

**BIA/BG-Symposium Allgemeiner Staubgrenzwert  
25. und 26. Februar 2002 in Hennef**

**Der neue Staubgrenzwert (A/E-Staub)  
Erläuterung des Beschlusses des Ausschusses für Gefahrstoffe  
(AGS)**

**Autoren: H. Blome und A. Barig,**  
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA,  
53754 Sankt Augustin

**Einleitung**

Bei dem Allgemeinen Staubgrenzwert handelt es sich um einen für die Praxis des Arbeitsschutzes bedeutsamen, wenn nicht gar den bedeutsamsten Grenzwert. Diese Feststellung wird gestützt durch die Anzahl der betroffenen Branchen, die Zahl der Exponierten und damit auch durch die Anzahl der vorliegenden Messergebnisse. Für die Bearbeitung des Allgemeinen Staubgrenzwertes lagen dem zuständigen Unterausschuss V „Luftgrenzwerte“ des Ausschusses für Gefahrstoffe – AGS mehrere 100.000 Messergebnisse vor. Wurden qualitätssichernde Kriterien sowie weitere Überlegungen berücksichtigt, wie z. B.

- vorwiegende Verwendung von Messergebnissen mit personengetragenen Probenahmesystemen,
- Beschränkung auf die Messergebnisse der letzten Jahre, insbesondere der letzten zwei Jahre,
- primäre Einbeziehung von Schichtmittelmittelwerten, d. h. keine tätigkeitsbezogenen Werte,
- Berücksichtigung des Standes der Technik und
- Ausschluss der Schweißarbeitsplätze (gesonderte Auswertung),

verblieb eine Anzahl von immerhin ca. 50.000 Messergebnissen, die Eingang in die Auswertungen des Unterausschusses V gefunden haben.

Die Zahl der Exponierten kann mit mehreren Millionen angegeben werden. Davon können ca. 500.000 Beschäftigte mit mehr als 3 mg/m<sup>3</sup> A-Staub exponiert sein. Es gibt kaum eine Branche, die durch diesen Allgemeinen Staubgrenzwert nicht betroffen ist.

Mit den durch CEN und ISO vorgenommenen Staubdefinitionen ist erstmalig weltweit eine übereinstimmende Zuordnung zu den relevanten Staubfraktionen möglich [1]. Dies betrifft die alveolengängige Fraktion (früher Feinstaub) und die einatembare Fraktion (früher Gesamtstaub). Die CEN- und ISO-Definitionen sind Grundlage bei der Grenzwertbetrachtung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft [2] und den Beraterkreis Toxikologie des AGS für alle partikelförmigen Gefahrstoffe mit Bezug zur A- oder E-Staub-Fraktion gewesen.

Die Vielschichtigkeit des Themas erforderte sowohl von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe als auch vom Beraterkreis „Toxikologie“ des AGS langwierige Beratungen und intensive Vorbereitungen, worauf der Unterausschuss V u. a. aufbaute, um eine sachgerechte Lösung bei der Grenzwertsetzung für den Allgemeinen Staubgrenzwert zu finden.

### **Grenzwerte gemäß TRGS 900**

Der Allgemeine Staubgrenzwert, der Eingang in die Technische Regel 900 gefunden hat, ist vom Ausschuss für Gefahrstoffe im Mai 2001 verabschiedet worden und mit Veröffentlichung im Septemberheft des Bundesarbeitsblattes in Kraft getreten [3]. Er bezieht sich auf die beiden Staubfraktionen „Einatembare Staub“ (E-Staub) und „Alveolengängiger Staub“ (A-Staub), siehe auch Abbildung 1. In Tabelle 1 sind die numerischen Werte für diese beiden Fraktionen aufgenommen.

