
 Probenahmezeit: 0,5 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	3,33	2,98	1,12	9,23	9,40	0,98
	3,26	2,91	1,12	8,27	7,24	1,14
	3,48	2,29	1,52	7,66	7,60	1,01
	3,82	2,44	1,40	8,64	8,42	1,03
	3,57	2,56	1,39	8,91	8,82	1,01
	3,98	2,76	1,44	8,24	8,16	1,01
	3,86	3,02	1,28	8,11	9,53	0,85 *
	4,01	2,82	1,42	8,91	7,73	1,15
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,34			(1,05)
Standardabweichung			0,149			0,068

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Augitporphyr = 15 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 1,6 U/min

() Bestimmung der Gesamtstaubkonzentrationen VC 25 G und SPG 210 beim Auftragnehmer

Anlage 3:

Tabellarische Zusammenstellung der Fein- und Gesamstaubkonzentrationen in der Staubkammer

Staubart: Liegestaub Augitporphyr
Konzentration: hoch
Probenahmezeit: 0,5 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs- faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs- faktor
Konzentration (mg/m ³)	7,09	6,07	1,17	14,46	18,10	0,80*
	6,54	5,84	1,12	16,43	16,40	1,00
	6,07	6,02	1,01	15,62	13,30	1,17*
	6,75	5,15	1,31	16,06	15,62	1,03
	8,44	7,82	1,08			
	7,40	8,31	0,89	24,27	24,82	0,98
	8,19	7,59	1,08	25,31	24,22	1,05
	7,11	8,31	0,86	26,34	24,98	1,05
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,07			(1,02)
Standardabweichung			0,146			0,31

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Augitporphyr = 8 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 1,6 U/min

() Bestimmung der Gesamstaubkonzentrationen VC 25 G und SPG 210 beim Auftragnehmer

Staubart: Flugasche
 Konzentration: niedrig
 Probenahmezeit: 1,0 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	0,65	0,74	0,84	1,85	2,61	0,71
	0,60	0,87	0,69	2,10	2,41	0,87
	0,86	0,76	1,13	1,95	2,31	0,84
	0,67	0,68	0,98	2,01	2,51	0,80
	0,77	0,79	0,97	2,02	2,79	0,72
	0,67	0,67	1,00	2,17	2,60	0,83
	0,93	0,76	1,22	2,01	2,72	0,74
	0,71	0,76	0,93	2,34	2,76	0,85
Mittelwert (ohne Ausreißer)			0,97			(0,80)
Standardabweichung			0,163			0,063

Mischung Trägersubstanz: Flugasche = 15 : 1
 Staubgeneratoreinstellung: 0,2 U/min

Anlage 3:

Tabellarische Zusammenstellung der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

Staubart: Flugasche
 Konzentration: mittel
 Probenahmezeit: 0,5 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	2,28	2,49	0,92	6,22	6,73	0,92
	2,78	2,18	1,27	6,19	6,76	0,92
	2,44	1,84	1,33	5,84	6,60	0,88
	2,12	2,00	1,06	5,42	6,29	0,86
	2,55	2,20	1,16	6,03	6,38	0,94
	2,20	2,16	1,02	6,02	7,62	0,79*
	2,18	1,84	1,18	5,83	5,44	1,07*
	2,37	1,89	1,25	5,44	5,62	0,97
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,15			(0,92)
Standardabweichung			0,139			0,04

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Flugasche = 10 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 0,4 U/min

Staubart: Flugasche
 Konzentration: hoch
 Probenahmezeit: 0,5 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	9,02	6,38	1,41	16,97	18,02	0,94
	7,16	6,64	1,08	18,28	18,87	0,97
	7,85	5,75	1,36	15,78	15,87	0,99
	7,63	5,42	1,41	14,76	15,62	0,94
	6,13	5,71	1,07	17,15	18,38	0,93
	6,56	6,71	0,98	18,69	17,42	1,07 *
	7,05	5,56	1,27	15,79	15,62	1,01
	6,56	5,62	1,17	14,76	16,27	0,91
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,22			(0,96)
Standardabweichung			0,168			0,036

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Flugasche = 10 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 1,6 U/min

Anlage 3:

Tabellarische Zusammenstellung der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

Staubart: Quarzmehl
 Konzentration: niedrig
 Probenahmezeit: 1,0 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	0,93	0,88	1,06	1,74	2,40	0,72
	0,96	0,90	1,07	1,73	2,40	0,72
	0,99	0,93	1,06	1,70	2,66	0,64
	0,89	0,77	1,16	1,72	2,34	0,74
	0,91	0,82	1,11	1,73	2,58	0,67
	0,84	0,86	0,98	1,56	2,09	0,75
	1,06	0,61	1,74 *	1,83	2,27	0,81
	2,32	1,58	1,46 *	3,66	3,69	0,99 *
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,07			(0,72)
Standardabweichung			0,064			0,055

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Quarzmehl = 22 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 0,2 U/min

Staubart: Quarzmehl
 Konzentration: mittel
 Probenahmezeit: 0,5 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrech- nungs- faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrech- nungs- faktor
Konzentration (mg/m ³)	4,28	4,11	1,04	,80	3 ,97	6,082
	4,37	3,60	1,21	8,18	9,11	0,98
	4,89	3,93	1,24	9,02	10,36	0,87
	5,05	4,40	1,15	8,64	10,98	0,79
	4,42	4,95	0,89	9,23	10,80	0,85
	6,12	4,04	1,51	9,90	9,98	0,99 *
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,17			(0,85)
Standardabweichung			0,21			0,043

* Ausreißer
 Mischung Trägersubstanz: Quarzmehl = 8 : 1
 Staubgeneratoreinstellung: 0,8 U/min

Anlage 3:

Tabellarische Zusammenstellung der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

Staubart: Quarzmehl
 Konzentration: hoch
 Probenahmezeit: 0,5 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	12,14	9,53	1,27	24,73	22,35	1,11
	11,85	9,56	1,24	21,88	22,42	0,98
	11,78	10,27	1,15	19,84	21,62	0,92
	10,39	10,00	1,04	20,53	20,09	1,02
	10,44	7,60	1,37	18,94	16,36	1,16
	10,51	11,00	0,96	18,04	22,09	0,82
	12,66	9,51	1,33	20,71	22,53	0,92
	12,39	10,42	1,19	22,18	19,67	1,13
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,19			1,01
Standardabweichung			0,14			0,12

Mischung Trägersubstanz: Quarzmehl = 30 : 1
 Staubgeneratoreinstellung: 0,8 U/min

Staubart: Schiefermehl
 Konzentration: niedrig
 Probenahmezeit: 1,0 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	1,04	0,60	1,73	1,97	1,51	1,30
	1,08	0,61	1,77	1,86	1,68	1,11
	0,88	0,76	1,16	1,83	1,60	1,14
	0,79	0,74	1,07	2,12	1,58	1,34
	1,01	0,63	1,60	2,04	1,47	1,39
	1,04	0,80	1,30	1,95	1,79	1,09
	0,74	0,78	0,95	1,93	1,76	1,10
	0,84	0,82	1,02	2,19	1,83	1,20
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,33			1,21
Standardabweichung			0,33			0,119

Mischung Trägersubstanz: Schiefermehl = 28 : 1
 Staubgeneratoreinstellung: 0,2 U/min

Anlage 3: Tabellarische Zusammenstellung der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

Staubart: Schiefermehl
Konzentration: mittel
Probenahmezeit: 0,5 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrech- nungs- faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrech- nungs- faktor
Konzentration (mg/m ³)	1,91	2,29	0,83	4,44	5,82	0,76
	2,42	2,13	1,14	4,96	5,78	0,86
	2,05	2,20	0,93	4,84	6,02	0,80
	2,09	2,40	0,87	4,93	5,80	0,85
	2,07	2,20	0,94	4,55	5,70	0,93
	2,40	2,09	1,15	5,13	4,47	1,15 *
	1,91	2,40	0,80	5,12	5,38	0,95
	1,89	2,22	0,85	4,84	5,69	0,85
Mittelwert (ohne Ausreißer)			0,94			0,86
Standardabweichung			0,136			0,067

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Schiefermehl = 10 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 0,2 U/min

Staubart: Schiefermehl
 Konzentration: hoch
 Probenahmezeit: 0,5 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	4,93	5,22	0,94	12,27	12,18	1,01
	5,74	4,47	1,28 *	14,27	10,47	1,36
	5,59	5,38	1,04	12,97	11,93	1,09
	5,99	5,36	1,12	11,44	11,64	0,98
	4,66	5,13	0,91	12,13	12,64	0,96
	4,69	4,40	1,07	14,08	10,51	1,34
	4,48	4,80	0,93	12,84	12,00	1,09
	4,76	5,36	0,89	12,05	13,18	0,91
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,04			(1,09)
Standardabweichung			0,182			0,17

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Schiefermehl = 8 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 0,8 U/min

Anlage 3:

Tabellarische Zusammenstellung der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

Staubart: Tonmehl
 Konzentration: niedrig
 Probenahmezeit: 1,0 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	0,88	0,97	0,91	2,54	3,01	0,84
	0,69	0,89	0,77	2,66	2,73	0,97
	0,83	0,74	1,12	2,64	2,30	1,15
	0,89	0,87	1,02	2,10	2,51	0,84
	0,74	0,87	0,85	2,29	3,02	0,76
	0,73	1,00	0,73	2,57	3,17	0,81
	1,69	0,80	2,11 *	3,12	2,64	1,18
	1,96	0,84	2,33 *	2,16	2,6	0,83
Mittelwert (ohne Ausreißer)			0,90			(0,92)
Standardabweichung			0,149			0,161

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Tonmehl = 15 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 0,2 U/min

Staubart: Tonmehl
 Konzentration: mittel
 Probenahmezeit: 0,5 h

	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	2,78	3,11	0,89	8,50	8,60	0,99
	2,13	2,33	0,91	9,91	6,70	1,31 *
	2,45	2,33	1,05	7,41	7,44	1,00
	2,81	2,31	1,22	7,32	7,33	1,00
	2,69	3,33	0,81	8,06		
	2,60	2,60	1,00	9,09	8,67	1,05
	2,37	2,31	1,03	8,74		
	2,74	2,51	1,09	7,16	8,09	0,88 *
Mittelwert (ohne Ausreißer)			1,00			(1,01)
Standardabweichung			0,129			0,027

* Ausreißer

Mischung Trägersubstanz: Tonmehl = 15 : 1

Staubgeneratoreinstellung: 0,2 U/min

Anlage 3:

Tabellarische Zusammenstellung der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

Staubart: Tonmehl
 Konzentration: hoch
 Probenahmezeit: 0,5 h

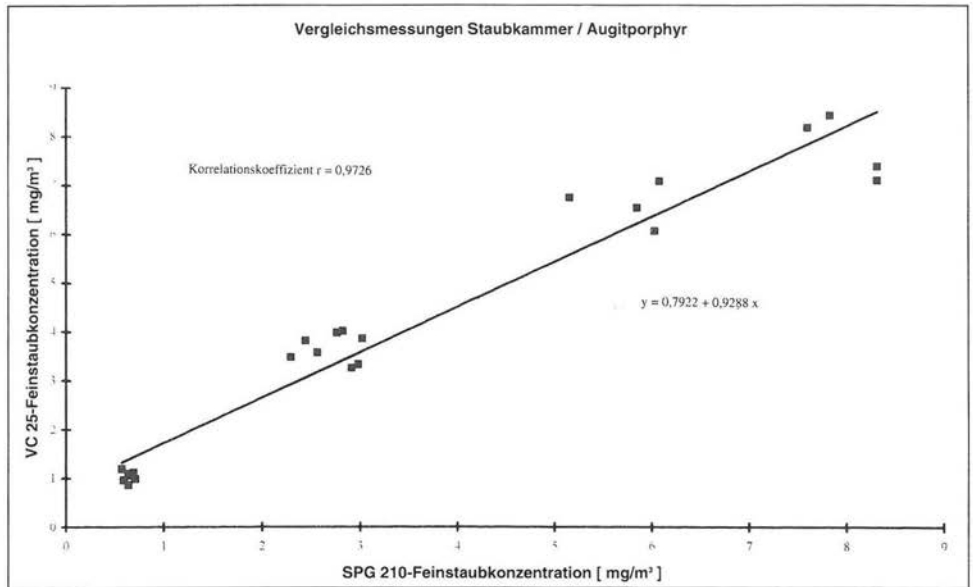
	Feinstaubkonzentration			Gesamtstaubkonzentration		
	VC 25 F	SPG 210	Umrechnungs-faktor	VC 25 G	SPG 210	Umrechnungs-faktor
Konzentration (mg/m ³)	6,46	7,38	0,88	18,52	21,70	0,85
	6,05	7,73	0,78	20,91	22,20	0,94
	5,33	6,20	0,86	20,69	18,49	1,12 *
	7,94	6,24	1,27 *	17,73	18,47	0,96
	7,16	7,90	0,91	20,00	25,60	0,78
	8,28	8,27	0,64	17,48	23,67	0,74
	6,48	6,64	0,98	22,61	17,10	1,32 *
	5,40	7,49	0,72	16,04	18,91	0,85
Mittelwert (ohne Ausreißer)			0,82			(0,85)
Standardabweichung			0,117			0,086

