

5 Ergebnisse

5.1 Mechanischer Abbruch mit Bagger und Abbruchzange

5.1.1 Gefahrstoffe

- Künstliche Mineralfasern

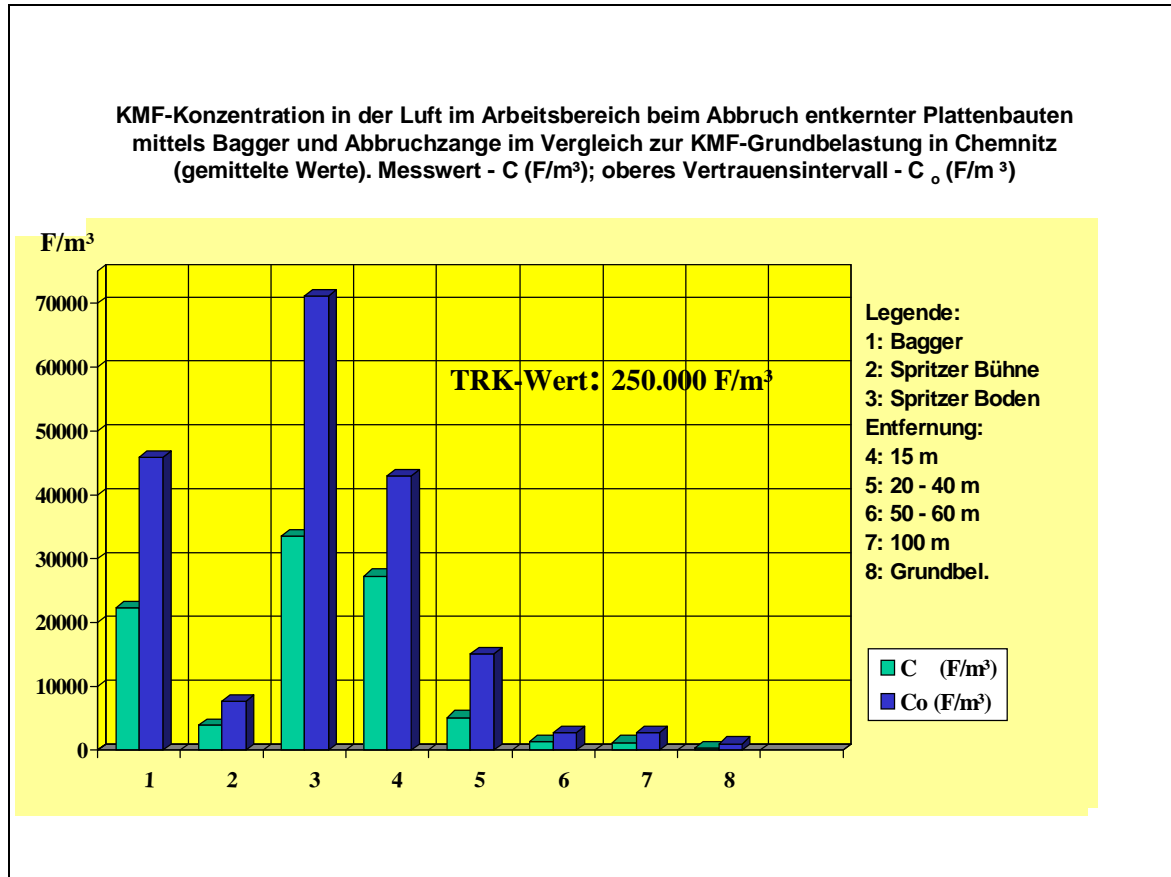


Abb. 1: KMF-Konzentration in der Luft im Arbeitsbereich

Die Ermittlungen der KMF-Konzentrationen in der Luft ergaben in der Baggertkabine im Durchschnitt 22368 F/m³ mit Werten im Bereich von 1364 F/m³ bis 121107 F/m³ (Baggertüren geschlossen, Baggerfenster teilweise offen, Kabinen teilweise klimatisiert).