Tabelle 1: Eintrag Allgemeiner Staubgrenzwert in der TRGS 900

<b>Stoff</b>	<b>Grenzwert in mg/m<sup>3</sup></b>	<b>Spitzenbegrenzung Überschreitungsfaktor</b>	<b>Bemerkungen</b>
<b>Allgemeiner Staubgrenzwert*)</b> <input type="checkbox"/> Alveolengängige Fraktion (A-Staub)  - für Tätigkeiten/ Arbeitsbereiche gemäß Nummer 2.4 Abs. 8 und 9 in Verbindung mit Abs. 10 der TRGS 900  - im Übrigen	6	4	TRGS 901-96
	3	4	
<input type="checkbox"/> Einatembare Fraktion (E-Staub)  - für Stoffe gemäß Nummer 2.4 Abs. 7 der TRGS 900 - im Übrigen ab 01.04.2004 (in Verbindung mit Nummer 2.4 Abs. 11 der TRGS 900)	10	4	TRGS 901-96
	10	4	

\*) Die Randbedingungen zur Anwendung des Allgemeinen Staubgrenzwertes werden in Abschnitt 2.4 der TRGS 900 beschrieben.

In Abbildung 1 sind die Abscheidekurven näher erläutert.

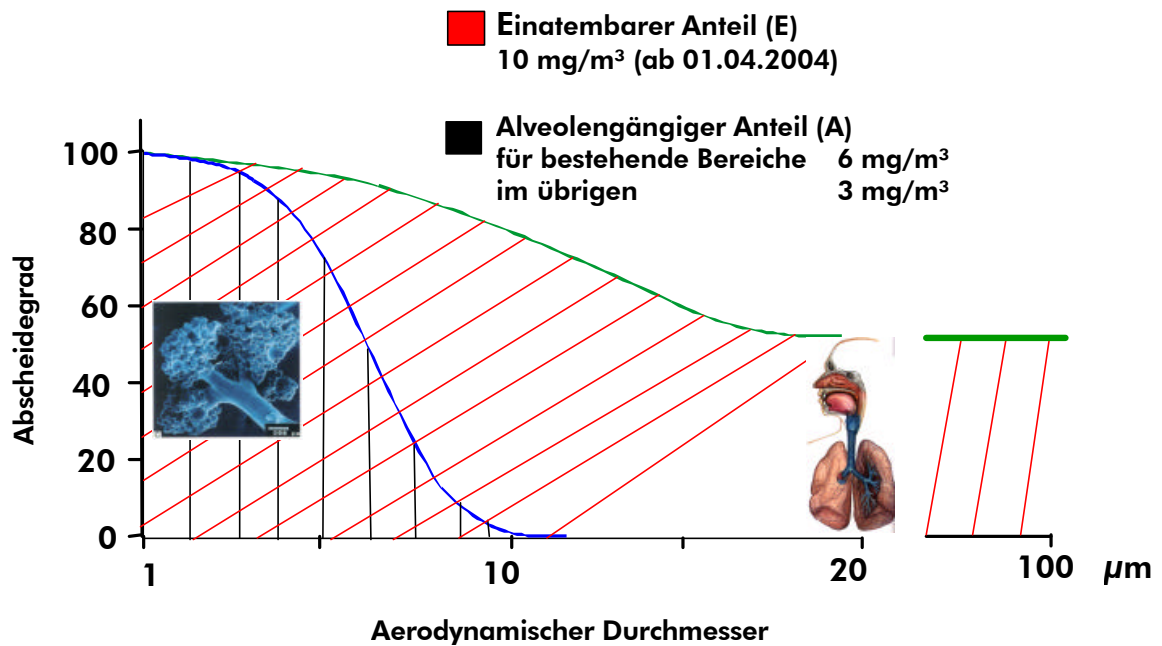


Abbildung 1: Abscheidekurven A- und E-Staubfraktion

Diese gelten aber nur in Verbindung mit einer Fülle von Festlegungen zur Anwendung und zum Geltungsbereich. Bei den neuen Werten handelt es sich im Gegensatz zu dem alten – nur auf Feinstaub bezogenen und als Jahresmittelwert festgelegten – Allgemeinen Staubgrenzwert jetzt um Schichtmittelwerte. Der höhere Wert von 6 mg/m<sup>3</sup> für den A-Staub gilt in definierten Bereichen:

- Für folgende Arbeiten in der Bau-, Steine- und Erdenindustrie sowie für Bereiche und Tätigkeiten, die in einem Analogieschluss den genannten Arbeiten zugeordnet werden können:
  - Rückbau-, Abbruch- und Stemmarbeiten
  - Schleif-, Schneid- und Fräsarbeiten
  - Be- und Verarbeitung von Wertstein (Natur- und Betonstein) im Trockenverfahren mit Handmaschinen
  - Oberflächenbearbeitung von Beton
  - maschinelle Putzarbeiten
  - Erd- und Verdichtungsarbeiten sowie bei Fahrzeugverkehr auf Baustellen
  - Bauarbeiten unter Tage, Baureinigungsarbeiten
  - mobile Baustoffrecyclinganlagen
  - Altanlagen bei der Aufbereitung von Naturstein (Brech- und Klassier-, Sortieranlagen) einschließlich Verladung
- Altanlagen bei Gewinnung und Aufbereitung in der Bau- und Grobkeramik und der Kalksandstein-Industrie
- Altanlagen bei der Formgebung (Pressen) in der Kalksandstein-Industrie

- Altanlagen zur Abfüllung und Verpackung stark staubender Güter in der Baustoff- und chemischen Industrie und in vergleichbaren Arbeitsbereichen
- Bekohlungsbereich in Kraftwerken
- für folgende Arbeitsbereiche in der Stahlindustrie:
  - Oxygenstahlwerk (Konverterbetrieb, Sekundärmetallurgie)
  - Elektrostahlwerk (Ofenbetrieb, Sekundärmetallurgie)
  - Sinteranlagen.

Arbeitsbereiche oder Tätigkeiten, die nicht in dieser Aufzählung genannt sind, können ebenfalls unter den Geltungsbereich des  $6\text{-mg/m}^3$ -Grenzwertes fallen, wenn der Grenzwert von  $3\text{ mg/m}^3$  nachweislich nicht eingehalten werden kann, obwohl der Stand der Technik umgesetzt ist. Die Betriebe sind jedoch in diesem Fall verpflichtet, eine Dokumentation [4] mit Beschreibung des Standes der Technik, der Tätigkeiten und der Arbeitsbereiche sowie den Arbeitsplatzbeurteilungen mit den zu Grunde liegenden Messergebnissen zu erstellen und diese der Aufsichtsbehörde sowie dem AGS mitzuteilen. Ferner ist ein Schutzmaßnahmenkonzept zu erarbeiten, das insbesondere betriebsspezifische, technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen enthält.

Kann eine Staubkonzentration von  $3\text{ mg/m}^3$  (A-Staub) nicht eingehalten werden, sind für die Beschäftigten arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen vorzusehen.

Für eine Standortbestimmung im internationalen Vergleich ist es hilfreich, die Regelungen für die einatembare und alveolengängige Fraktion in verschiedenen Ländern verfügbar zu haben. Abbildung 2 gibt die aktuellen allgemeinen Staub-Luftgrenzwerte in einer Reihe von Ländern wieder.