* Ausreißer

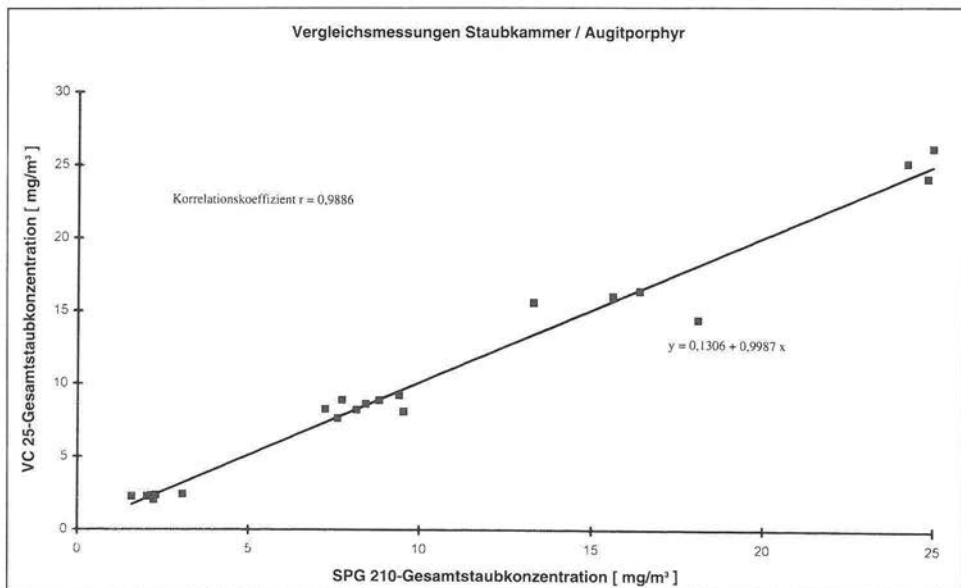
Mischung Trägersubstanz: Tonmehl = 8 : 1

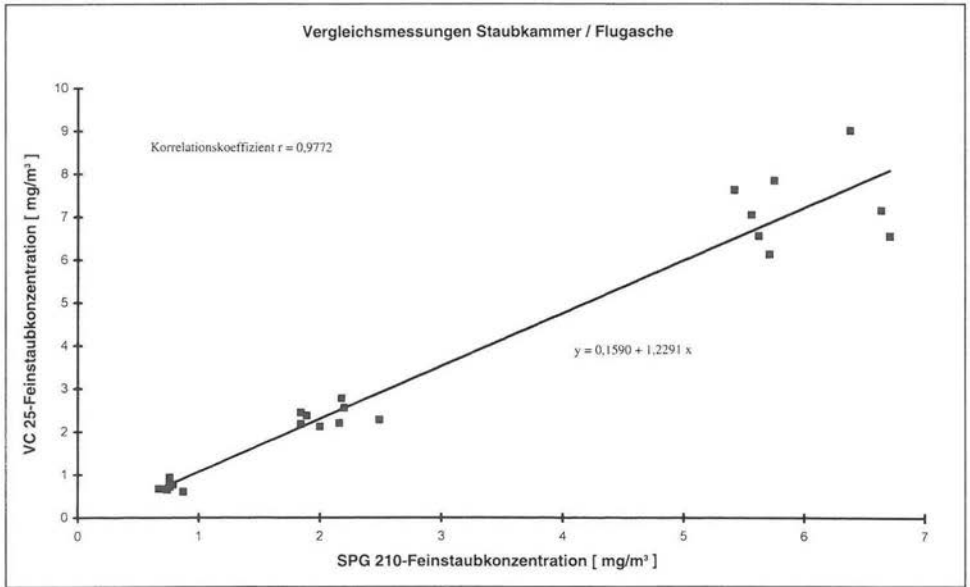
Staubgeneratoreinstellung: 0,8 U/min

Anlage 4: Darstellung der Regressionsgeraden der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

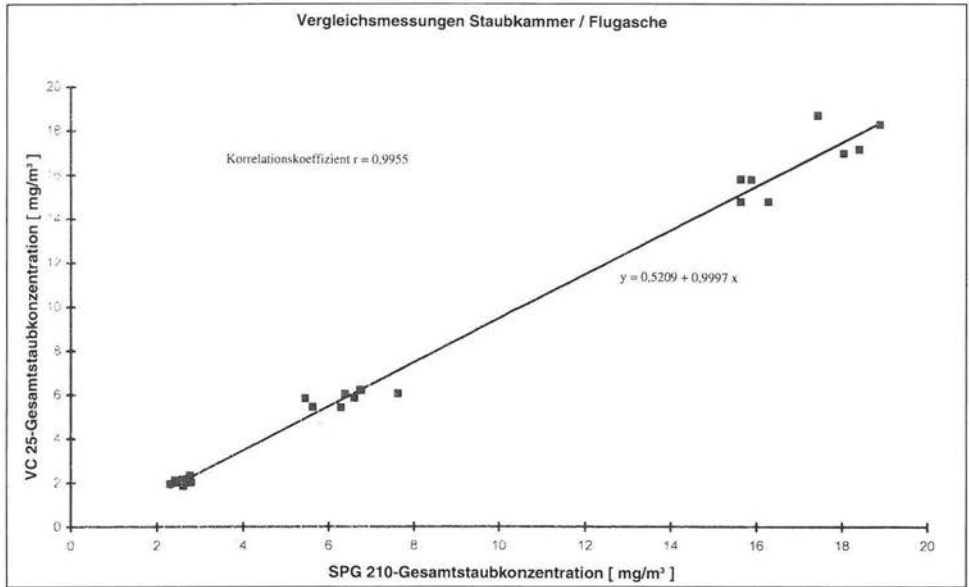


Anlage 4:
Darstellung der Regressionsgeraden
der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen
in der Staubkammer

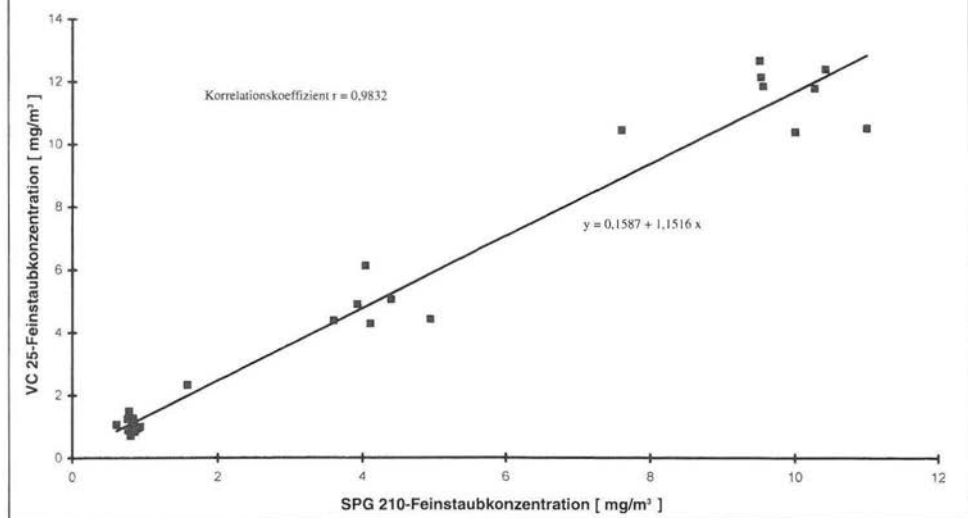




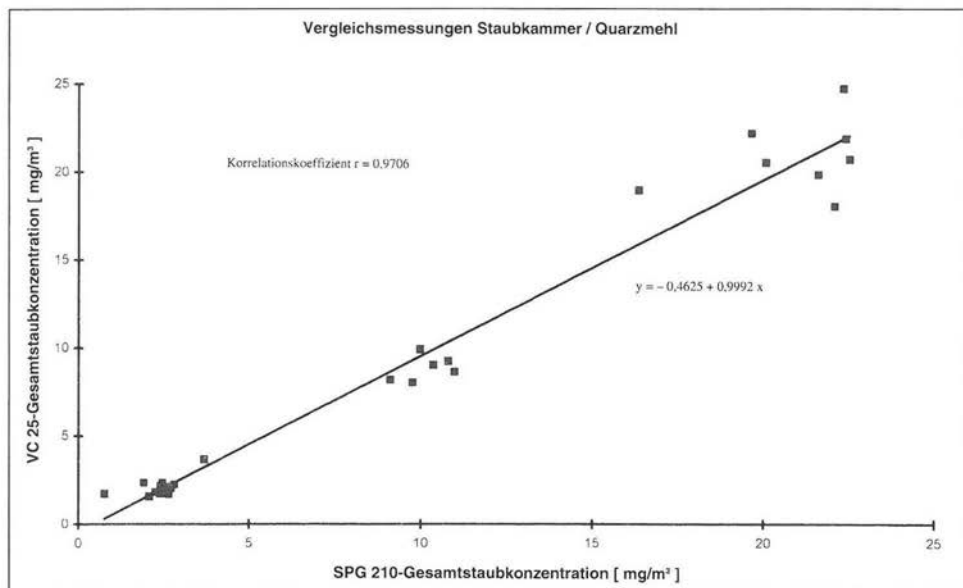
Anlage 4: Darstellung der Regressionsgeraden der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

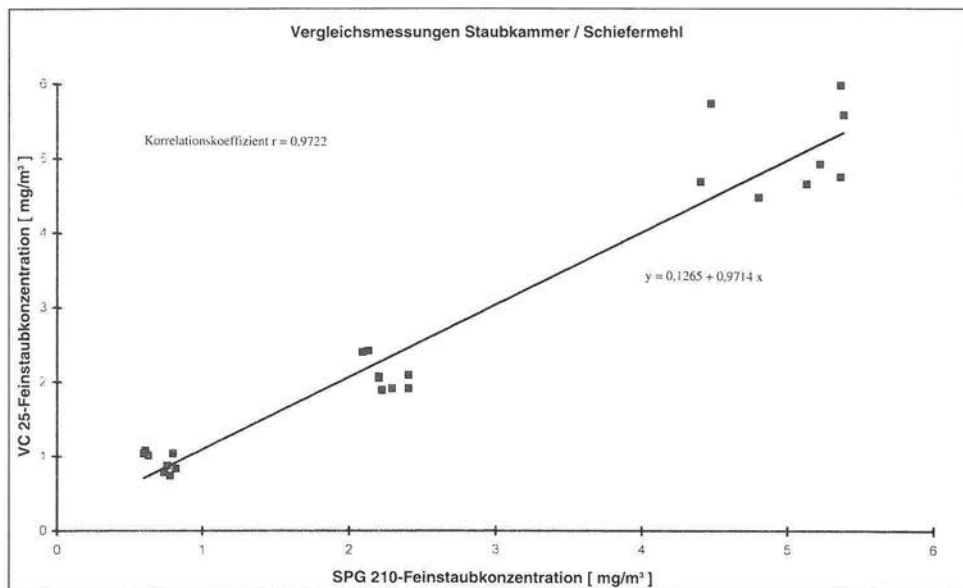


Vergleichsmessungen Staubkammer / Quarzmehl

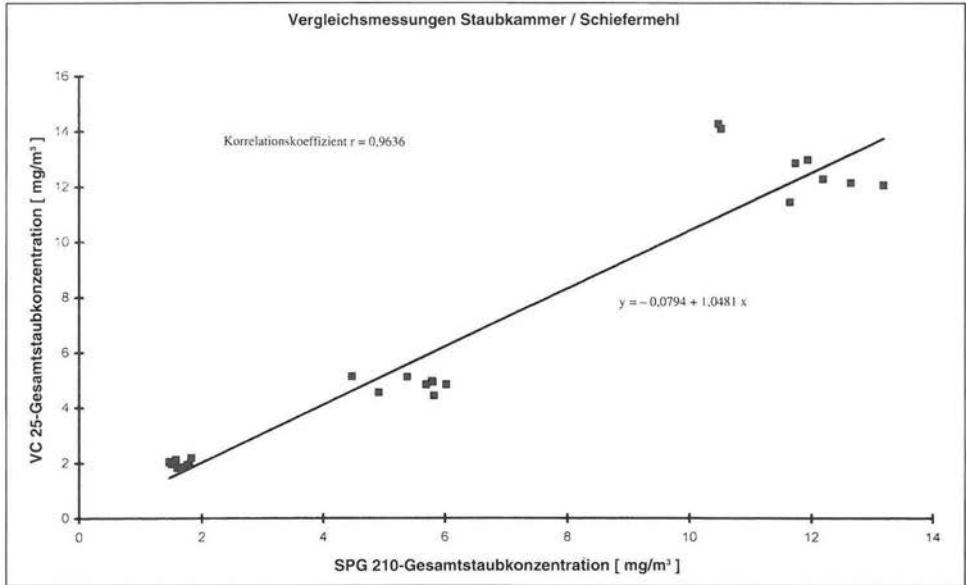


Anlage 4: Darstellung der Regressionsgeraden der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Staubkammer