Bei den Spritzern lagen die Konzentrationen auf der Hubbühne zwischen 749 F/m³ und 7136 F/m³ (Durchschnitt 3837 F/m³), am Boden zwischen 2997 F/m³ und 130607 F/m³ (Durchschnitt 33446 F/m³). Mit zunehmender Entfernung vom Abbruchbagger reduzieren sich auch die ermittelten KMF-Konzentrationen. Bei einer Entfernung von 50-60 m von der Abbruchstelle wurden nur noch 912 F/m³ bis 1897 F/m³ nachgewiesen.

Die beprobten Mineralwollematerialien wurden als Steinwolle klassifiziert. Der Kanzerogenitätsindex KI liegt deutlich unter 30 und ist typisch für Steinwolle früherer Produktion. Damit ergibt sich für das Material eine Einstufung als Kanzerogen K2.

Der TRK-Wert von 250 000 Fasern/m³ wurde zum Zeitpunkt der Messungen eingehalten.

Zur Reduzierung des KMF- Anteiles im Bauschutt wurden bei einigen Abbruchobjekten die Künstlichen Mineralwolleanteile aus den Abbruchmaterialien herausgelesen. Dabei wurden Konzentrationen im Bereich von 18000 bis 78000 Fasern/m³ nachgewiesen (Durchschnitt 40477 F/m³).