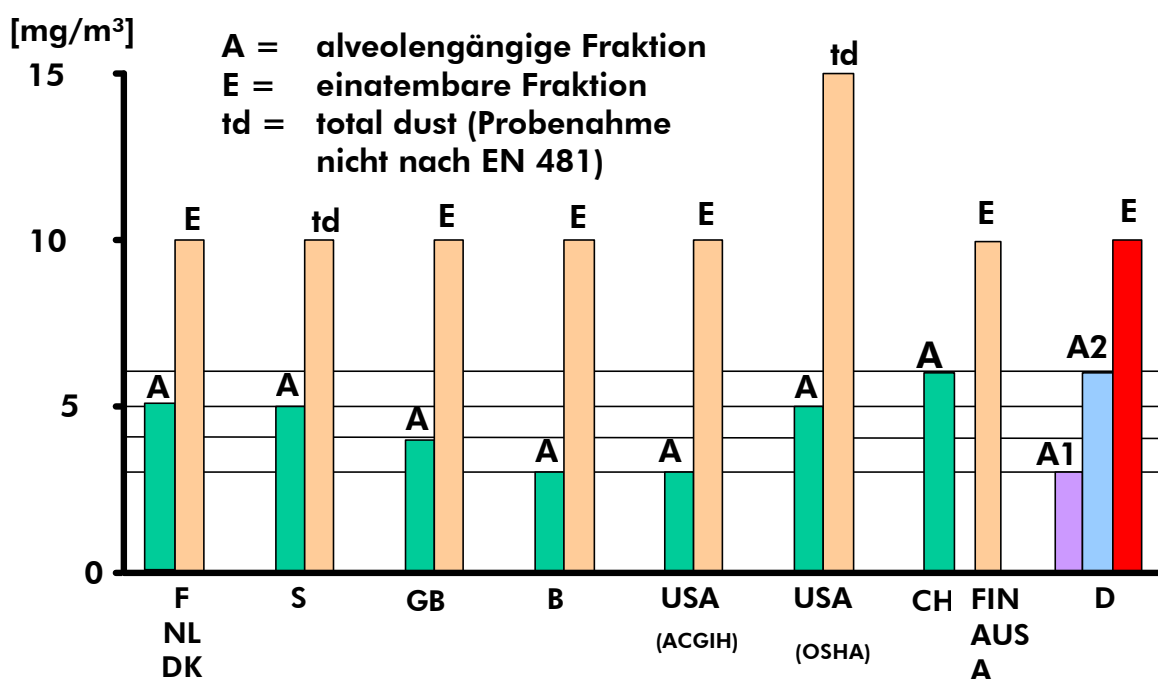


Abbildung 2: Internationale Allgemeine Staubgrenzwerte

Mit den jetzt getroffenen deutschen Regelungen sind die Werte für den A-Staub vergleichbar mit den meisten europäischen Grenzwerten und stimmen numerisch beim E-Staub sogar weitgehend mit diesen überein.

Sie korrelieren gut mit den von der American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) aufgestellten Werten. Die ACGIH ist das federführende Gremium für die Grenzwertsetzung in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA), deren Werte als wissenschaftlich abgeleitet und sicher für die Exponierten (akzeptables Risiko) angesehen werden dürfen. Die für die administrativen Maßnahmen relevanten, wesentlich höheren Werte der amerikanischen Occupational Safety and Health Administration (OSHA) machen aber auch deutlich, dass zwischen den wissenschaftlichen begründeten Schutzziele und den Möglichkeiten ihrer Umsetzung in der Praxis erhebliche Differenzen bestehen können. Dies gilt besonders für die E-Staubfraktion, denn ein Wert von  $15 \text{ mg/m}^3$  total dust bedeutet praktisch im Mittel etwa einen Wert für den E-Staub von mindestens  $30 \text{ mg/m}^3$ . Diese durch die verschiedene Messtechnik bedingten Unterschiede zwischen der E-Staubkonzentration nach CEN/ISO/ACGIH-Konvention und dem total dust sind auch beim schwedischen Grenzwert für die einatembare Fraktion zu beachten.

Die Schweiz hält die Aufstellung eines E-Staubgrenzwertes zurzeit für nicht erforderlich. Ausgehend von einem ziemlich konstanten Verhältnis zwischen A- und E-Staub wird z. B. eine Konzentration des einatembaren Staubes von  $24$  bzw.  $18 \text{ mg/m}^3$  für mineralische Stäube als eine „wahrscheinlich unschädliche Konzentration“ angesehen [5]. Ein ziemlich konstantes Verhältnis zwischen A- und E-Staub für die meisten Arbeitsplätze kann generell nicht bestätigt werden, wohl aber liegt dieses Verhältnis im Mittel etwa zwischen 3 und 5. Daraus folgt, dass bei Einhaltung der E-Staubgrenzwerte von  $10 \text{ mg/m}^3$  die A-Staubkonzentrationen meist  $3 \text{ mg/m}^3$  oder weniger in der Luft am Arbeitsplatz betragen. Unter diesem Gesichtspunkt sollten auch die Festlegungen für die einatembare Fraktion von den Ländern betrachtet werden, die keinen A-Staubgrenzwert besitzen.