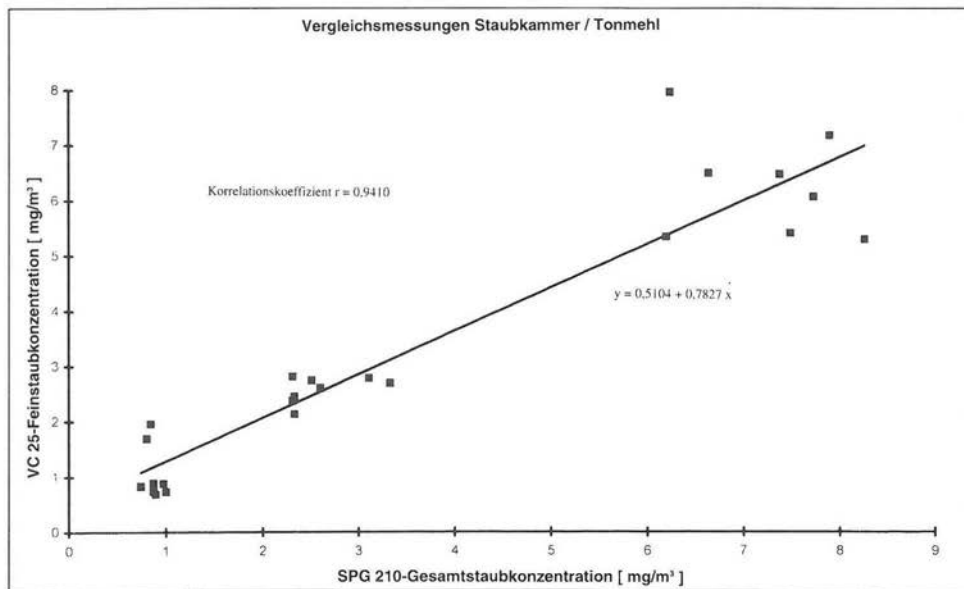




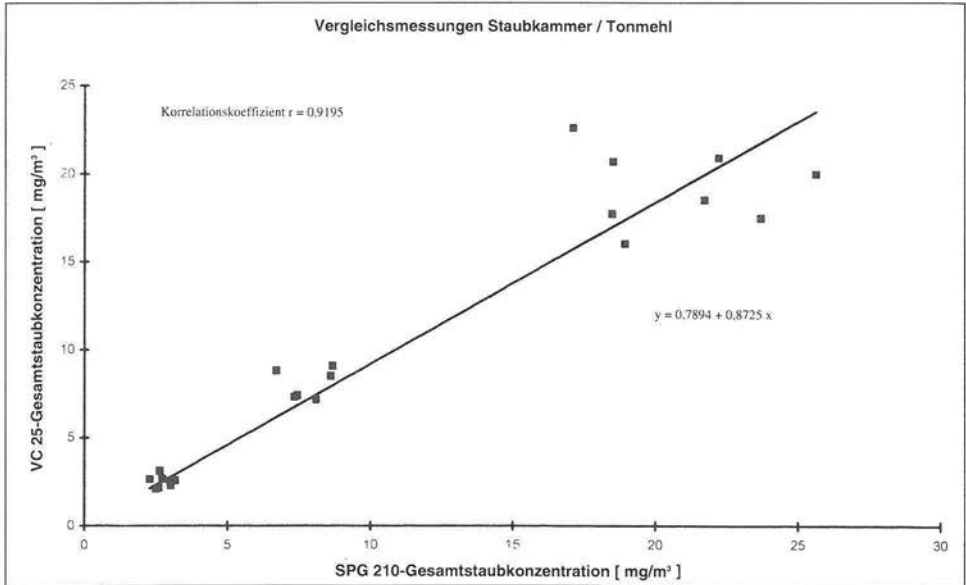
Anlage 4:
Darstellung der Regressionsgeraden
der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen
in der Staubkammer



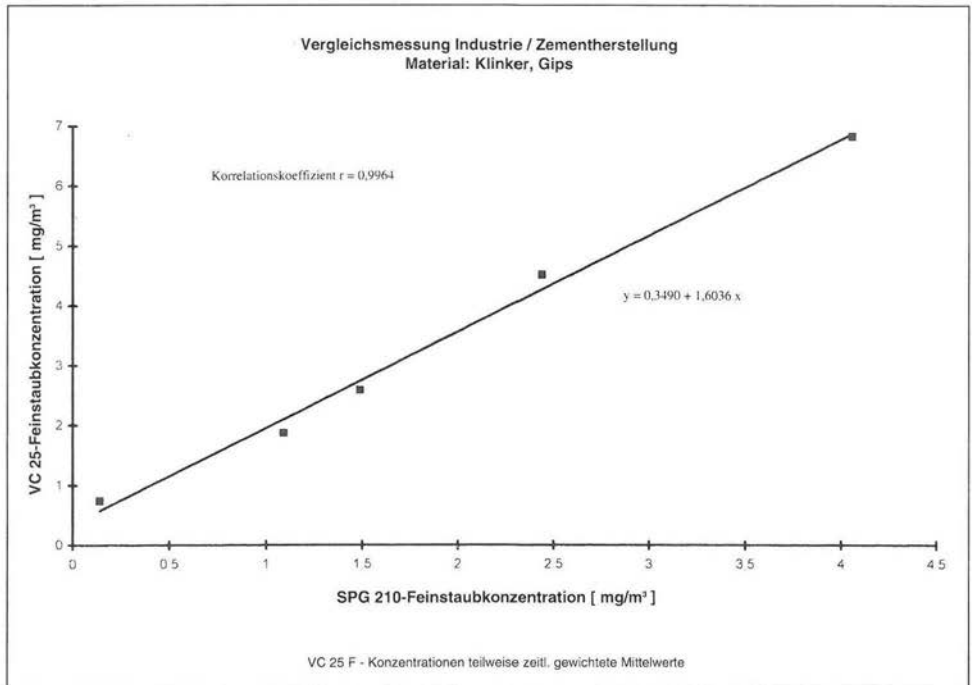
Vergleichsmessungen Staubkammer / Tonmehl



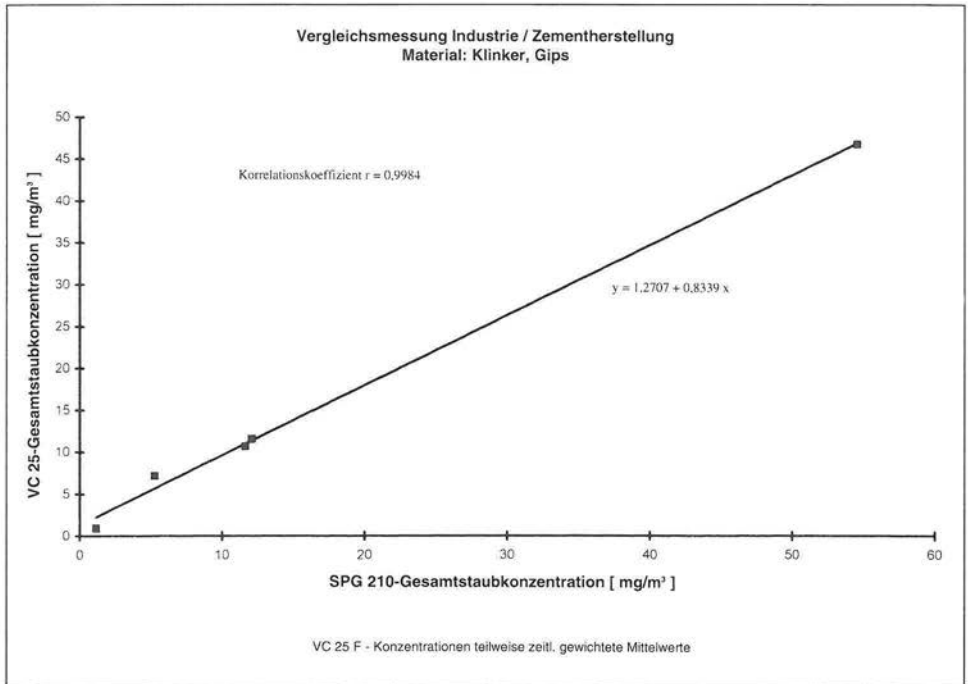
Anlage 4:
Darstellung der Regressionsgeraden
der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen
in der Staubkammer



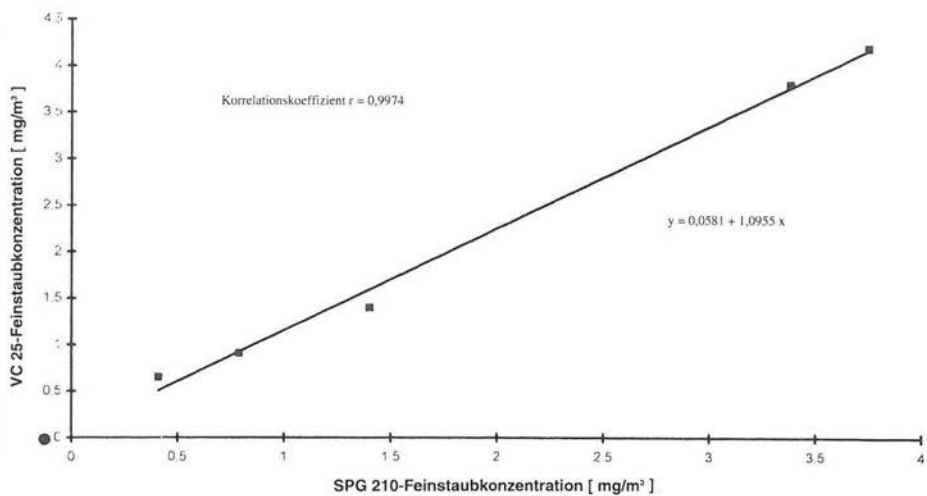
Anlage 5: Darstellung der Regressionsgeraden der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Industrie



Anlage 5:
Darstellung der Regressionsgeraden
der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen
in der Industrie

