

# Konventionsverfahren zur Bestimmung des löslichen Anteils von Stäuben aus Arbeitsbereichen

M. Mattenklott

**Zusammenfassung** Es wird ein Konventionsverfahren zur Diskussion gestellt, mit dem der lösliche Anteil des Staubes von Luftproben bestimmt werden kann. Die Verfahrensentwicklung wurde bislang für Filter des Probenahme-systems PM 4 (Filterdurchmesser 70 mm, Cellulosenitratfilter, alveolengängige Staubfraktion) durchgeführt. Die Bestimmung des löslichen Anteils erfolgt direkt an beaufschlagten Filtern. Diese werden nach Bestimmung der Staubmasse in eine spezielle Absaugvorrichtung eingespannt und zweimal für jeweils eine halbe Stunde mit deionisiertem Wasser als Lösungsmittel unter Rühren überschichtet. Anschließend werden die Filter erneut gewogen und so der lösliche Anteil und der verbleibende schwer bzw. nicht lösliche Anteil ermittelt. Es wird empfohlen, das Konventionsverfahren einzusetzen, um für verschiedene Arbeitsbereiche exemplarisch Daten zur Löslichkeit von Stäuben zu sammeln.

## Convention method for the determination of the soluble portion of workplace air dusts

**Abstract** A convention method for the determination of the soluble portion of dust in air samples is presented as a basis for discussion. The method was developed for filters of the sampling system PM 4 (filter diameter: 70 mm, cellulose nitrate filters, respirable dust fraction). The soluble portion is determined directly from the loaded filters. After weighing the dust mass, the filters are fixed in a suction unit and are twice eluted applying de-ionized water as a solvent for 30 min while stirring. Subsequently the filters are weighed again to determine the soluble and insoluble portions, respectively. This convention method is recommended for gathering data on the solubility of dusts collected from various working areas.

## 1 Einführung

Der Allgemeine Staubgrenzwert ist nach der bisherigen Technischen Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900 auf die Summe der schwer löslichen bzw. unlöslichen Stäube der alveolengängigen und einatembaren Staubfraktion anzuwenden [1]. Vorbehaltlich möglicher Modifizierungen ist davon auszugehen, dass die Festlegung zum löslichen Anteil als eine wesentliche Randbedingung des Allgemeinen Staubgrenzwertes in der TRGS 900 Bestand haben wird. Eine Definition dafür, was in einem Staubgemisch als löslicher Anteil zu betrachten ist, oder Vorgaben für ein Analysenverfahren zur Bestimmung des löslichen Anteils bestehen bisher jedoch nicht. Bislang sind zwei Konventionsverfahren zur Bestimmung des löslichen Anteils von Stäuben vorgestellt worden [2]. Im Institut für Gefahrstoff-Forschung – IGF wurde ein Verfahren zur Anwendung im untertägigen Bergbau ausgearbeitet. Das zweite, im Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz – BGIA entwickelte Verfahren wird im Folgenden beschrieben.

Dr. rer. nat. Markus Mattenklott,

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA,  
Sankt Augustin.

## 2 Anwendung der Regelungen zum löslichen Anteil von Stäuben nach TRGS 900

In Abschnitt 2.4 der TRGS 900 sind die Anwendung und der Geltungsbereich des Allgemeinen Staubgrenzwertes beschrieben. Dort ist unter anderem Folgendes festgelegt:

„(3) Der allgemeine Staubgrenzwert wird als Schichtmittelwert festgelegt und ist anzuwenden für schwerlösliche bzw. unlösliche Stäube, die nicht anderweitig reguliert sind, oder für Mischstäube. Er darf nicht angewendet werden auf Stäube, bei denen erbgutverändernde, krebserzeugende, fibrogene, toxische oder allergisierende Wirkungen zu erwarten sind (...). Hier gilt der Grenzwert als allgemeine Obergrenze, zusätzlich sind aber die stoffspezifischen Luftgrenzwerte einzuhalten.

(4) Der Grenzwert gilt nicht für lösliche Stäube, ultrafeine und grobdisperse Partikeln (Definition siehe [2]), ...