Vergleichbare Grenzwerte setzen bezüglich ihrer Einhaltung auch ein etwa gleich hohes Schutzniveau voraus. Dieser Aspekt ist unter den Bedingungen eines gemeinsamen Europäischen Marktes aus Wettbewerbsgründen nicht zu vernachlässigen. Im Vordergrund stehen allerdings der zuverlässige Schutz der Arbeitnehmer und die Möglichkeit der Entwicklung gemeinsamer Präventionsstrategien. Hinsichtlich der Bedingungen für die Anwendung des Allgemeinen Staubgrenzwertes sind keine vergleichbaren Festlegungen wie beim deutschen Grenzwert bekannt. Wie in Verbindung mit diesen Festlegungen (gemäß Nr. 2.4 der TRGS 900) schon oben diskutiert, wäre die Lösung vieler offener Fragen, wie z. B. bezüglich der Konventionen zur Löslichkeit und zu den ultrafeinen und grobdispersen Partikeln, im europäischen und internationalen Rahmen der ideale Verfahrensweg.

## Geltungsbereich des Allgemeinen Staubgrenzwertes und Vorgaben zu seiner Anwendung

Bei Einhaltung des Allgemeinen Staubgrenzwertes ist mit einer Gesundheitsgefährdung nur dann nicht zu rechnen, wenn nach einschlägiger Überprüfung sichergestellt ist, dass genotoxische, krebserzeugende, fibrogene, allergisierende bzw. sonstige toxische Wirkungen der Stäube nicht zu erwarten sind (so genannte salvatorische Klausel).

Die beiden MAK-Werte (A- und E-Staub) sind gemäß ihrer toxikologisch-arbeitsmedizinischen Ableitung anzuwenden für alle unlöslichen Stäube, die

- nicht anderweitig reguliert sind oder
- für Mischstäube.

Der Beraterkreis „Toxikologie“ hat für eine arbeitsplatztypische Staubdichte von  $2,5 \text{ g/cm}^3$  abgeleitet, dass nach derzeitigen Erkenntnissen ein gesundheitsbasierter Grenzwert von  $3 \text{ mg/m}^3$  (A-Fraktion) resultiert, sofern die Stäube keine spezifisch wirkenden Inhaltsstoffe enthalten.

Die Grenzwerte sind auf der Basis vorgelegter Arbeitsplatzmessergebnisse abgeleitet worden. Die Dichte der Stäube wurde bei den Beratungen zum A-Staub-Grenzwert nicht unmittelbar berücksichtigt. Entsprechend ist bei Messungen im Rahmen des Allgemeinen Staubgrenzwertes die Dichte der Stäube ebenfalls nicht in die Berechnungen mit einzubeziehen.

Die E-Staub-Grenzwertempfehlung der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Beraterkreises „Toxikologie“ von  $4 \text{ mg/m}^3$  ist als Jahresmittelwert abgeleitet worden. Da zukünftig in der TRGS 900 ausschließlich Schichtmittelwerte angegeben sein sollen, war eine Überführung erforderlich. Dies erfolgte auf wissenschaftlicher Basis [6, 7], sodass der jetzt gefundene Wert von  $10 \text{ mg/m}^3$  wissenschaftlichen Kriterien genügt.

Er ist auch heranzuziehen, wenn Faserstäube vorliegen, die nicht als krebserzeugend eingestuft sind (z. B. nicht biopersistente Mineralwollen oder organische Fasern, wie z. B. Papierstäube).