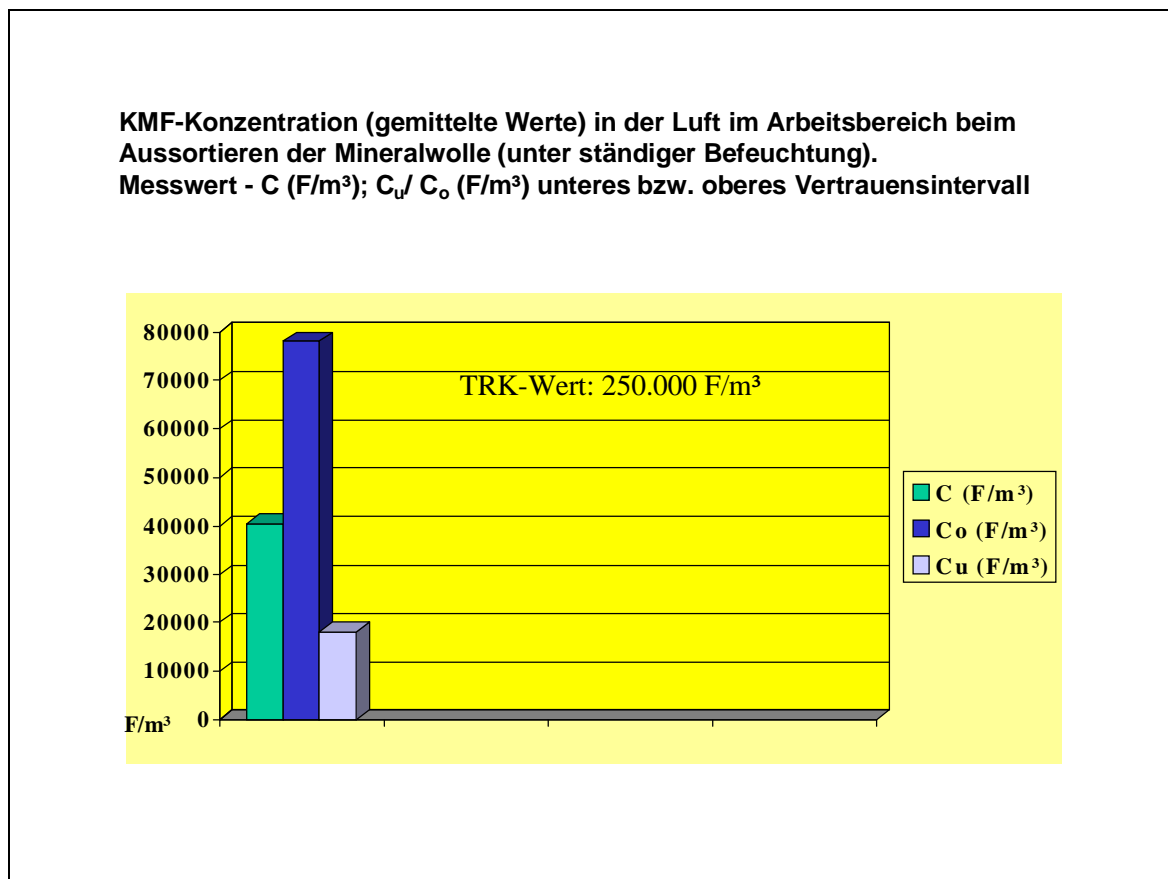


Abb. 2: KMF-Konzentration beim Aussortieren der Mineralwolle

Der TRK-Wert von 250 000 Fasern/m³ wurde zum Zeitpunkt der Messungen eingehalten.

▪ **Aveolengängige Staubfraktion**

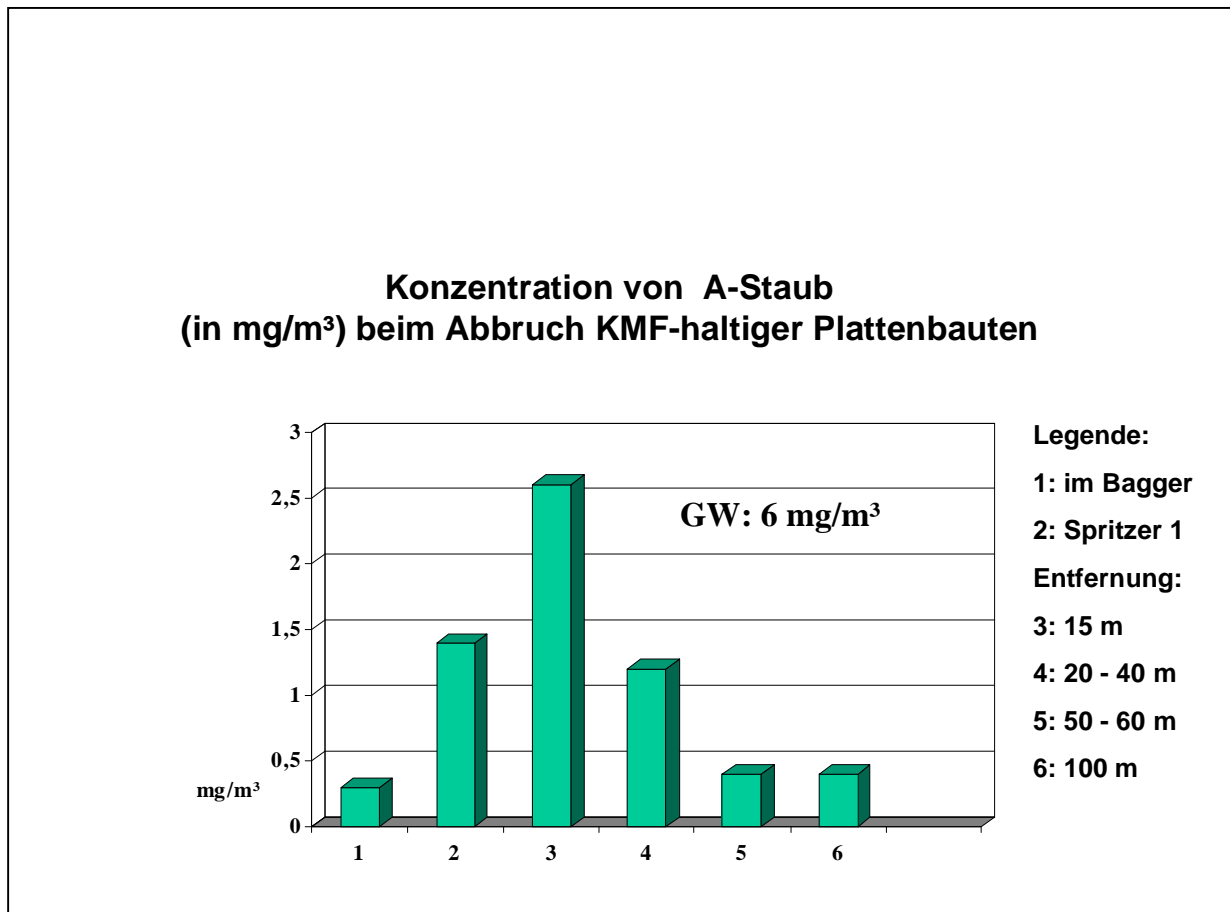


Abb. 3: Konzentration der alveolengängigen Staubfraktion in der Luft im Arbeitsbereich beim Abbruch von entkernten Plattenbauten