(5) Enthalten Stäube lösliche Bestandteile, so ist je nach Partikelfraktion die Löslichkeit in unterschiedlicher Weise zu berücksichtigen. Für die Bewertung und Analytik von Stäuben mit Anteilen löslicher Partikelfraktionen ist ein Vorschlag in [2] enthalten.“

Bei der Anwendung dieser Vorgaben sind verschiedene Aspekte zu beachten. Da das Vorliegen einer einzigen Art von Staubpartikeln äußerst selten ist, ist in der Regel vom Auftreten von Mischstäuben auszugehen. Der Allgemeine Staubgrenzwert bezieht sich auf die Summe aller Stäube, die nicht ultrafein, grobdispers oder löslich sind. Lässt man die ultrafeinen und grobdispersen Partikeln zunächst außer Betracht, ist demnach vor der Bestimmung der Staubmasse im Analysenlabor der lösliche Anteil zu entfernen. Der verbleibende schwer lösliche bzw. unlösliche Anteil des Staubes ist dann zur Beurteilung mit dem Allgemeinen Staubgrenzwert heranzuziehen. Jedoch ist zu beachten, dass ergänzend zum Allgemeinen Staubgrenzwert stoffspezifische Grenzwerte gelten. Dies können auch Grenzwerte für lösliche Stoffe sein. In einem solchen Fall ist es nicht mehr möglich, nach Bestimmung des löslichen Anteils einer Luftprobe im verbleibenden Staub die Konzentration des betreffenden löslichen Stoffes zu bestimmen. Die Priorität liegt in der Regel bei der Ermittlung der Exposition gegenüber dem Stoff mit einem spezifischen Grenzwert. Gegebenenfalls sind zwei parallele Probenahmen durchzuführen.

## 3 Definitorische Probleme

Der Begriff der Löslichkeit von Partikeln eines Staubes ist im Zusammenhang mit dem Zielorgan der Staubbelastungen, der Lunge, zu sehen. Staubpartikeln in der Lunge sind teilweise über Jahrzehnte komplexen Einwirkungen unterworfen. Die Bestimmung der Löslichkeit von Stäuben aus Luftproben im Analysenlabor soll im Gegensatz dazu mit einem vertretbaren Aufwand kurzfristig relevante Aussagen liefern. Aus diesem Grund kann ein Analysenverfahren bestenfalls als Konvention betrachtet werden. Eine realitätsnahe

Abbildung der Lösungsvorgänge in der Lunge kann damit aber nicht erreicht werden.

Bei der Erarbeitung eines solchen Konventionsverfahrens ist eine Reihe von Parametern festzulegen, die das Ergebnis der Bestimmung maßgeblich beeinflussen:

- Art des Lösungsmittels (z. B. Wasser, verdünnte Salzsäure, Pufferlösung, Serumflüssigkeit),
- Mengenverhältnis von Staub zu Lösungsmittel,
- Temperatur des Lösungsmittels,
- Dauer des Lösungsvorganges,
- Durchmischung,
- Zahl der Wiederholungen des Lösungsschrittes.

Somit wird der lösliche Anteil eines Staubes nicht qualitativ anhand der Inhaltsstoffe, sondern durch Parameter des Analysenverfahrens festgelegt.

#### 4 Konventionsverfahren zur Bestimmung des löslichen Anteils von Stäuben

##### 4.1 Testsubstanzen

Zur Entwicklung des Verfahrens für die Bestimmung des löslichen Anteils von Stäuben wurden Versuchsreihen mit verschiedenen Materialien durchgeführt, die als gut bzw. teilweise löslich gelten und in verschiedenen Arbeitsbereichen zu erwarten sind. Parallel dazu wurden auch schwerer lösliche Materialien verwendet. Als Testsubstanzen wurden eingesetzt:

- Halbhydrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ , nicht abgebundenes Handelsprodukt „Gips“),
- Gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ),
- Millicarb ( $\text{CaCO}_3$ , industrielles Produkt),
- Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$  zur Analyse, Laborbedarf),
- Dolomit ( $\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$ , industrielles Produkt),
- Kreide (sedimentäres Carbonat überwiegend organischen Ursprungs),
- Eisen(III)oxid ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , zur Analyse, Laborbedarf),
- Apatit ( $\text{Ca}_5[\text{F}/(\text{PO}_4)]_3$ , industrielles Produkt),
- Wollastonit ( $\text{Ca}_3[\text{Si}_5\text{O}_9]$ , industrielles Produkt).