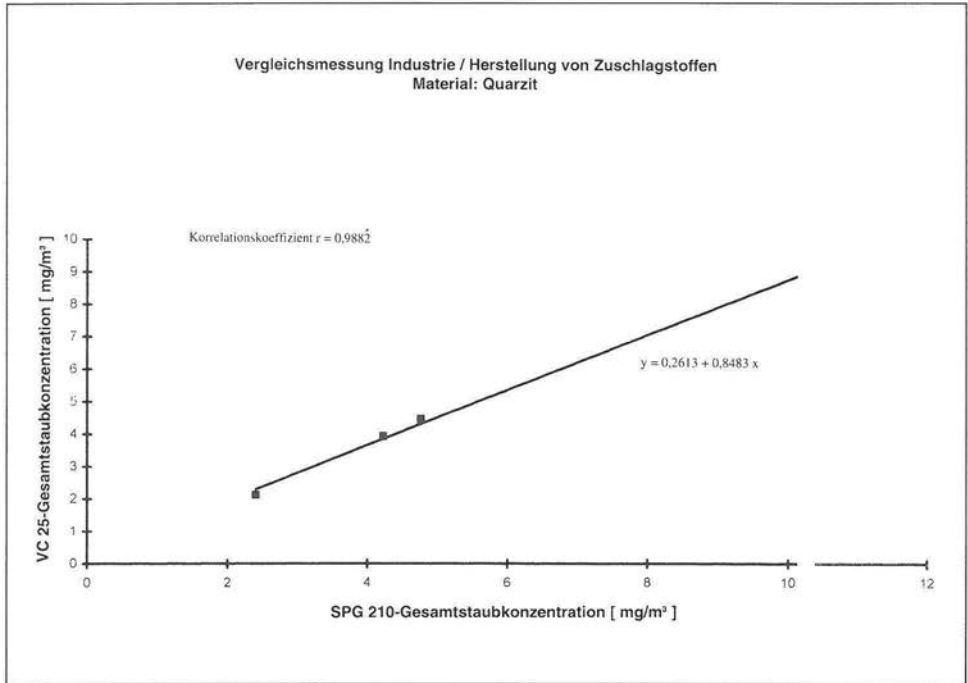


Vergleichsmessung Industrie / Herstellung von Zuschlagstoffen
Material: Quarzit

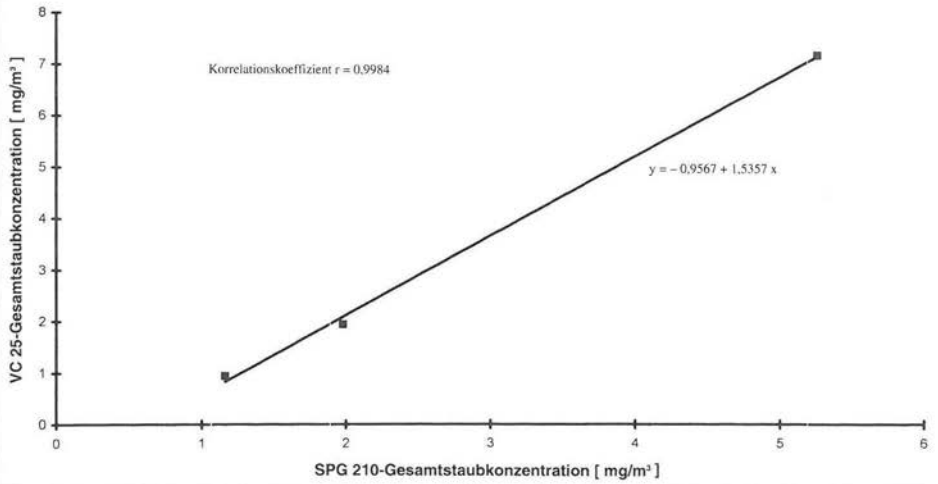


VC 25 F - Konzentrationen teilweise zeitl. gewichtete Mittelwerte

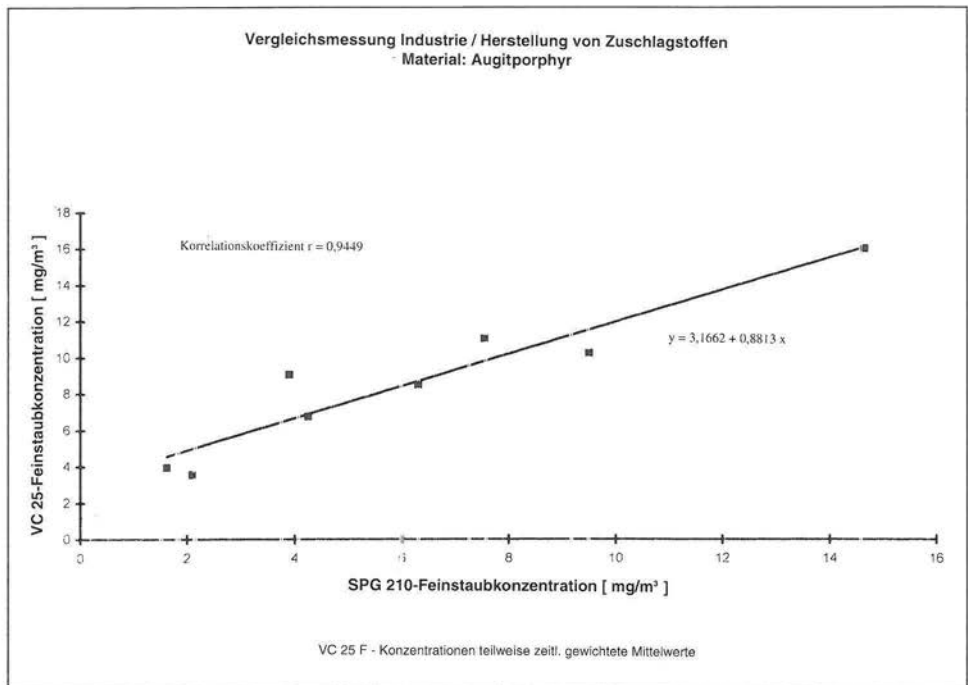
Anlage 5:
Darstellung der Regressionsgeraden
der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen
in der Industrie



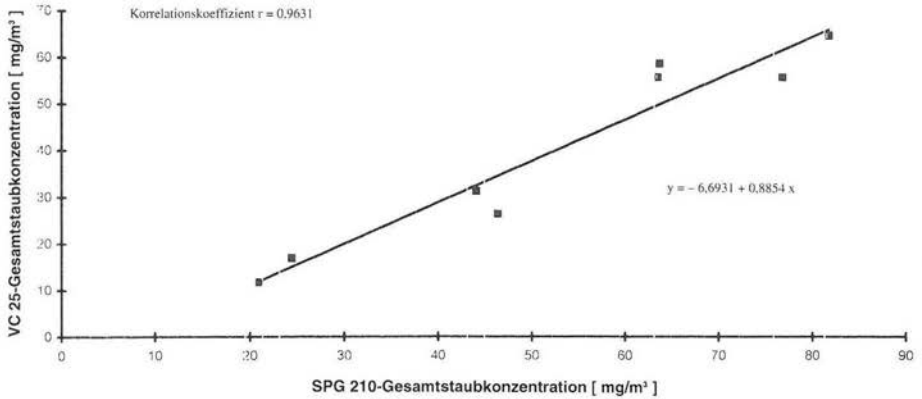
Vergleichsmessung Industrie / Ziegelherstellung
Material: Ton



Anlage 5: Darstellung der Regressionsgeraden der Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen in der Industrie



Vergleichsmessung Industrie / Herstellung von Zuschlagstoffen
Material: Augitporphyr



VC 25 F - Konzentrationen teilweise zeitl. gewichtete Mittelwerte

Anlage 6.1: Ausreißertest nach NALIMOV

Innerhalb der einzelnen Konzentrationsbereiche wurden für jede Staubart die Umrechnungsfaktoren auf ausreißerverdächtige Werte nach NALIMOV untersucht. Dabei wurde zur Ermittlung des statistischen Faktors folgende Formel benutzt:

$$r = \frac{x^* - \bar{x}}{s} \sqrt{\frac{n}{n-1}}$$

- n = Anzahl der Versuche
- x* = ausreißerverdächtiger Wert
- \bar{x} = arithmetischer Mittelwert
- s = Standardabweichung

Der statistische Faktor r wurde für jeden ausreißerverdächtigen Wert bestimmt und mit dem Tabellenwert r verglichen (siehe folgende Tabelle). Ist der ermittelte Faktor r kleiner als r (95), dann handelt es sich um keinen Ausreißer. Ist r größer oder gleich r (95), jedoch kleiner

als r (99), so gilt: x* ist wahrscheinlich ein Ausreißer. Ist r größer oder gleich r (99), so gilt: x* ist signifikant ein Ausreißer.

Ausreißertest nach NALIMOV

Freiheitsgrad f	r (statistische Sicherheit 95 %)	r (statistische Sicherheit 99 %)
1	1,409	1,414
2	1,645	1,715
3	1,757	1,918
4	1,814	2,051
5	1,848	2,142
6	1,870	2,208
7	1,885	2,256

Nach dem Feststellen der ausreißerverdächtigen Werte wurden die arithmetischen Mittelwerte und Standardabweichungen der Umrechnungsfaktoren ohne Ausreißer neu bestimmt.

Anlage 6.2:

Bestimmung des arithmetischen Mittelwertes sowie der Standardabweichung

(siehe Anlage 6.1)

arithmetischer Mittelwert \bar{x} :

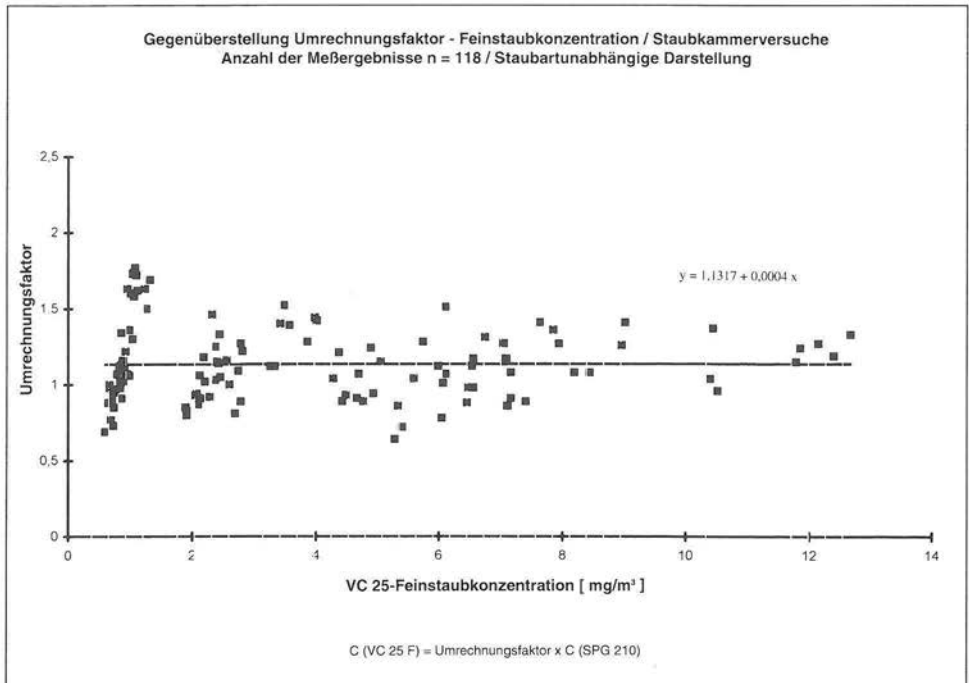
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Standardabweichung s :

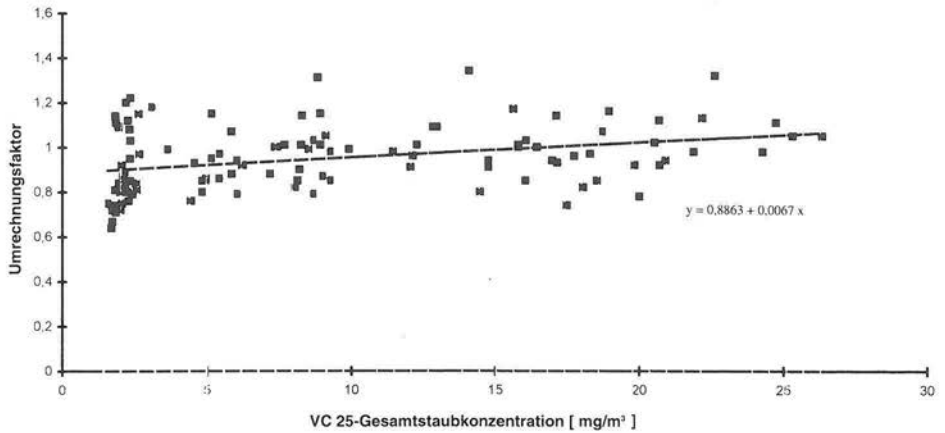
$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Anlage 7:

Gegenüberstellung Umrechnungsfaktoren Staubkammer/
Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen;
startunabhängige Darstellung