Die Ermittlungen der Konzentrationen der A-Staubfraktion ergaben in der Baggerkabine Werte im Bereich von 0,1 mg/m³ bis 0,5 mg/m³ (Baggertüren geschlossen, Kabinen teilweise klimatisiert), bei dem Spritzer lagen die Konzentrationen auf der Hubbühne (Spritzer 1) zwischen 0,26 mg/m³ und 1,9 mg/m³. Mit zunehmender Entfernung vom Abbruchbagger reduzieren sich auch die ermittelten Staubkonzentrationen. Bei 100 m wurden nur noch 0,36 mg/m³ alveolengängige Staubfraktion nachgewiesen. Nach der TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz-Luftgrenzwerte“ Nr. 2.4 Abs. 8 gilt ein Grenzwert für die alveolengängige Staubfraktion von 6 mg/m³.

Der Grenzwert für die alveolengängige Staubfraktion wurde zum Zeitpunkt der Messungen eingehalten.

▪ Einatembare Staubfraktion

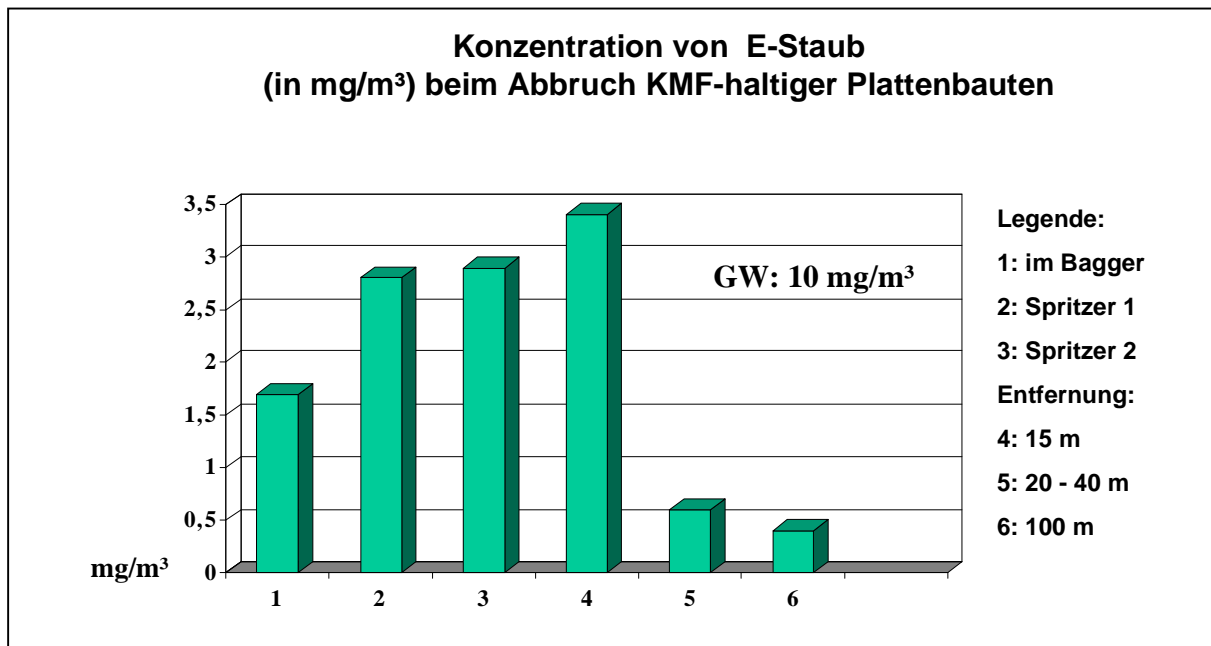


Abb. 4: Konzentration der einatembaren Staubfraktion in der Luft im Arbeitsbereich beim Abbruch von entkernten Plattenbauten