Die Stoffe lagen entweder bereits in einer Korngröße vor, die in den Bereich der alveolengängigen Staubfraktion fällt, oder wurden aufgemahlen. Für die Versuche wurde die jeweils eingesetzte Menge der Testsubstanz lose auf die Filter gegeben.

##### 4.2 Apparatur zur Bestimmung des löslichen Anteils

Ein Ziel der Verfahrensentwicklung war es, den präparativen Aufwand der Bestimmung möglichst gering zu halten. Für die Bestimmung des löslichen Anteils wurde eine Absaugeinrichtung erstellt, die in **Bild 1** dargestellt ist. Das mit

Staub beaufschlagte Filter mit einem Durchmesser von 70 mm wird nach der Ermittlung der Staubmasse in die Absaugvorrichtung eingespannt, die sich auf einer Saugflasche befindet. Der zylindrische Raum über dem Filter mit einem Volumen von 280 ml dient zur Aufnahme des Lösungsmittels und ist so beschaffen, dass die gesamte beaufschlagte Filterfläche (Durchmesser 60 mm) dem Lösungsmittel ausgesetzt ist. In das Lösungsmittel wird ein Rührer eingeführt. Nach dem Lösungsschritt kann das Lösungsmittel durch das Filter abgesaugt werden. Weitere Lösungsschritte können sich anschließen.

##### 4.3 Ablauf der Bestimmung

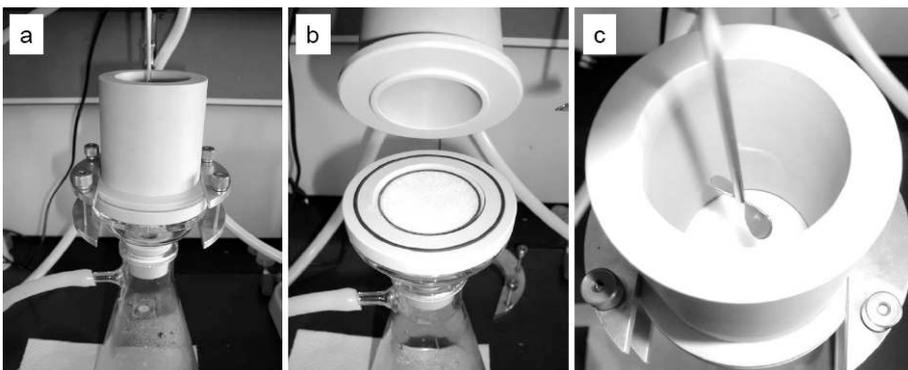
Die Bestimmung der Löslichkeit wird unter normalen Laborbedingungen bei 20 °C durchgeführt. Ihr Ablauf ist in [2] beschrieben. Nach Einspannen des Filters und Einfüllen von 250 ml Lösungsmittel dauert der erste Lösungsschritt 30 min. Während dieser Zeit wird die Suspension mit einem Rührer durchmischt, um die Ausbildung eines Lösungsgradienten über dem Filter und damit eine Behinderung des Lösungsfortschritts zu vermeiden. Anschließend wird die Lösung durch das Filter gesaugt. Es ist darauf zu achten, dass nicht bereits während des Lösungsschritts ein Teil des Lösungsmediums in die Saugflasche abfließt. Direkt danach wird in gleicher Weise ein zweiter Lösungsschritt durchgeführt. Dadurch soll vermieden werden, dass ein in Lösung gegangener Stoff die Löslichkeit eines anderen Stoffs im Staubgemisch wesentlich behindert.