Sie gelten von ihrer wissenschaftlichen Ableitung her nicht für

- lösliche Partikeln,
- ultrafeine Partikelfractionen,
- grobdisperse Partikelfractionen.

Bei ultrafeinen Partikelfractionen zeigen neue Forschungsergebnisse, dass hier spezifische Gesundheitsgefährdungen möglich sind [2]. Deshalb plant der AGS auch für diese Partikelfraction eine eigenständige Regelung. Bis diese separaten Regelungen vorliegen, ist jedoch im Falle von Stäuben mit ultrafeinen Partikelanteilen und vorerst auch für Schweißbrauche der Allgemeine Staubgrenzwert als Obergrenze für die Arbeitsplatzbeurteilung heranzuziehen.

Auch für Lackaerosole und Schweißbrauche werden vom AGS separate Regelungen vorbereitet.

Für Mischstäube wird zum Geltungsbereich festgelegt, dass bei Vorhandensein von Teilkomponenten, für die spezifische MAK-Werte existieren, diese neben dem Allgemeinen Staubgrenzwert einzuhalten sind.

Als Fazit ist festzuhalten, dass unter diesen Voraussetzungen der Allgemeine Staubgrenzwert den Charakter einer universellen Obergrenze erhält. In seinen Geltungsbereich fallen dann nahezu alle Arbeitsplätze mit Staubexposition. Dies sind nach bereits vorab angegebenen Schätzungen einige Millionen in Deutschland.

Die Werte sollen die Beeinträchtigung der Funktion der Atmungsorgane infolge einer allgemeinen Staubwirkung verhindern. Bei Stoffgemischen, die chemisch-irritativ wirkende Stoffe enthalten (z. B. gasförmige Stoffe wie Ozon und Stickoxide), sind synergistische Wirkungen zu erwarten, die wissenschaftliche Diskussion ist aber noch nicht abgeschlossen. Die gegenwärtigen wissenschaftlichen Erkenntnisse erlauben derzeit jedoch keine Quantifizierung dieser Einflüsse. Bis zum Vorliegen geeigneter arbeitsmedizinischer und expositionsbezogener Daten sind bei der Berechnung der Bewertungsindices von Stoffgemischen nach TRGS 403 die Bewertungsindices für den Allgemeinen Staubgrenzwert nicht zu berücksichtigen.

### **Einflussparameter bei der Ableitung**

Entsprechend dem allgemeinen Wirkungscharakter von Stäuben kommt der Akkumulation im Atemorgan eine erhebliche Bedeutung zu, Voraussetzung hierfür ist eine Mindestbeständigkeit der Stäube im Atemtrakt.

Hierbei stellt sich insbesondere die Frage nach der Quantifizierung der Begriffe „unlöslich“, „schwerlöslich“ und „löslich“. Der Ausschluss von leichtlöslichen Partikeln – wie etwa Salzen von Steinsalz- und Kalilagerstätten – aus dem Geltungsbereich des Grenzwertes ist leicht verständlich. Bei anderen Stoffen ist allerdings eine weitere Präzisierung der „Löslichkeit“ unbedingt erforderlich, ggf. sogar differenziert nach der A- und E-Staub-Fraktion, und darüber hinaus bei Faserstäuben und Ultrafeinstäuben.

Leider gibt es bisher keine geeigneten, validierten Testverfahren, vergleichbar mit den Untersuchungen zur Biobeständigkeit von Faserstäuben, mit denen z. B. die Halbwertszeit von Stäuben als ein entscheidendes Kriterium für deren Löslichkeit bestimmt werden kann. Das in der BIA-Arbeitsmappe [8] beschriebene Konventionsverfahren zur Bestimmung des Anteils löslicher Partikeln ist eine erste wichtige Hilfestellung. Dabei werden im Analyseergebnis die unlöslichen und löslichen Anteile getrennt ausgewiesen. Zur Arbeitsplatzbewertung wird dann nur der unlösliche Anteil herangezogen. Es wäre wünschenswert, wenn hierzu international harmonisierte Festlegungen erfolgen würden. Wird der Allgemeine Staubgrenzwert auch für Stäube mit Anteilen „unbekannter Löslichkeit“ herangezogen, ohne den löslichen Anteil speziell zu berücksichtigen, so liegt man bei der Arbeitsplatzbewertung immer auf der sicheren Seite.