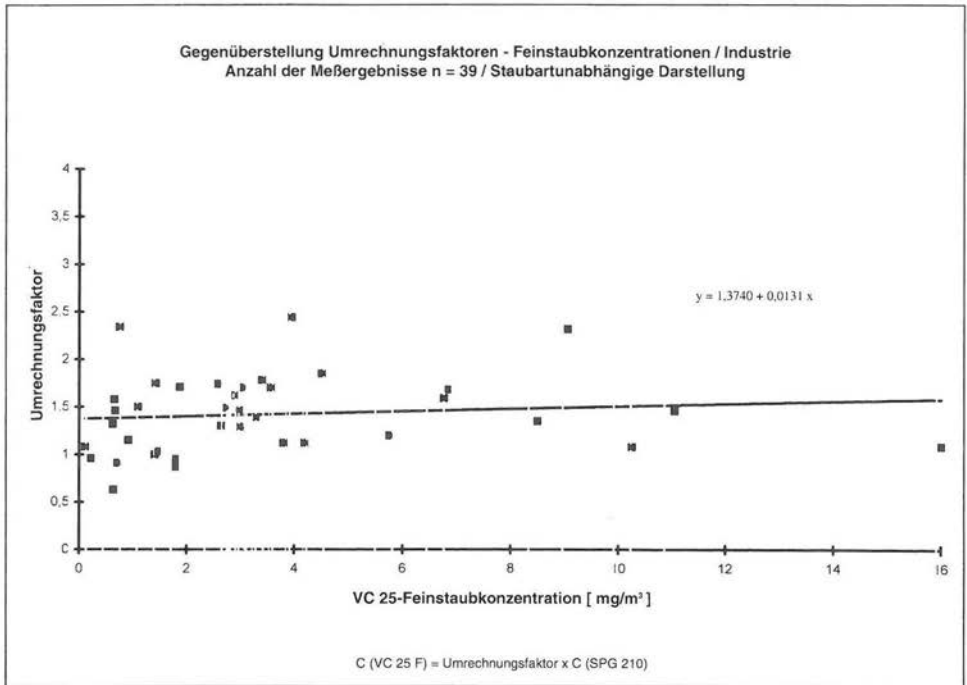
Gegenüberstellung Umrechnungsfaktoren - Gesamtstaubkonzentrationen /
Staubkammerversuche
Anzahl der Meßergebnisse n = 113 / Staubartunabhängige Darstellung



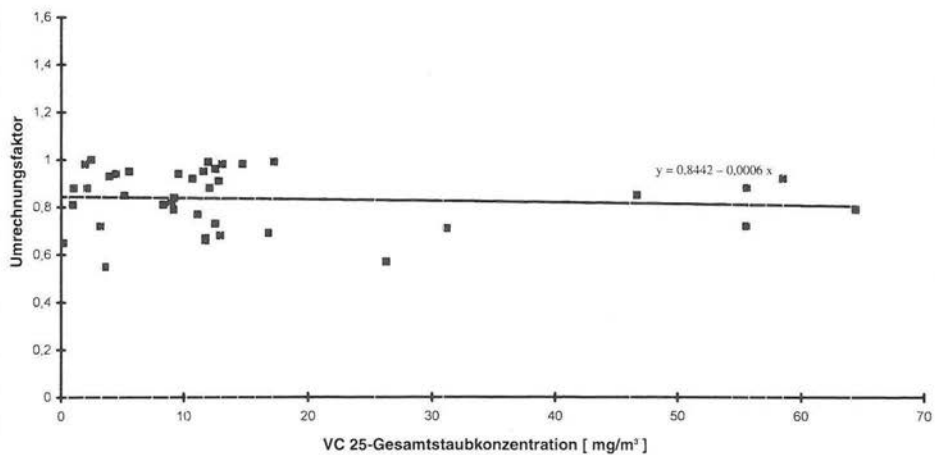
$C \text{ (VC 25 G)} = \text{Umrechnungsfaktor} \times C \text{ (SPG 210)}$

Anlage 8:

Gegenüberstellung Umrechnungsfaktoren Industrie/
Fein- und Gesamtstaubkonzentrationen;
startunabhängige Darstellung



Gegenüberstellung Umrechnungsfaktoren - Gesamtstaubkonzentrationen / Industrie
Anzahl der Meßergebnisse n = 40 / Staubartunabhängige Darstellung



$C(\text{VC 25 G}) = \text{Umrechnungsfaktor} \times C(\text{SPG 210})$

Anlage 9:

Katalog „Gehalte an kristallinem SiO₂ in Stäuben“ [22]

Industriezweig/Betrieb/Tätigkeit	\bar{q}_2 [%]	$\bar{q}_2 + s$ [%]	Staubgruppe nach TGL 32620/02
Metallurgie			
Gießerei			
— Formen	12	18	III
— Sandaufbereiten	9	13	III
— Gießen	8	13	III
— Putzen	12	20	III
— Putzen mit keramisch gebundenen Schleifkörpern	13	18	III
— Ausleeren	10	15	III
Blasstahlwerk			
— Möllering	5	7	III
— Konverter	1,4	2,5	IV
— Gießen	3	5	IV
Keramik			
— Elektrokeramik	8	10	III
— Feinkeramik	9	13	III
— Grobkeramik	15	20	III
— Sanitärkeramik	7	12	III
Natursteingewinnung, -bearbeitung			
— Sandstein	32	51	(I)
— Granit	21	26	II
— Quarzporphyr	16	21	(II)
— Kalkstein	2	3	IV
— Gips	1	2	IV
Bauwesen			
Herstellung, Gewinnung			
— Zement	1,7	3,7	IV
— Betonbauelemente	2,4	3,9	IV
— Epoxidharzbeton	43	53	(I)
— Ziegel	8	14	III
— Betondachziegel	6	7	III
— Dachpappe	9	11	III
— Kalkstein	4	6	(III)
— Silicasteine	48	70	(I)

Industriezweig/Betrieb/Tätigkeit	\bar{q}_2 [%]	$\bar{q}_2 + s$ [%]	Staubgruppe nach TGL 32620/02
Bauwesen (Fortsetzung)			
Abrißarbeiten			
– Mauerwerk	4	6	(III)
– Öfen	5	7	(III)
Bearbeitung			
– Ofenkachelschleifen	15	19	III
Energieversorgung (Braunkohle)			
– Bekohlung	3,3	5	(III)
– Kesselhaus	3,0	5	(III)
– Entaschung	3,7	6	(III)
Glasindustrie	12	21	(II)
Emaillierwerke	21	38	II
Zahn technische Laboratorien			
– Schleifen von Mineralzähnen	5	9	III
Landwirtschaft			
– Mähen, Getreide	2	4	IV
– Pelletieren, Stroh	1	1	IV
– Lagerung, Getreide	1	2	IV
– Sortierung			
Kartoffeln	16	26	(II)
Zwiebeln	8	13	III
Tabak	11	16	III
– Rübenköpfen	26	28	II
– Hühnerhaltung	1	1	V

Erläuterungen:

\bar{q}_2 arithmetische Mittelwerte der Gehalte an kristallinem SiO₂ im Feinstaub

$\bar{q}_2 + s$ arithmetische Mittelwerte plus Standardabweichungen zur sicheren Bewertung bei der Einstufung in Staubgruppen

Bei großen Abweichungen der Mittelwerte \bar{q}_2 von $(\bar{q}_2 + s)$ ist die Staubgruppe in Klammern gesetzt.

Anlage 10:

Gewinnung des Feinstaubes aus Ringfiltern der Schwebestaubprobenahmegeräte (Waschvorschrift)

Hrsg.: ZAM der DDR, letzte aktualisierte Ausgabe: Oktober 1985

Zentralinstitut für Arbeitsmedizin (ZAM) der DDR
Fachbereich Experimentelle Arbeitshygiene
Zentralstelle für Staubbekämpfung

1134 Berlin
Nöldnerstr. 40/42

Berlin, den 15.11.1985

Gewinnung des Feinstaubes aus Ringfiltern
der Schwebestaubprobenahmegeräte SPG
(Waschvorschrift)

Vorbemerkung:

Es stehen zwei Gewinnungsmethoden zur Wahl:

Die **Zentrifugiermethode** ist anwendbar, wenn keine wasserlöslichen oder spezifisch leichten Substanzen ($\rho \geq 1 \text{ g/ml}$) bei der Analyse berücksichtigt werden müssen.

Die **Destilliermethode** sollte nur angewandt werden, wenn die Staubart die Anwendung der Zentrifugiermethode ausschließt oder wenn apparattechnische Vorteile gegeben sind.

1 Zentrifugiermethode

1.1 Waschvorgang

Der Filterring wird in das Waschgefäß eingelegt und mit ca. 80 ml der Waschflüssigkeit übergossen. Als Waschflüssigkeit ist eine Lösung von 2 g Präwozell WOFK 100 (Alkylpolyoxyethylen) in 1 l destilliertem Wasser zu verwenden. Durch Schütteln, Schleudern oder Stauchen mit einem geeigneten Stab ist das Filter mechanisch zu waschen. Dieser Vorgang ist mindestens einmal mit weiteren 80 ml neuer Waschflüssigkeit zu wiederholen.

1.2 Zentrifugieren

Die Suspension aus Staub, Waschflüssigkeit und vereinzelt Filterfasern wird 30 bis 40 Minuten bei > 3000 U/min zentrifugiert. Danach wird die Waschflüssigkeit mit den schwimmenden Polypropylenfilterfasern durch ein Rohr mit 2 bis 3 mm Durchmesser abgehebert und verworfen.

Weitere am Zentrifugenglas haftende Einzelfasern des Filters lassen sich mittels eines Gummiwischers leicht entfernen.

1.3 Trocknen

Der Rückstand des Zentrifugenglases wird mit destilliertem Wasser in eine kleine Petrischale oder eine Kristallisierschale gespült. Außerdem kann jetzt der aus der Filterkapsel gewonnene Staub (bis zu $1/3$ der Filterstaubmasse) dem Präparat zugemischt werden. Dieses Staubpräparat wird z.B. auf einem Laborstrahlungserhitzer bei geringer Leistung (zur Vermeidung von Spritzverlusten) langsam getrocknet.

1.4 Gewinnung des Staubpräparates

Der Staub ist möglichst vollständig mit einem Spatel aus dem Trockengefäß abzuheben und in einen Transportbehälter zu füllen.

1.5 Präparation der Filterringe für den weiteren Einsatz

Die gewaschenen Filterringe werden ca. 0,5 h oder länger in destilliertem Wasser gelagert und danach mit frischem destilliertem Wasser gespült, geschleudert und bei Raumtemperatur flach liegend getrocknet.

2 Destilliermethode

2.1 Waschvorgang

Der Filterring wird in ein Gefäß eingelegt und mit Waschflüssigkeit übergossen. Als Waschflüssigkeiten eignen sich Aceton und Ethanol. Bei der Wahl einer anderen Waschflüssigkeit muß beachtet werden, daß keine Beeinträchtigungen des Staubes und des Filtermaterials eintreten und daß die Forderungen des Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutzes eingehalten werden. Die Waschflüssigkeit ist vor der Verwendung gegebenenfalls einmal überzudestillieren.

Durch Schütteln, Schleudern oder Stauschen ist das Filter gründlich zu waschen. Die Waschflüssigkeit wird durch ein Feinsieb von 20 bis $63 \mu\text{m}$ Maschenweite in einen 500 ml-Einhals-Rundkolben mit Normalschliff NS 29 gefüllt.

Bei faserförmigen Staubproben muß die Siebung entfallen.

Anlage 10:

Gewinnung des Feinstaubes aus Ringfiltern der Schwebestaubprobenahmegeräte (Waschvorschrift)

Hrsg.: ZAM der DDR, letzte aktualisierte Ausgabe: Oktober 1985

Der Waschvorgang ist mindestens einmal mit neuer Waschflüssigkeit zu wiederholen. Je Filterring sollten für alle Waschungen insgesamt nicht mehr als 300 ml Waschflüssigkeit verwendet werden. Die Waschflüssigkeit darf nicht mit der Hand in Berührung kommen, um das Präparat nicht zu verunreinigen.

2.2 Einengen

Die Suspension aus Staub und Waschflüssigkeit ist in einem elektrisch beheizten Destillierapparat oder in einem Vakuum-Rotationsverdampfer bis auf ca. 25 ml einzuengen. Es ist zu vermeiden, daß die Waschflüssigkeit völlig abdestilliert wird. Man gewinnt auf diese Weise den größten Teil der Waschflüssigkeit wieder zurück.

Bei dem Destillierapparat sitzt auf dem Rundkolben ein Destillieraufsatz (ein Liebig-Kühler mit einer gekühlten Rohrlänge von ca. 50 cm). An den Kühler ist ein Vakuumvorstoß anzuschließen. Zur Gasableitung ist an der Vakuumtülle eine Schlauchverbindung zum Abzug herzustellen. Als Vorlage wird ebenfalls ein 500-ml-Rundkolben mit NS 29 verwendet. Die Destillation erfolgt unter Normaldruck. Bei der Anwendung eines Vakuum-Rotationsverdampfers ist nach der Bedienungsanleitung des Gerätes zu verfahren (Hersteller: VEB Jenaer Glas-

werk Schott & Gen., 6900 Jena, Postfach 175).

2.3 Trocknen

Die eingeeengte Flüssigkeit wird in eine kleine Petrischale oder in eine Kristallierschale gegossen und unter einem Abzug auf einem Laborstrahlungserhitzer getrocknet.

Bei der einfachen Destillation ist es erforderlich, den am Rundkolben anhaftenden Staub durch Nachspülen und mit Hilfe einer geeigneten, vorher mit der Waschflüssigkeit gereinigten Flaschenbürste zu entfernen und verlustarm in den Trockenbehälter zu bringen.