Die Ermittlungen der Konzentrationen der E-Staubfraktion ergaben in der Baggerkabine Werte im Bereich von 1,4 mg/m³ bis 2,0 mg/m³ (Baggertüren geschlossen, Kabinen teilweise klimatisiert), bei den Spritzern lagen die Konzentrationen auf der Hubbühne zwischen 0,7 mg/m³ und 7,9 mg/m³ und am Boden zwischen 0,9 mg/m³ und 5,3 mg/m³. Mit zunehmender Entfernung vom Abbruchbagger reduzieren sich auch die ermittelten Staubkonzentrationen. Bei 100 m wurden nur noch 0,39 mg/m³ einatembare Staubfraktion gefunden.

Nach der TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz-Luftgrenzwerte“ (BArbBl. 2001 Nr. 9, S. 86,88 und 89) Nr. 2.4 Abs. 11 gilt ein Grenzwert für die einatembare Staubfraktion von 10 mg/m³ ab dem 01.04.2004.

Der Grenzwert für die einatembare Staubfraktion wurde zum Zeitpunkt der Messungen eingehalten.

5.1.2 Lärm/Schwingungen

- Lärm

Beim mechanischen Abbruch kommen neben Bagger mit Abbruchzange auch Bagger mit Baggerschaufel zum Einsatz. Der Bauschutt wird damit auf LKW`s zum Abtransport geladen. Es wurden dabei folgende Werte des Beurteilungspegels ermittelt bzw. traten folgende Spitzenwerte des unbewerteten Schalldruckpegels L_{peak} auf:

Tab. 2: Beurteilungspegel (L_{Ard}) und Spitzenwert des unbewerteten Schalldruckpegels (L_{peak}) nach Arbeitsmitteln

Tätigkeit	L_{Ard} [dB(A)]	L_{peak} [dB]
Bedienung von		
Radlader Volvo 90 L (Rampe aufschütten)	84,8	141,5
Bagger CAT 320 B (Rampe aufschütten)	80,5	135,2
Bagger CAT 330 B (Abbruch mittels Abbruchzange)	78,0	134,6

In den mobilen Arbeitsmaschinen wird der Grenzwert des Beurteilungspegels von 85 dB(A) für gehörschädigenden Lärm nach § 15 ArbStättV eingehalten bzw. liegt in der Nähe dieses Grenzwertes. Geringere Werte des Beurteilungspegels bei beiden Baggern ergeben sich durch klimatisierte und damit während der Arbeitstätigkeit geschlossene Fahrerkabinen, die somit auch der Schalldämmung dienen. Der Grenzwert des unbewerteten Schalldruckpegels L_{peak} von 140 dB nach BGV B 3 wird in der Radladerkabine bei geöffnetem Fenster geringfügig überschritten.

- Schwingungen

Tab. 3: Beurteilungsbeschleunigung (a_{w0}) für Ganzkörperschwingungen nach Arbeitsmitteln

Tätigkeiten	a_{w0} [ms ⁻²]	Körperachse mit größter Schwingbeschleunigung
Bedienung von		
Bagger CAT 320 B mit Schaufel (Erdstoff)	0,4	y-Achse
Bagger CAT 330 B (Abbruch mittels Zange)	0,6	x-Achse

Bei der Bewertung der Gesundheitsrelevanz der Ganzkörperschwingungen ist nach VDI 2057 Bl. 1 von der Körperachse mit der größten bewerteten Schwingbeschleunigung auszugehen. Die VDI 2057 Bl. 1 unterscheidet zwei Gefährdungszonen nach der Beurteilungsbeschleunigung: Mögliche Gefährdung besteht ab 0,45 ms⁻²; deutliche Gefährdung ab 0,8 ms⁻².

Die Zone möglicher Gefährdung wird auf dem Bagger CAT 330 B erreicht.