Anschließend kann das Filter entnommen werden. Nach Trocknung und Klimatisierung des Filters kann der verbliebene unlösliche bzw. schwer lösliche Anteil des Staubes durch Wägung ermittelt werden. Zu beachten ist, dass die Filtermasse durch die Löslichkeitsbestimmung verändert wird. Zur Berücksichtigung dieser Masseänderung bei der Auswertung ist deshalb die Bestimmung des löslichen Anteils an Blindfiltern notwendig.

Die Dichtigkeit der Absaugapparatur ist zu testen. In einem ersten Schritt kann hierzu die Bestimmung der Löslichkeit mit einem feinkörnigen bzw. gemahlene, gut sichtbaren Staub erfolgen; bewährt hat sich Eisen(III)oxid. Nach dem Lösungsschritt kann optisch kontrolliert werden, ob eine scharfe Begrenzung des beaufschlagten Bereichs auf dem Filter vorliegt. In einem zweiten Schritt wird durch Filtration der abgesaugten Lösungsmenge kontrolliert, ob Staub die Apparatur an undichten Stellen passiert hat.

##### 4.4 Art des Lösungsmittels

In Versuchsreihen wurde bei den gewählten Versuchsparametern (siehe oben) für die verschiedenen Testsub-



**Bild 1.** a) Prototyp der Apparatur zur Bestimmung des löslichen Anteils von Stäuben (ausgelegt für die Bestimmung an Filtern mit 70 mm Durchmesser (Erläuterungen im Text); b) Auflagebereich mit Glasfritte für das mit Staub beaufschlagte Filter; c) Zylindrischer Aufsatz zur Durchführung des Lösungsschritts mit eingesetztem Rührer.

Material	Einwaage in mg	Gelöster Anteil in % in Lösungsmittel			Absolut gelöste Masse in mg in Lösungsmittel		
		H <sub>2</sub> O	0,1 n HCl	Pufferlösung pH 7	H <sub>2</sub> O	0,1 n HCl	Pufferlösung pH 7
Halbhydrat	50	90,3	94,9	–	45,2	47,5	–
	100	91,9	95,0	19,9	91,9	95,0	19,9
	500	87,7	94,0	11,7	438,6	470,1	58,7
Gips (abgebunden)	50	93,5	–	–	46,8	–	–
	100	93,1	94,8	31,4	93,1	94,8	31,4
	500	93,3	95,4	3,1	466,6	477,2	15,7
Millicarb	50	17,1	–	–	8,5	–	–
	100	7,5	99,6	33,3	7,5	99,6	33,3
	500	4,2	99,7	5,7	20,8	498,4	28,6
CaCO <sub>3</sub> p.a.	50	19,8	97,9	–	9,9	49,0	–
	100	11,1	99,2	24,1	11,1	99,2	24,1
	500	6,7	99,9	10,7	33,5	499,4	53,7
Dolomit	50	11,6	–	–	5,8	–	–
	100	1,9	96,1	13,6	1,9	96,1	13,6
	500	4,5	97,9	13,5	22,6	489,7	67,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	50	7,9	–	–	4,0	–	–
	100	1,5	5,6	-4,3	1,5	5,6	-4,3
	500	0,1	2,0	-0,9	(0,4)	9,9	-4,4
Apatit	50	17,3	–	–	8,7	–	–
	100	5,0	–	–	5,0	–	–
	500	1,7	–	–	8,5	–	–
Kreide	50	49,6	–	–	24,8	–	–
	100	17,9	–	–	17,9	–	–
	500	13,6	–	–	67,9	–	–
Wollastonit	50	5,3	–	–	2,6	–	–
	100	6,7	–	–	6,7	–	–
	500	16,0	–	–	79,9	–	–

Gelöster Anteil und gelöste Masse verschiedener Stoffe in Abhängigkeit vom Lösungsmittel und von der Einwaage (Versuchsbedingungen: siehe Text).

–: nicht bestimmt

(): Wert unterhalb der Nachweisgrenze

stanzen die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln ermittelt. Die **Tabelle** und **Bild 2** zeigen die Resultate der Versuche mit 0,1 n Salzsäure, Phosphat-Pufferlösung mit pH 7 (0,029 M NaOH, 0,050 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) und deionisiertem Wasser.