2.4 Präparation der Filterringe für den weiteren Einsatz

Die gewaschenen Filterringe sind flach liegend bei Raumtemperatur zu trocknen und können dann wieder verwendet werden.

Nachbemerkung

Änderungen der Waschmethode sind mit der Zentralstelle für Staubbekämpfung des Zentralinstituts für Arbeitsmedizin der DDR abzustimmen.

Anlage 11:

Zeitliche Entwicklung arbeitshygienischer Grenzwerte und Meßmethoden für nichttoxische Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel des Standards	veröffentlicht	verbindlich ab:	Staubart	Grenzwerte
1.	—	Arbeitshygienische Normativen für die Betriebe der DDR		1960, zur Anwendung empfohlen	<p>Staubgruppe I</p> <ul style="list-style-type: none"> — mineralische Stäube > 50 % kristall. SiO₂ — Asbeststaub <p>Staubgruppe II</p> <ul style="list-style-type: none"> — mineralische Stäube a) > 20 bis 50 % kristall. SiO₂ b) ≥ 5 bis ≤ 20 % kristall. SiO₂ — Talkstaub <p>Staubgruppe III</p> <ul style="list-style-type: none"> — mineralische Stäube < 5 % kristall. SiO₂ — mineralische und metallische Stäube ohne kristall. SiO₂ — pflanzliche, tierische und Kunststoffstäube 	<ul style="list-style-type: none"> ≤ 100 Teilchen/cm³ (für Teilchen ≤ 5 μm) ≤ 100 Teilchen/cm³ (alle Teilchen ≤ 120 μm) ≤ 250 T/cm³ (für Teilchen ≤ 5 μm) ≤ 500 T/cm³ (für Teilchen ≤ 5 μm) ≤ 500 T/cm³ (für Teilchen ≤ 5 μm) ≤ 800 T/cm³ (für Teilchen ≤ 5 μm) ≤ 800 T/cm³ (für Teilchen ≤ 5 μm) ≤ 800 T/cm³ (für Teilchen ≤ 5 μm)

Ild. Nr.	Probenahmeverfahren				Probenaufbereitung	Analyseverfahren
	Meßgerät	Dauer der Probenahme	Ansaugvolumen	Anzahl der Proben		
1.	Konimeter Modell I	nicht festgelegt, abhängig von der zu beurteilenden Staubexposition	1, 2,5 oder 5 cm ³	≥ 3 Einzelmessungen	mindestens 300fache Vergrößerung der Staubflecke	Auszählung und Korngrößenbestimmung im Hellfeld eines Mikroskopes

Anlage 11: Zeitliche Entwicklung arbeitshygienischer Grenzwerte und Meßmethoden für nichttoxische Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel des Standards	veröffentlicht	verbindlich ab:	Staubart	Grenzwerte
2.	—	Arbeitshygienische Normen — Messung und Bewertung nichttoxischer Stäube am Arbeitsplatz	15.08.1966	01.07.1966	Einteilung in 3 Staubgruppen nach dem Grad der Lungenschädlichkeit entspr. lfd. Nr. 1 ausgenommen: nichttoxische Kunststoffstäube, pflanzliche und tierische Stäube	entspr. lfd. Nr. 1

lfd. Nr.	Probenahmeverfahren				Probenaufbereitung	Analyseverfahren
	Meßgerät	Dauer der Probenahme	Ansaugvolumen	Anzahl der Proben		
2.	Konimeter Modell I und 10 (VEB Carl Zeiss Jena)	nicht festgelegt, abhängig von der zu beurteilenden Staubexposition	1, 2,5 oder 5 cm ³	≥ 3 Einzelmessungen	mindestens 300fache Vergrößerung der Staubfleck	<p>Auszählung und Korngrößenbestimmung mit Hilfe Netzmikrometer im Hellfeld eines Mikroskopes</p> <ul style="list-style-type: none"> – vollständige Auszählung bei Belegungsdichte < 500 T/Fleck und unregelmäßige Verteilung – Auszählung nach Sektorenmethode (2·18° des Vollkreises) bei zentrischer Lage des Staubfleckes und gleichmäßiger Verteilung. Ermittelte Teilchenzahl wird mit 10 multipliziert.

Anlage 11:

Zeitliche Entwicklung arbeitshygienischer Grenzwerte und Meßmethoden für nichttoxische Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel des Standards	veröffentlicht	verbindlich ab:	Staubart	Grenzwerte
3.	TGL 22311	Arbeitshygiene; Maximal zulässige Konzentration nichttoxischer Stäube am Arbeitsplatz	Febr. 1968	01.10.1968	<p>Staubgruppe I</p> <ul style="list-style-type: none"> – mineralische Stäube > 50 % kristall. SiO₂ ≤ 100 T/cm³ – Asbeststaub > 40 % Asbest ≤ 100 T/cm³ <p>Staubgruppe II</p> <ul style="list-style-type: none"> a) mineralische Stäube > 20 bis 50 % kristall. SiO₂ ≤ 250 T/cm³ Stäube aus Asbestzement oder anderen asbesthaltigen Stoffen ≤ 40 % Asbest ≤ 250 T/cm³ b) mineralische Stäube > 5 bis 20 % kristall. SiO₂ ≤ 500 T/cm³ – Talkstaub ≤ 500 T/cm³ <p>Staubgruppe III</p> <ul style="list-style-type: none"> – mineralische Stäube ≤ 5 % kristall. SiO₂ ≤ 800 T/cm³ – nichttoxische metallische Stäube ≤ 800 T/cm³ – Kunststoffstäube ≤ 800 T/cm³ 	<p>MAK-Werte gelten für Teilchen ≤ 5 µm einschl. Asbestfasern unabhängig von ihrer Länge</p>

lfd. Nr.	Probenahmeverfahren				Probenaufbereitung	Analyseverfahren
	Meßgerät	Dauer der Probenahme	Ansaugvolumen	Anzahl der Proben		
3.	Konimeter Modell 10	nicht festgelegt, abhängig von der zu beurteilenden Expositionsdauer	1, 2, 5 oder 5 cm ³	≥ 5 Einzelmessungen	Gesamtvergrößerung mindestens 300fach	Auszählung im Durchlicht-Hellfeld einer mikroskopischen Projektionseinrichtung mit Hilfe eines Kontaktstiftes und eines elektromagnetischen Zählwerkes. Zählmethodik entsprechend lfd. Nr. 2. Bei hohen Belegungsdichten und Eintreten des Überlagerungseffektes darf Teilchenzahl in vollen Tausendern geschätzt werden, wenn 1 cm ³ Probeluft angesaugt wurde.

Anlage 11:

Zeitliche Entwicklung arbeitshygienischer Grenzwerte und Meßmethoden für nichttoxische Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel des Standards	veröffentlicht	verbindlich ab:	Staubart	Grenzwerte
4.1	TGL 22311/O1	Arbeitshygiene; Maximal zulässige Konzentrationen nichttoxischer Stäube in der Luft am Arbeitsplatz; Begriffe, numerische Grenzwerte, konimetr. Staubkonzentrationsmessung	Sept. 1977	01.06.1978 für bestehende Betriebe	Staubgruppen I > 50 % kristall. SiO ₂ II > 20 bis 50 % kristall. SiO ₂ III > 5 bis 20 % kristall. SiO ₂ IV ≤ 5 % kristall. SiO ₂ V ohne kristall. SiO ₂	MAK _D ¹⁾ [T/cm ³] MAK _K ²⁾ [T/cm ³] 100 300 250 500 500 1 000 800 1 500 800 1 500
						Anmerkungen: 1) MAK _D : Maximal zulässige Arbeitsplatz-Dauer-Konzentration während einer Zeitdauer von 8,75 h. 2) MAK _K : Maximal zulässige Arbeitsplatz-Kurzzeit-Konzentrationen während einer Zeitdauer von 30 min während der höchsten Konzentration innerhalb der täglichen Arbeitszeit. Die arithmetischen Mittelwerte der Staubkonzentrationen dürfen die MAK _K - und MAK _D -Werte nicht überschreiten. Bei abweichender Schichtdauer t werden MAK _D -Werte multipliziert mit 8,75/t. Sind die auf diese Weise berechneten MAK _D -Werte größer als die dazu gehörigen MAK _K -Werte, so gelten nur die MAK _K -Werte.

Ifd. Nr.	Probenahmeverfahren				Probenaufbereitung	Analyseverfahren
	Meßgerät	Dauer der Probenahme	Ansaugvolumen	Anzahl der Proben		
4.2	TGL 22311/02	Arbeitshygiene; Maximal zulässige Konzentrationen nichttoxischer Stäube in der Luft am Arbeitsplatz; Schwebstaubprobenahme zur Analyse	März 1974	01.10.1976 für bestehende Betriebe	Probenahme von nichttoxischen Stäuben zur Bestimmung des Gehaltes an fibrogenen Komponenten (kristall. SiO ₂ , Asbest) mittels mineralogischer Phasenanalyse	
4.1	Konimeter Modell 10	nicht festgelegt, abhängig von der zu beurteilenden Expositionsdauer	1, 2, 4 oder 5 cm ³	≙ 10 Einzelmessungen repräsentativer Mittelwert gefordert	entsprechend Ifd. Nr. 3	Auszählung entsprechend Ifd. Nr. 3
4.2	Schwebstaubprobenahmegeräte SPG 10	in der Regel über gesamte Arbeitsschicht	10 m ³ /h	1	Zur Gewinnung der Feinstaubfraktion werden beaufschlagte Filterringe mit Aceton ausgewaschen. Das Aceton wird über Liebig-Kühler zurückdestilliert, das restliche Aceton wird eingedämpft. Als Rückstand verbleibt Feinstaubmasse. Grobstaubfraktion wird verlustarm aus dem Zyklon gewonnen.	<ul style="list-style-type: none"> – Phasenkontrastanalyse mit Hilfe der Röntgendiffraktometrie – Bestimmung der Masse durch Differenzwägung der Filterringe vor und nach der Beaufschlagung mit Hilfe einer Analysenwaage

Anlage 11:

Zeitliche Entwicklung arbeitshygienischer Grenzwerte und Meßmethoden für nichttoxische Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel des Standards	veröffentlicht	verbindlich ab:	Staubart	Grenzwerte
5.1	TGL 32601/01	Arbeitshygiene; Maximal zulässige Konzentrationen von Aerosolen mit vorwiegend fibrogener Wirkung in der Arbeitszone; Begriffe, Forderungen, Grenzwerte	Okt. 1975	01.01.1978 für Projektierung neuer und Rekonstruktion alter Betriebe	Stäube mit fibrogenen Komponenten kristall. SiO ₂	<p>– Kurzzeitgrenzwerte MAK_K (Gesamtstaub) [mg/cm³]</p> <p>Aerosole mit > 70 % kristall. SiO₂ 1 von 10 bis 70 % SiO₂ 2 von 2 bis 10 % SiO₂ 4 < 2 % 10</p>
5.2	TGL 32601/02	“ Meßmethoden	Okt. 1975	01.01.1978 für Projektierung neuer und Rekonstruktion alter Betriebe	SiO ₂ -haltige Stäube	<p>– Dauergrenzwerte MAK_D [Feinstaub] [mg/cm³]</p> <p>fibrogene Substanzen 0,1 inerte Substanzen ohne spezifische Wirkung 5,0 für Substanzgemische gilt:</p> $\bar{c} = \left(\frac{q_2}{0,1} + \frac{1 - q_2}{5,0} \right) < 1$ <p>dabei ist</p> <p>\bar{c}_2 = mittlere Staubkonzentration über eine ganze Arbeitsschicht</p> <p>q_2 = relativer Massenanteil des Gehaltes an kristall. SiO₂ im Feinstaub</p>

Ifd. Nr.	Probenahmeverfahren				Probenaufbereitung	Analyseverfahren
	Meßgerät	Dauer der Probenahme	Ansaugvolumen	Anzahl der Proben		
5.2	Schwebestaubprobenahmegerät SPG 10 zweistufige gravimetrische Messung der Fein- und Grobstaubfraktion	30 min Kurzzeitmessung 1 Arbeitsschicht Dauermessung; mindestens ½ Arbeitsschicht	10 m³/h	1 Probe während der Beurteilungszeit	Aufbereitung entspricht Pkt. 4.2	Physikalische Methoden: – Röntgendiffraktometrie (Vorzugsmethode) – Infrarotspektroskopie – Differentialthermoanalyse Chemische Methoden: – Pyrophosphorsäuremethode – Methode nach POLEZAEV

Anlage 11:

Zeitliche Entwicklung arbeitshygienischer Grenzwerte und Meßmethoden für nichttoxische Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel des Standards	veröffentlicht	verbindlich ab:	Staubart	Grenzwerte
6.1	TGL 32601/03	Arbeitshygiene; Maximal zulässige Konzentrationen von Aerosolen mit vorwiegend fibrogener Wirkung in der Arbeitszone; Asbest, Meßmethoden, Bewertung	Juli 1976	01.12.1976	asbesthaltige Stäube (Serpentin- und Amphibolasbeste) auch Talkum, wenn nicht Asbestfreiheit nachgewiesen	<p>— Bewertung gravimetrischer Staubkonzentrationen</p> <p>Kurzzeitbewertung $c_0 \leq 5,0 \text{ ng/m}^3$ $c_0 = \text{Kurzzeit-Gesamstaubkonzentration}$</p> <p>Schichtbewertung: Für Asbestgehalte im Feinstaub $0,01 \leq a_2 \leq 1,0$ gilt</p> $\bar{c} = \left(\frac{a_2}{0,05} + \frac{1 - a_2}{2,0} \right) < 1$ <p>$\bar{c} = \text{Schicht-Feinstaubkonzentration in mg/m}^3$</p> <p>Für Asbestgehalte $a_2 < 0,01$ $\bar{c} \leq 1,5 \text{ mg/m}^3$</p> <p>— Bewertung konimetrischer Staubkonzentrationen</p> <p>Kurzzeitbewertung $c_F \leq \text{F/cm}^3$; $c_T \leq 500 \text{ T/cm}^3$</p> <p>Schichtbewertung $\bar{c}_F \leq 2 \text{ F/cm}^3$; $\bar{c}_T \leq 250 \text{ T/cm}^3$</p>

Ifd. Nr.	Probenahmeverfahren				Probenaufbereitung	Analyseverfahren
	Meßgerät	Dauer der Probenahme	Ansaugvolumen	Anzahl der Proben		
6.1	SPG 10	30 min Kurz- zeitmessung 1 Arbeitsschicht	10 m ³ /h	1 Probe während der Beur- teilungszeit	Aufbereitung ent- spricht Ifd. Nr. 4.2	Analyse entspricht Ifd. Nr. 4.2

Anlage 11:

Zeitliche Entwicklung arbeitshygienischer Grenzwerte und Meßmethoden für nichttoxische Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel des Standards	veröffentlicht	verbindlich ab:	Staubart	Grenzwerte
7.1	TGL 32620/02	<p>Arbeitshygiene; Maximal zulässige Konzentrationen nichttoxischer Stäube in der Luft am Arbeitsplatz; gravimetrische Grenzwerte</p> <p>Anmerkung: Die gravimetrische Messung und Bewertung ist grundsätzlich für alle nichttoxischen Stäube vorzunehmen, mit Ausnahme asbesthaltiger Stäube</p>	April 1983	01.01.1984	nichttoxische Stäube außer Asbest	<p>— Gesamtstaub-MAK_D-Werte MAK_{0D} = 10 mg/m³ Für alle nichttox. Stäube, unabh. vom Gehalt an kristall. SiO₂ MAK_{0D} = 5 mg/m³ Für nichttox. Stäube aus exotischen Hölzern, Rohbaumwolle, Hanf und Flachs</p> <p>— Gesamtstaub-MAK_K-Wert MAK_{0K} = 30 mg/m³ Für alle nichttox. Stäube unabh. vom Gehalt an kristall. SiO₂</p> <p>— Feinstaub-MAK_D-Werte MAK_{2D} = 0,1 mg/m³ Für kristall. SiO₂ (q₂ = 100 %) MAK_{2D} = 5 mg/m³ Für nichttox. Stäube mit SiO₂-Gehalt unterhalb der Nachweisgrenze (q₂ < 1 %)</p> $S_Q = \frac{c_{2D} \cdot q_2}{0,1 - 100} + \frac{c_{2D} (100 - q_2)}{5,0 \cdot 100}$ $MAK_{2D} = \frac{500}{49q_2 \cdot 100}$ <p>Für S_Q ≤ 1 ist MAK_{2D} eingehalten; für S_Q > 1 ist MAK_{2D} überschritten</p>

lfd. Nr.	Standard-Nr.	Titel des Standards	veröffentlicht	verbindlich ab:	Staubart	Grenzwerte
7.2	TGL 32620/05	<p>Arbeitshygiene; Maximal zulässige Konzentrationen nichttoxischer Stäube in der Luft am Arbeitsplatz.</p> <p>Asbesthaltige Stäube, konimetrische Grenzwerte</p> <p>Anmerkung: Zur Messung und Bewertung asbesthaltiger Stäube ist vorzugsweise das konimetrische Meß- und Bewertungsverfahren anzuwenden</p>	April 1983	01.01.1984	asbesthaltige Stäube	<p>– Kurzzeit-Grenzwerte $MAK_{FK} = 2 \text{ f/cm}^3$ $MAK_{TK} = 500 \text{ f/cm}^3$</p> <p>– Schicht-Grenzwerte $MAK_{FD} = 1 \text{ f/cm}^3$ $MAK_{TD} = 250 \text{ f/cm}^3$</p>

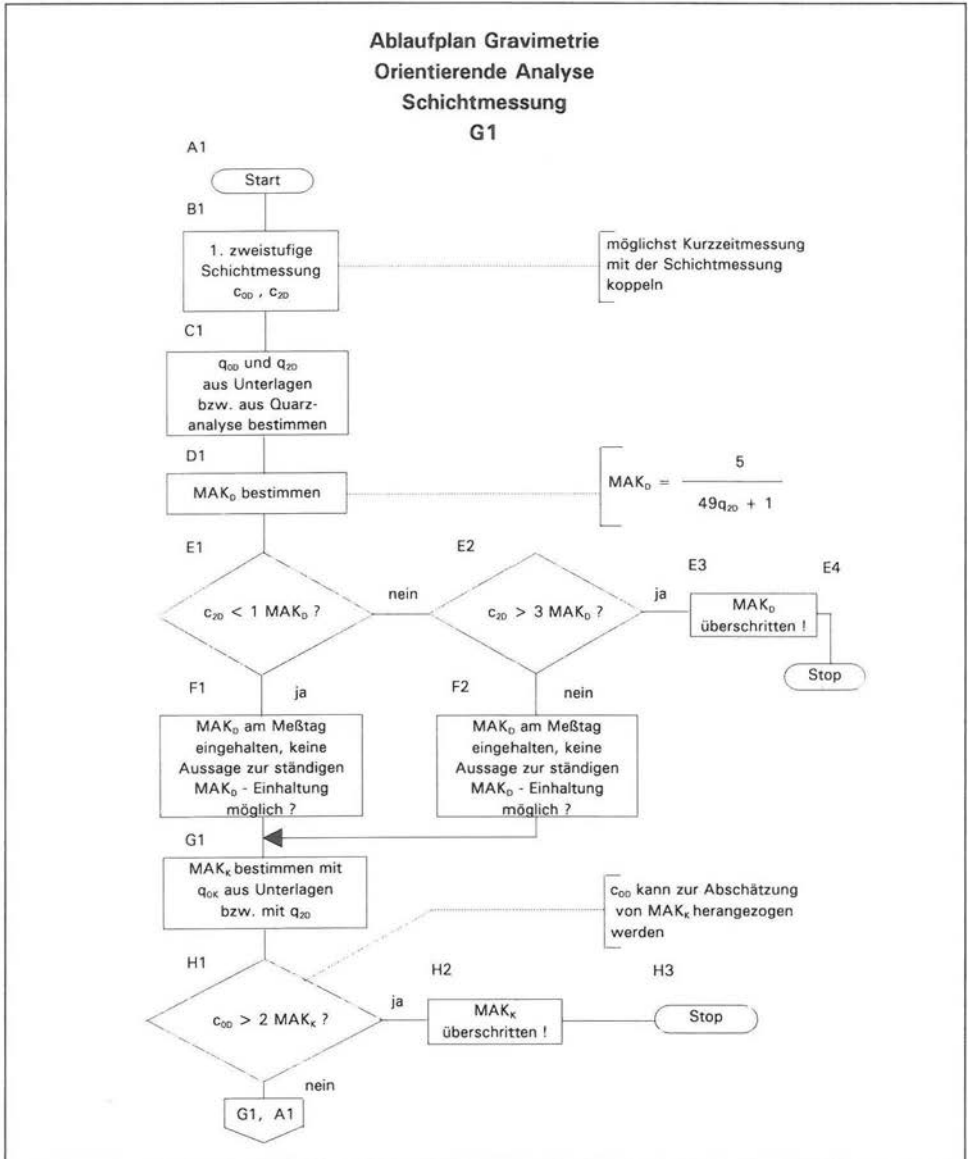
Anlage 11:

Zeitliche Entwicklung arbeitshygienischer Grenzwerte und Meßmethoden für nichttoxische Stäube an Arbeitsplätzen in der DDR

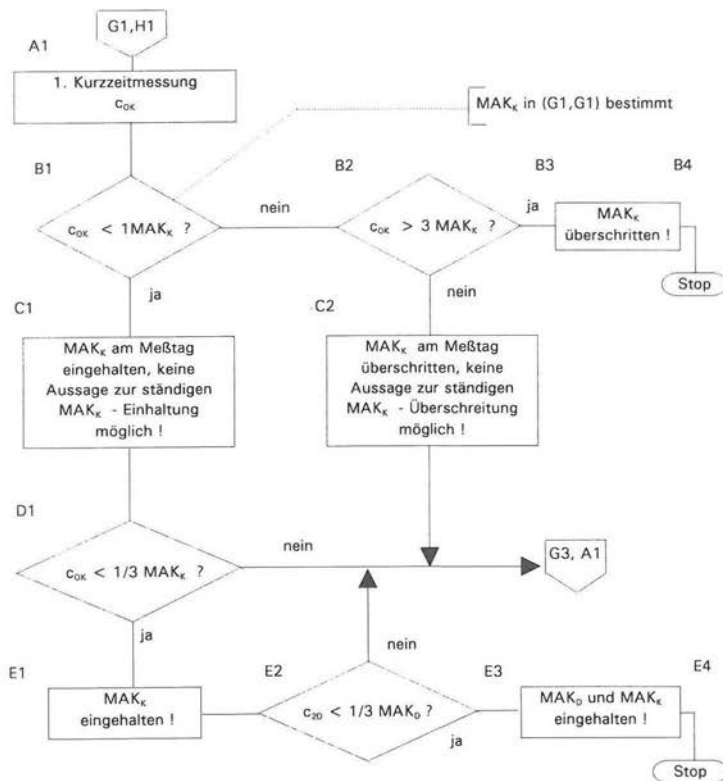
lfd. Nr.	Standard- Nr.	Titel des Standards	veröffentlicht	verbindlich ab:	Staubart	Grenzwerte
7.3	TGL 32621/01	Arbeitshygiene; Bestimmung nichttoxi- scher Stäube in der Luft am Arbeitsplatz; Allgemeine Forderun- gen an die Probe- nahme und die Aus- wertung der Proben	März 1983	01.01.1984	nichttoxische Stäube	

lfd. Nr.	Probenahmeverfahren				Probenaufbereitung	Analyseverfahren
	Meßgerät	Dauer der Probenahme	Ansaugvolumen	Anzahl der Proben		
7.3	SPG 210 für zwei- stufige gra- vimetrische Messung Konimeter Modell 10 (Carl Zeiss Jena)	30 min bei Kurz- zeitmessung 1 Arbeitsschicht zur Bestimmung der Schichtkon- zentration (min- destens 5h) w.o.	9 m ³ /h 1, 2, 5 oder 5 cm ³	1 Zur Bestim- mung der Teilchen- konzentra- tion ≥ 10 Einzelmes- sungen zur Asbest- faserbe- stimmung ≥ 20 Einzel- messungen	Filterringe werden ausgewaschen (Waschflüssigkeit: Aqua dest. mit Netzmittel). Die Suspension aus Staub und Wasch- flüssigkeit wird zentrifugiert. Die über dem ab- gesetzten Staub am Boden der Zentri- fugengläser stehende Flüssigkeitssäule wird abgesaugt. Der Rückstand wird mit destilliertem Wasser in eine Petrischale gespült und getrocknet. Abschließend er- folgt mit Hilfe eines Spatels das Über- führen in ein Trans- portbehältnis.	Zur Bestimmung des Gehaltes an fibrogenen Komponenten sind anzuwenden: — Röntgendiffraktometrie — Infrarotspektroskopie Zur qualitativen Analyse: z.B. Polarisations-, Phasen- kontrast- und Elektronen- mikroskopie