Auf die Berücksichtigung der ultrafeinen Partikeln wurde bereits hingewiesen. Ebenfalls aus dem Geltungsbereich des Grenzwertes ausgeschlossen sind grobdisperse Partikeln. Diese können die E-Staubkonzentration am Arbeitsplatz wesentlich beein-

flussen, ohne dass sie eine entsprechende Wirkung auf die menschlichen Atemorgane besitzen.

Die tierexperimentell abgeleiteten Werte für den A-Staub sind eine Funktion der Dichte. Somit ergibt sich unter Zugrundelegung einer arbeitsplatztypischen Staubdichte von  $2,5 \text{ g/cm}^3$  ein gesundheitsbasierter Luftgrenzwert für den A-Staub von  $3 \text{ mg/m}^3$ .

In Abbildung 3 sind Angaben zur Dichte einiger typischer Stäube am Arbeitsplatz dargestellt. Mit Ausnahme der Leichtstäube (Dichte zwischen ca.  $1$  und  $1,5 \text{ g/cm}^3$ ) liegen die üblichen Dichteverteilungen der realen Arbeitsplatzstäube vorwiegend zwischen  $2$  und  $5 \text{ g/cm}^3$ . Wie im Abschnitt zum Geltungsbereich erläutert, wird gegenwärtig die Dichte bei der Beurteilung der Messergebnisse nicht berücksichtigt.