Bei der Verwendung von 0,1 n Salzsäure ist zu erkennen, dass die Ca-Sulfate und die Carbonate nahezu vollständig in Lösung gehen, während das Fe-Oxid als schwerer lösliche Komponente nur zu einem geringen Anteil gelöst wird. Hierbei hat die Einwaage im gewählten Bereich des Verfahrens (100 bzw. 500 mg Substanz in 250 ml Lösungsmittel) keinen relevanten Einfluss. Die Ergebnisse für die Bestimmung mit der Pufferlösung sind dagegen unbefriedigender. Es ist zu erkennen, dass der lösliche Anteil bei größerer Einwaage abnimmt, demnach das Lösungsvolumen bei Verwendung der Pufferlösung nicht groß genug ist. Allerdings ist für den Gips auffällig, dass die beim Lösungsschritt gelöste Masse bei der größeren Einwaage deutlich geringer ist als bei der kleineren Einwaage. Eine Unterscheidung zwischen den leichter löslichen Sulfaten und den Carbonaten ist nicht zu erkennen. Zudem war festzustellen, dass sich auch die Masse des Filtermediums durch die Einwirkung der Pufferlösung schlechter reproduzierbar verändert als bei Verwendung von 0,1 n Salzsäure oder deionisiertem Wasser. Bei Einsatz von deionisiertem Wasser gehen die Sulfate, unabhängig von der Einwaage weitgehend in Lösung (siehe auch **Bild 3**). Die Carbonate zeigen im Vergleich dazu eine etwa um den Faktor 10 geringere Löslichkeit. Zudem ist für die

Carbonate auch eine Abnahme des löslichen Anteils bei zunehmender Einwaage zu beobachten. Auffällig ist hingegen die sowohl absolute als auch relative Zunahme des löslichen Anteils bei zunehmender Einwaage für Wollastonit.

Für alle drei in den Testreihen eingesetzten Medien ergeben sich für die Bestimmung des löslichen Anteils von Stäuben somit gewisse Einschränkungen. Bei der Verwendung von

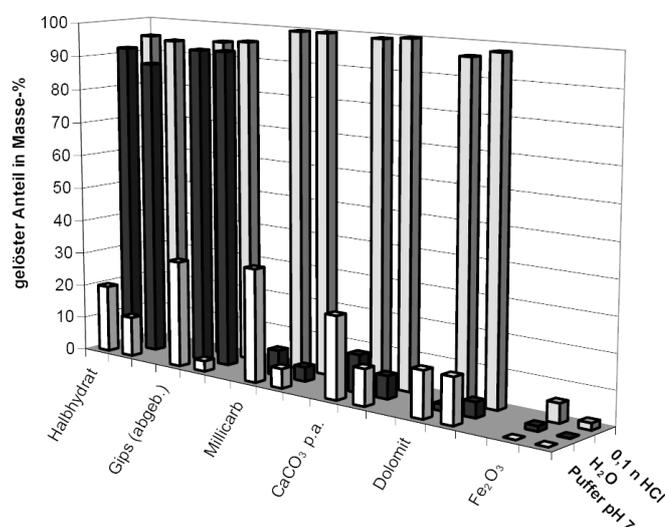


Bild 2. Gelöster Anteil verschiedener Stoffe in Abhängigkeit vom Lösungsmittel und von der Einwaage – linker Balken 100 mg, rechter Balken 500 mg – in 250 ml Lösungsmittel (Versuchsbedingungen: siehe Text).