5.1.3 Physische Beanspruchungen

Tätigkeit: Wasserspritzer im Bodenbereich

Aufgabe des Wasserspritzers ist es, die beim Abbruch frei gesetzten Stäube und Fasern weitestgehend zu binden. In der Regel werden zwei Wasserspritzer eingesetzt, davon einer auf einer Hubbühne zum Befeuchten der Abbruchstelle und ein zweiter am Boden zum Befeuchten des herabfallenden Abbruchmaterials und beim Aufladen desselben auf den LKW. Das Wasserspritzen erfolgt unter Verwendung von C-Schläuchen mit Anschluss am Hydranten.

Während der Wasserspritzer auf der Hubbühne lediglich den Wasserstrahl steuert, der C-Schlauch ist am Geländer der Hubbühne befestigt, muss der Wasserspritzer am Boden den Wasserschlauch größtenteils selbst halten und steuern (Bilder 15 und 16). Die hierfür erforderliche Haltearbeit war Anlass, die physische Beanspruchung für die Tätigkeit des **Wasserspritzers am Boden** zu analysieren und zu bewerten.



Bild 15: Wasserspritzer im Bodenbereich zur Staub- und Faserbindung - ohne vorschriftsmäßige Benutzung des Schutzhelms

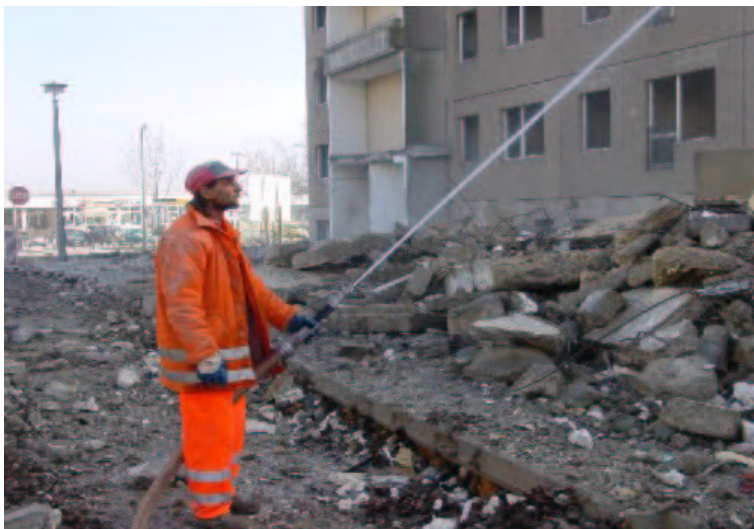


Bild 16: Das Halten des C- Schlauches erfolgt sowohl ein- oder zweiarmig mit zusätzlicher Fixierung zwischen den Beinen (wiederum ohne Schutzhelm)

Die Ergebnisse der Beanspruchungsanalyse lassen erkennen, dass das Halten des unter Druck befindlichen C-Schlauches nicht zu den vermuteten körperlichen Beanspruchungen führt (vgl. Abb. 5). Die Aufschlüsselung in die einzelnen Teiltätigkeiten verdeutlicht, dass während des Wasserspritzens (TT 2) eine lediglich geringe Beanspruchung vorliegt, die als „leicht bis mäßig schwer“ zu bewerten ist.

Beanspruchungsspitzen treten hingegen während der Verrichtung von Nebentätigkeiten (TT 3) auf. Diese werden verursacht durch das Demontieren und manuelle Umsetzen von Bauzauteilen einschließlich der zugehörigen Bauzaunfüße (Last pro Betonfußstein ca. 40 kg, Wegstrecken von bis zu 50 m) und durch das Auslesen und Heraustrennen von überwachungspflichtigem Abbruchgut aus dem Bauschutt bei gleichzeitigen Zwangshaltungen.