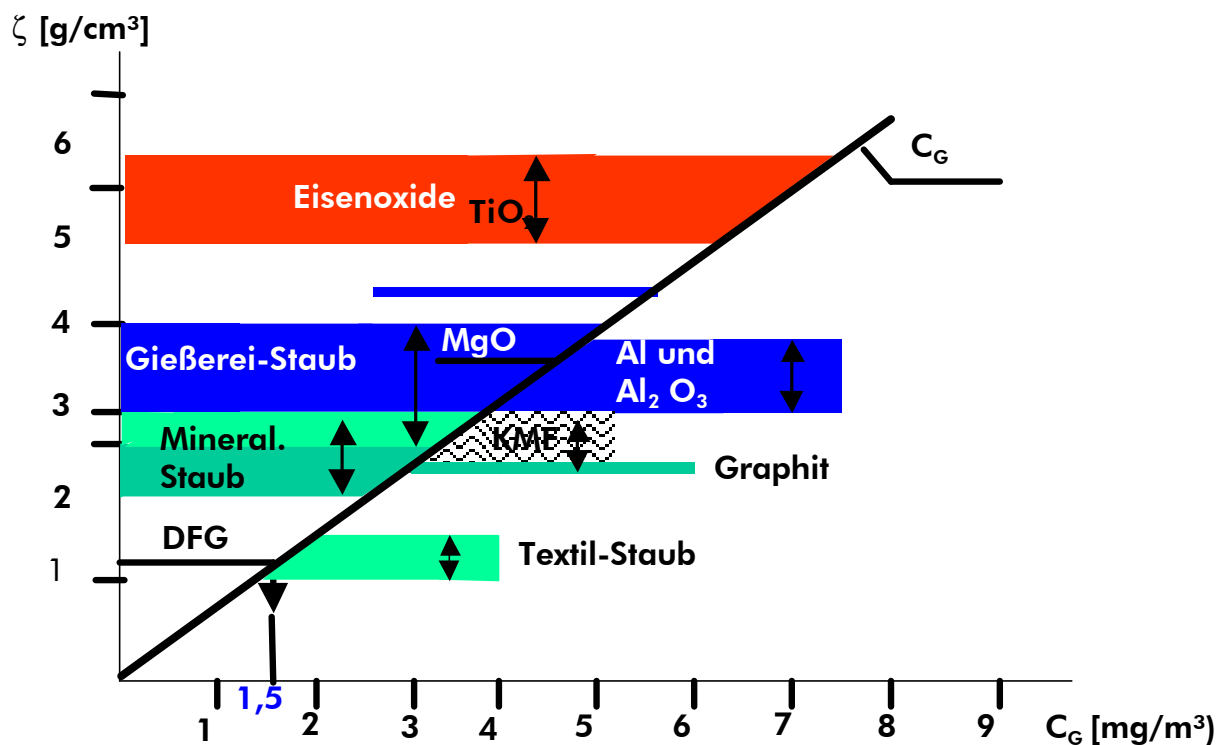


Abbildung 3: Grenzkonzentration  $C_G$  für A-Staub als Funktion der Dichte einiger Stäube

Eine detaillierte Beschreibung zur Funktion, Ableitung und Bedeutung der Allgemeinen Staubgrenzwerte wurde veröffentlicht [5, 9-11].

Als ein Beispiel für die Unterstützung der Betriebe durch die Berufsgenossenschaften bei der Anwendung und Umsetzung dieses wichtigen Grenzwertes kann u. a. auch eine Kurzinformation gelten, die als Anlage beigefügt ist. Hierin stellt das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit – BIA Informationen zur Definition, zum Geltungsbereich und zur Anwendung der Allgemeinen Staubgrenzwerte in kurzer und verständlicher Form zur Verfügung.



## Literatur

- [1] DIN EN 481: Arbeitsplatzatmosphäre; Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel. Deutsche Fassung 1993. Hrsg.: Deutsches Institut für Normung. Beuth, Berlin 1993
- [2] Toxikologisch-arbeitsmedizinische Begründungen von MAK-Werten. Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Hrsg.: H. Greim. Wiley-VCH, Weinheim 1981
- [3] Allgemeiner Staubgrenzwert. BArbBl. (2001) Nr. 9, S. 86-96
- [4] Aufbereitung von Arbeitsplatzdaten. BArbBl. (2000) Nr. 1, S. 14-16
- [5] Barig, A.; Blome, H.: Allgemeiner Staubgrenzwert. Teil 4. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 62 (2002) Nr. 1/2, S. 37-43
- [6] Bochmann, F.; Blome H., et al.: Umrechnung von Langzeitgrenzwerten auf schichtbezogene Grenzwerte für Stoffe mit langsamem Wirkungseintritt wie z. B. Quarzfeinstaub. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 57 (1997) Nr. 11, S. 441-444
- [7] Der Allgemeine Staubgrenzwert – Festlegungen, Geltungsbereich, allgemeine Hinweise (Kennzahl 0412/1). In: BIA Arbeitsmappe – Messung von Gefahrstoffen. 28. Lfg. IV/02. Hrsg: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1989 – Losebl.-Ausg.
- [8] Die Bedeutung der Löslichkeit von Partikeln, Festlegungen und Konventionen (Kennzahl 0412/7). In: BIA Arbeitsmappe – Messung von Gefahrstoffen. 21. Lfg. X/98. Hrsg: Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit – BIA, Sankt Augustin. Erich Schmidt, Bielefeld 1989 – Losebl.-Ausg.
- [9] Barig, A.; Blome, H.: Allgemeiner Staubgrenzwert. Teil 1. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 59 (1999) Nr. 7/8, S. 261-265
- [10] Barig, A.; Blome, H.: Allgemeiner Staubgrenzwert. Teil 2. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 59 (1999) Nr. 11/12, S. 409-417
- [11] Barig, A.; Blome, H.: Allgemeiner Staubgrenzwert. Teil 3. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 61 (2001) Nr. 11/12, S. 487-492

Anlage: Kurzinformation des BIA zum Allgemeinen Staubgrenzwert