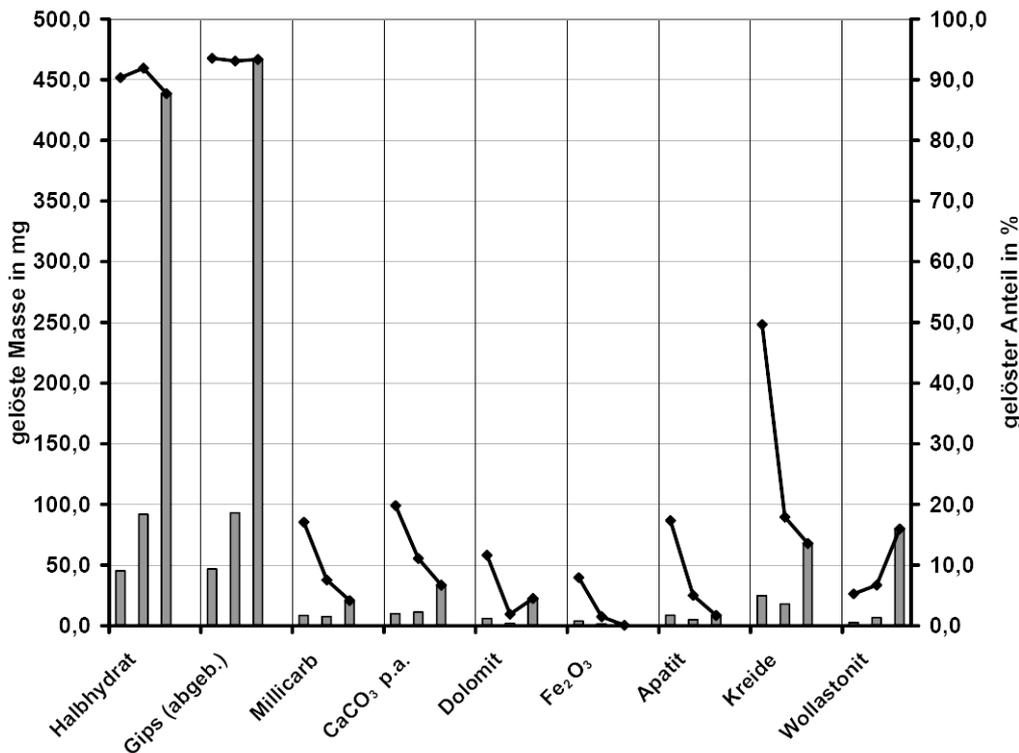


Bild 3. In 250 ml deionisiertem Wasser gelöster Anteil bzw. gelöste Masse verschiedener Stoffe in Abhängigkeit von der Einwaage (jeweils 50, 100 und 500 mg; Versuchsbedingungen: siehe Text).

Wasser ist anzunehmen, dass aufgrund der nur begrenzten Einwirkdauer der lösliche Anteil eher unterschätzt wird. Die Verwendbarkeit von 0,1 n Salzsäure ist aus toxikologischer Sicht fraglich, da der lösliche Anteil von Stäuben hierdurch möglicherweise deutlich überschätzt wird. Bei Anwendung der Pufferlösung lassen die unbefriedigenden Ergebnisse auf Wechselwirkungen zwischen dem Staub und dem Lösungsmedium schließen.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass auch immer wieder der Einsatz von physiologischen Lösungen für Löslichkeitsbestimmungen gefordert wird. Beispielhaft durchgeführte Untersuchungen zur Löslichkeit von Metallverbindungen zeigten aber, dass solche Verfahren methodisch wesentlicher komplexer sein müssten als das hier vorgestellte [3]. So wurde z. B. auf Probleme mit der Haltbarkeit einer simulierten Lungenflüssigkeit hingewiesen. Auch die Verwendung solcher nachgestellten Lungenflüssigkeiten kann nur einen Kompromiss darstellen, da aus Gründen der Praktikabilität und Ökonomie der Versuchsdurchführung auf die Zugabe charakteristischer organischer Bestandteile der Lungenflüssigkeit verzichtet wurde [3].

Unter Beachtung sowohl der Zielrichtung als auch der praktischen Anwendung des Verfahrens wird die Verwendung von deionisiertem Wasser für vertretbar gehalten. Deshalb wird im Sinne einer Konvention für dieses Verfahren deionisiertes Wasser als Lösungsmedium vorgeschlagen.