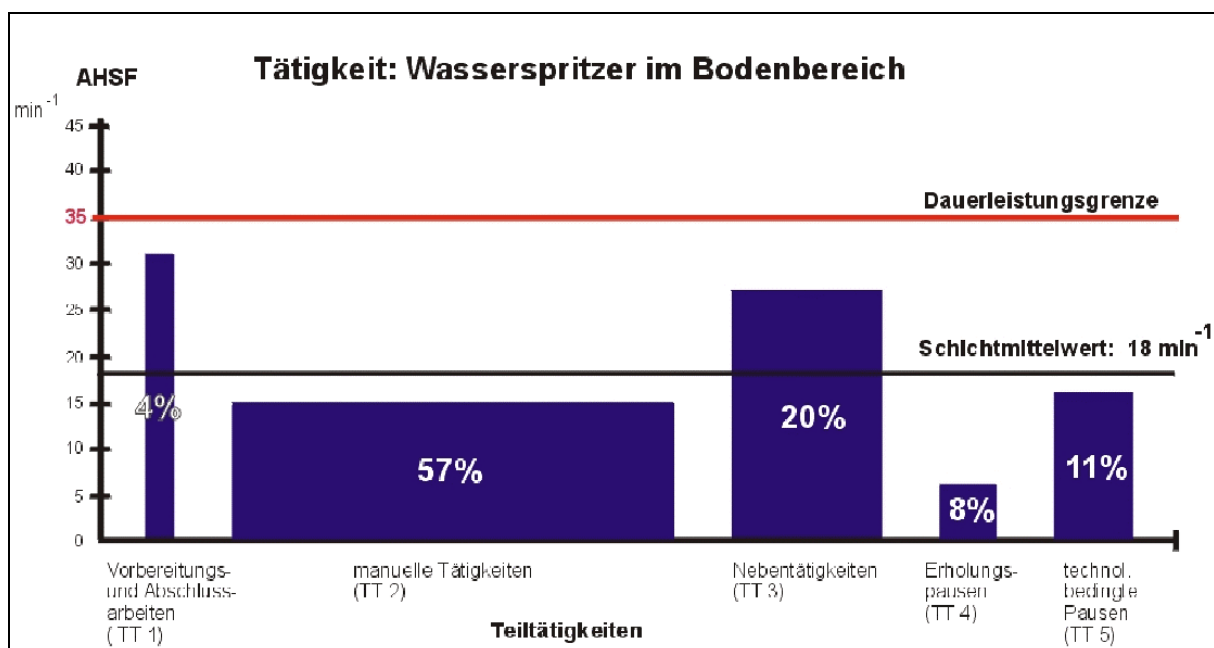


Abb. 5: Mittelwerte der AHSF für die einzelnen Teiltätigkeiten mit Angabe ihrer Zeitanteile in Prozent (n=2)

Unter Einbeziehung aller Teiltätigkeiten ergibt sich ein Schichtmittelwert der AHSF von 18 min⁻¹.

Die Arbeit des Wasserspritzers im Bodenbereich ist als „mittelschwere“, im Grenzbereich zur „leicht bis mäßig schweren“ körperlichen Arbeit liegende Tätigkeit zu bewerten.