Anlage 12:
 Flußbilder für den Ablauf gravimetrischer
 Staubmessungen im Rahmen orientierender und
 spezieller Analysen für nichttoxische Stäube [23]

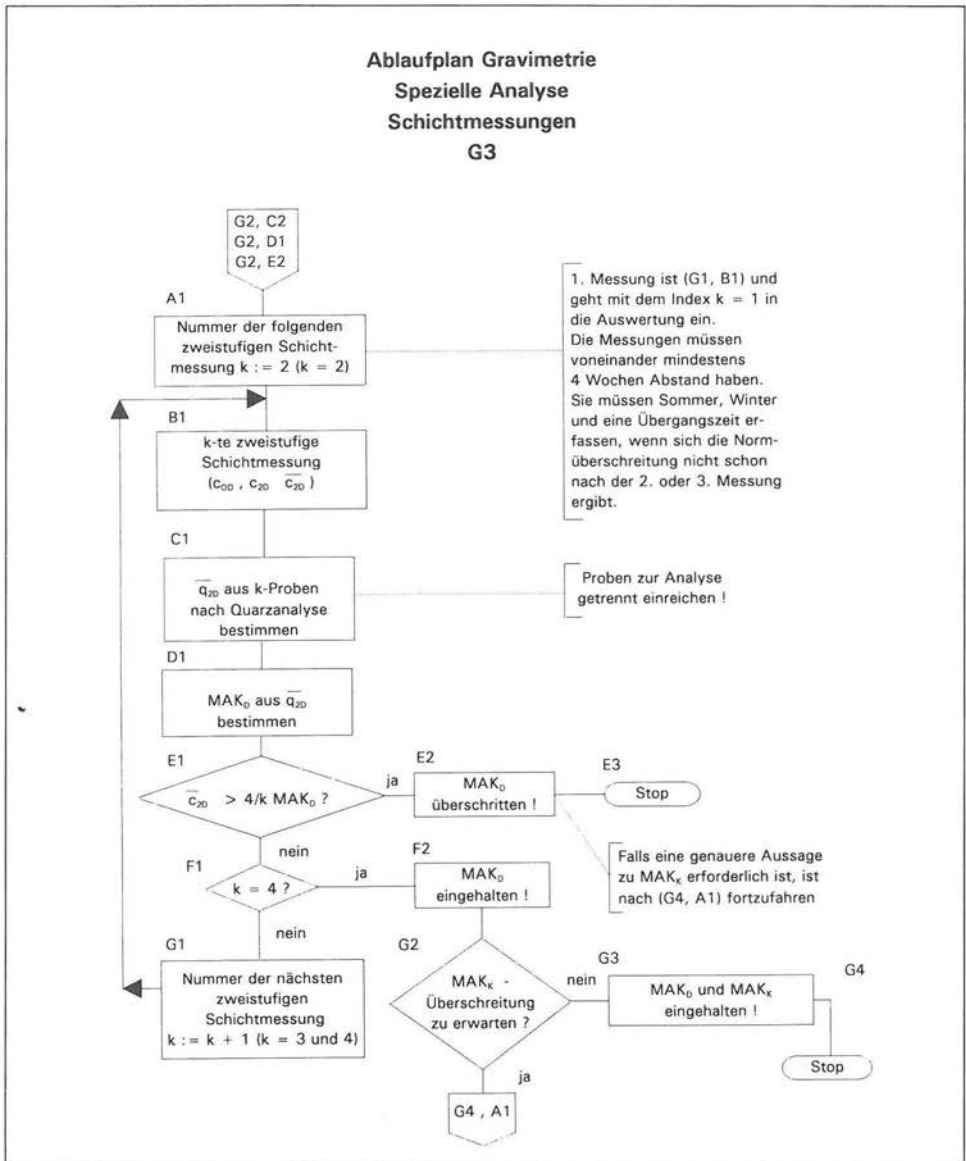


**Ablaufplan Gravimetrie
Orientierende Analyse
Kurzzeitmessung
G2**

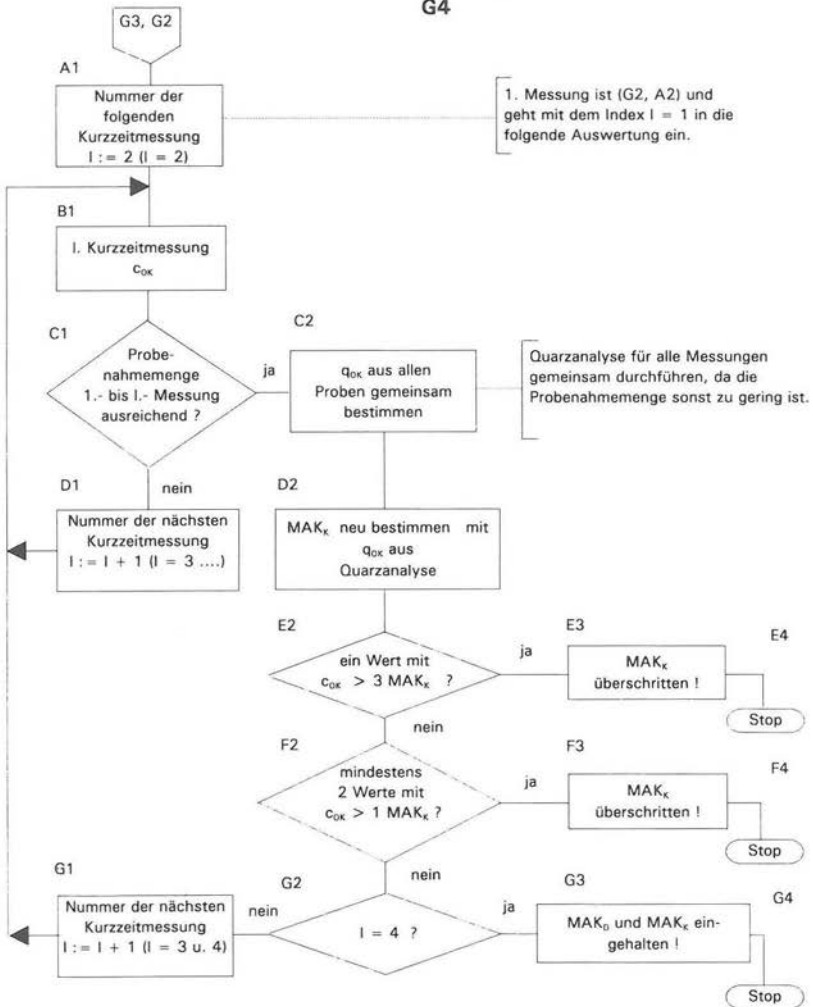


Anlage 12:

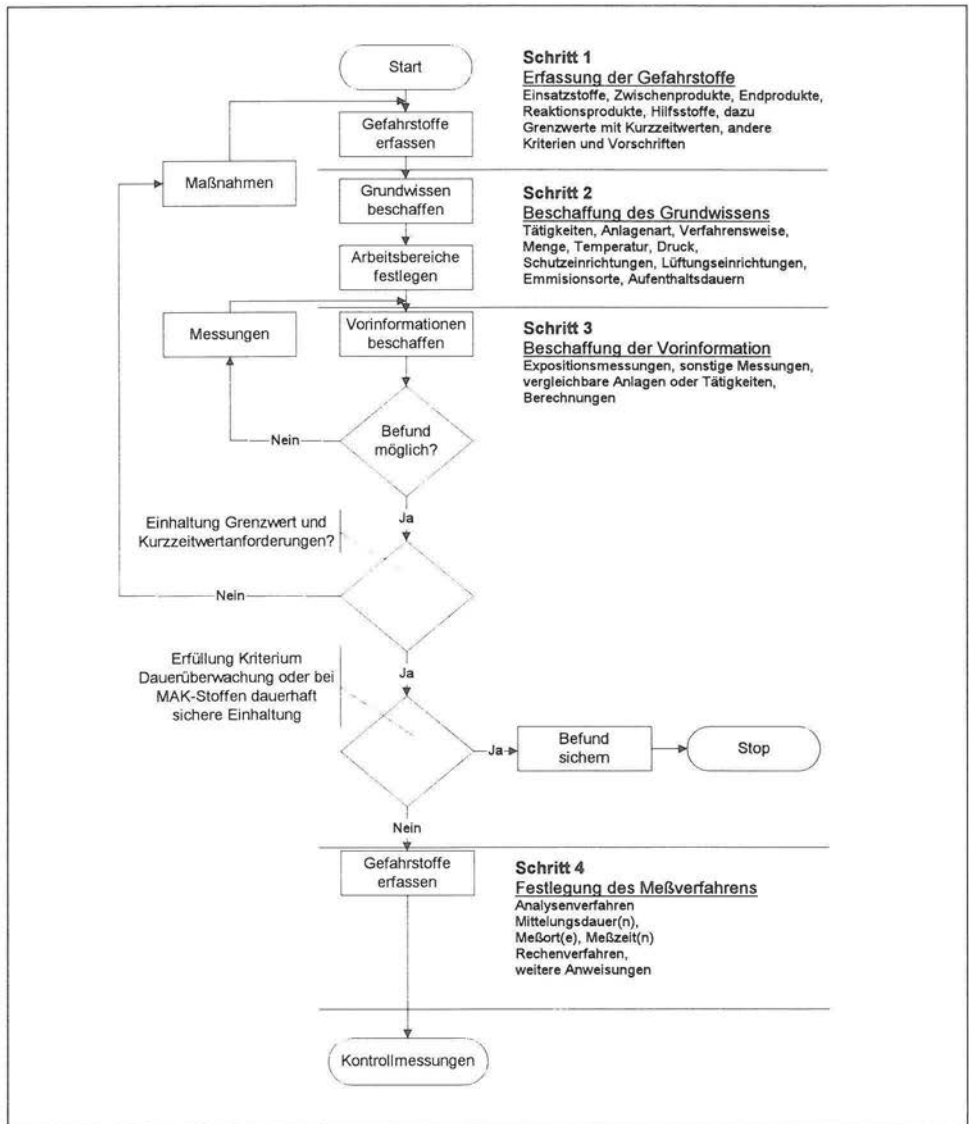
Flußbilder für den Ablauf gravimetrischer Staubmessungen im Rahmen orientierender und spezieller Analysen für nichttoxische Stäube [23]

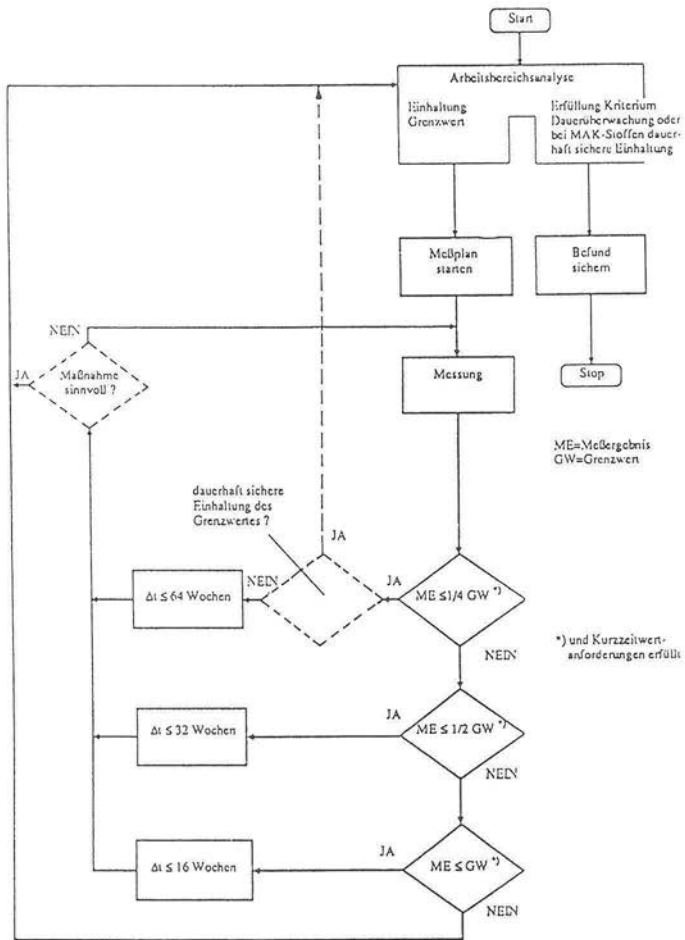


Ablaufplan Gravimetrie Spezielle Analyse Kurzzeitmessungen G4



Anlage 13: Flußbilder zur Darstellung des Ablaufes der Überwachung von Arbeitsbereichen [12]





Anlage 13: Flußbilder zur Darstellung des Ablaufes der Überwachung von Arbeitsbereichen [12]