#### 4.5 Verhältnis von Staubmasse zu Lösungsmittel

In Abschnitt 4.4 wurde bereits die teilweise ausgeprägte Abhängigkeit des in Lösung gegangenen Anteils von der in die definierte Lösungsmenge gegebenen Menge eines Stoffes angesprochen. Für die Bestimmung des löslichen Anteils in deionisiertem Wasser wurden Versuche mit den drei Einwaagen 50 mg, 100 mg und 500 mg in 250 ml Lösungsmittel durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Bild 3 dargestellt. Wie beispielhaft an den Löslichkeitsbestimmungen der Carbo-

nate zu erkennen ist, werden bestimmte Substanzen in einem unbekanntem Staubgemisch, je nach gewähltem Verhältnis von Staubmasse und Lösungsmittel, verschiedene lösliche Anteile aufweisen. Andererseits ist es bei Luftproben aus Arbeitsbereichen kaum möglich, eine bestimmte vorher festgelegte Staubmasse auf dem Filter zu sammeln, da die Staubkonzentration je nach den Erfahrungswerten aus dem zu beprobenden Bereich zumeist nur grob abgeschätzt werden kann. Deshalb kann als Kompromiss nur ein Bereich der optimalen Staubbelegung des Filters vorgegeben werden. Für das hier beschriebene Verfahren wird eine Belegung im Bereich von etwa 30 bis 50 mg empfohlen, die einer Lösungsmittelmenge von 250 ml ausgesetzt wird (je mg Staub 5 bis 8 ml Lösungsmittel). Die maximale Belegung sollte 100 mg nicht überschreiten. Damit wird einerseits

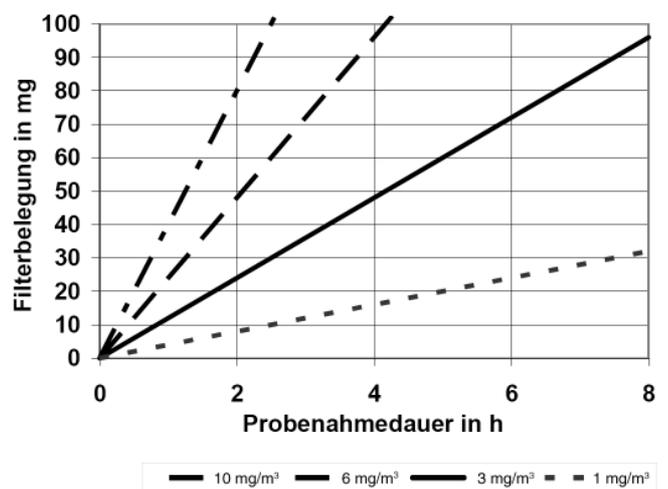


Bild 4. Abhängigkeit der Staubbelegung eines Filters des Probenahmesystems PM 4 (Volumenstrom: 4 m³/h) von der Staubkonzentration im Arbeitsbereich und der Probenahmedauer. Der Bereich der idealen Filterbelegung ist grau unterlegt (dargestellt für 1, 3, 6 und 10 mg/m³).

eine zu starke Behinderung der Löslichkeit von Carbonaten vermieden und andererseits ein ausreichender Abstand von der Nachweisgrenze des Verfahrens sichergestellt (siehe Abschnitt 4.6).

Die bisher entwickelte Apparatur ist auf die Bestimmung des löslichen Anteils in Proben des ortsfest, aber auch personengetragen einsetzbaren Probenahmesystems PM 4 (70 mm Filterdurchmesser) mit einem Volumenstrom von 4 m<sup>3</sup>/h ausgelegt. **Bild 4** zeigt die Abhängigkeit der Staubbelegung eines Filters von der Staubkonzentration im Arbeitsbereich und der Probenahmedauer. In Bereichen, in denen der Staubgrenzwert der alveolengängigen Fraktion in Höhe von 3 mg/m<sup>3</sup> deutlich unterschritten wird, ist eine Probenahmedauer von mindestens 4 h empfehlenswert. Bei hohen Staubkonzentrationen > 6 mg/m<sup>3</sup> liegt die optimale Probenahmedauer zwischen 1 und 2 h.

#### 4.6 Abschätzung der Nachweisgrenze der Verfahrens

Die Nachweisgrenze des Verfahrens wird im Wesentlichen durch den Wägefehler bei der Massebestimmung des beaufschlagten unbehandelten und anschließend dem Lösungsschritt unterzogenen Filters bestimmt. Die Nachweisgrenze der Wägung beträgt für das 70-mm-Cellulosenitratfilter 0,6 mg absolut (Bestimmung der Staubkonzentration bei Berücksichtigung der Klimaeinflüsse durch Kalibrierung mit Klimadaten, siehe auch [4]). Hinzu kommt noch die systematische Änderung der Filtermasse durch die Behandlung mit dem Lösungsmedium, so dass die Nachweisgrenze bei 1 mg absolut liegt und die Bestimmungsgrenze rund 3 mg absolut beträgt. Soll die Bestimmung eines löslichen Anteils von 10 % der Staubbelegung eines Filters möglich sein, müsste die Belegung des Filters demnach mindestens 30 mg betragen. Das Verfahren wird zurzeit ersten Praxistests unterzogen. Die Validierung ist noch nicht vollständig abgeschlossen.

## 5 Anwendung des Verfahrens

Das Verfahren zur Bestimmung des löslichen Anteils von Stäuben ist mit den vorgestellten Untersuchungen für Stäube der alveolengängigen Staubfraktion erprobt worden und wird im Berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe (BGMG) testweise eingesetzt. Das beschriebene Verfahren ist ein Vorschlag für eine Konvention zur Bestimmung des löslichen Anteils von Stäuben aus Arbeitsbereichen und wird zur Diskussion gestellt.

Prinzipiell ist es auch für die einatembare Staubfraktion anwendbar. Eine Adaption des Verfahrens für Probenträger personengetragener Probenahmesysteme erscheint problematisch, da die geringen Volumenströme in der Regel nicht zu ausreichend großen Filterbelegungen führen.

Die Bestimmung des löslichen Anteils sollte wegen des Aufwandes nicht generell bei allen Staubproben aus Arbeitsbereichen durchgeführt werden. Vielmehr sollten zunächst durch erste Messreihen die Bereiche identifiziert werden, in denen ein relevanter löslicher Anteil im Staub festzustellen ist. Zeigen sich dabei Bereiche mit relativ gleich bleibenden löslichen Anteilen in Stäuben, können dadurch Erfahrungswerte für die Beurteilung der Staubbelastung bestimmter Tätigkeiten gewonnen werden.

Zur Beurteilung des löslichen Staubanteils im Vorfeld von Luftmessungen kann das beschriebene Verfahren auch für Materialproben angewendet werden. So kann z. B. der in Absauganlagen anfallende Staub oder auch das im Arbeitsbereich verwendete Material bzw. Materialmischungen in aufgemahlener Form dem Lösungsverfahren unterzogen werden.

#### Danksagung

Für die Durchführung der Analysen und Unterstützung bei der Auswertung und Verfahrensentwicklung danke ich Herrn *Gisbert Schneider*.

#### Literatur

- [1] Technische Regel für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz „Luftgrenzwerte“ (TRGS 900). Ausgabe Oktober 2000. BArbBl. (2000) Nr. 10, S. 34-63; zul. geänd. BArbBl. (2004) Nr. 5, S. 55-56, berichtigt BArbBl. (2004) Nr. 7-8, S. 65.
- [2] *Fricke, H.-H.; Mattenkloft, M.*: Die Bedeutung der Löslichkeit von Partikeln. Festlegungen und Konventionen. In: BGIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. Kennzahl 0412/7. 32. Lfg. IV/04. Hrsg.: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. Berlin: Erich Schmidt 1989 – Losebl.-Ausg.
- [3] *Fritsche, U.; Schindler, C.*: Untersuchung der Löslichkeit von Stäuben am Arbeitsplatz. BAuA-Forschungsprojekt 999.2, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund 1979.
- [4] Probenahme und Bestimmung von Aerosolen und deren Inhaltsstoffen. Analytische Methoden, Luftanalysen. Band 1, Spezielle Vorbemerkungen. Hrsg.: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), 2005 (im Druck).