5.2 Rückbau mittels Segmentausbau

5.2.1 Gefahrstoffe

- Künstliche Mineralfasern

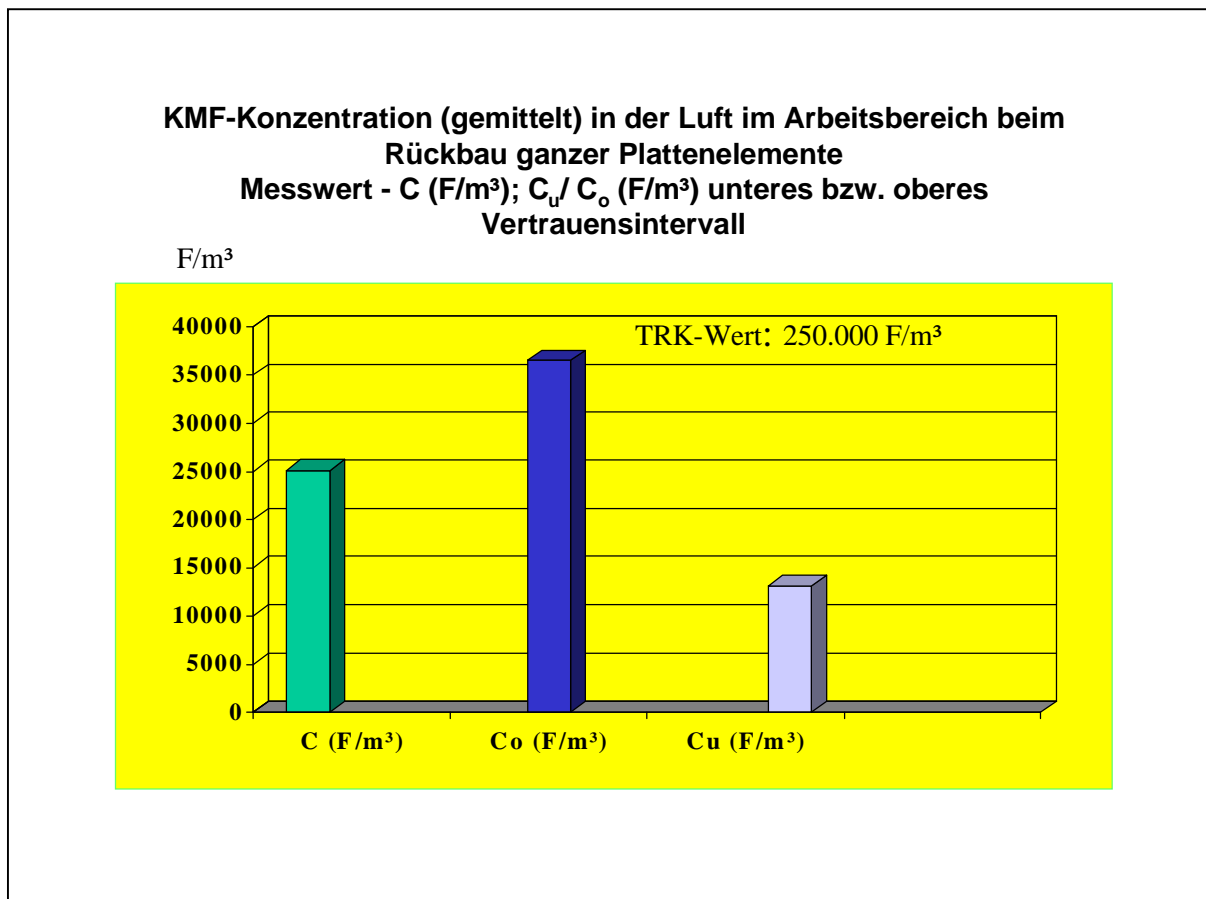


Abb. 6: KMF-Konzentration in der Luft im Arbeitsbereich beim Segmentausbau

Die Probenahmen erfolgten personengebunden bei den mit der Demontage beschäftigten Arbeitnehmern.

Die Ermittlungen der KMF-Konzentrationen in der Luft ergaben im Durchschnitt 25084 F/m³ mit Werten im Bereich von 4060 F/m³ bis 95435 F/m³. Beim Freilegen von Anschlagösen mittels Bohrhammer wurde bei Überkopfarbeit der höchste Wert ermittelt (direktes Anbohren der Dämmschicht). Der überwiegende Teil der nachgewiesenen Faserkonzentrationen liegt im unteren Konzentrationsbereich.

Der TRK-Wert von 250 000 Fasern/m³ wurde zum Zeitpunkt der Messungen eingehalten.

Alveolengängige Staubfraktion

Die personenbezogenen Ermittlungen der Konzentrationen der A-Staubfraktion ergaben Werte im Bereich von 0,25 mg/m³ bis 0,56 mg/m³ (Durchschnitt 0,39 mg/m³). Die Konzentrationen lagen unter 1/10 des Grenzwertes von 6 mg/m³.

Einatembare Staubfraktion

Die personenbezogenen Ermittlungen der Konzentrationen der E-Staubfraktion ergaben Werte im Bereich von 0,82 mg/m³ bis 2,0 mg/m³ (Durchschnitt 1,46 mg/m³). Die Konzentrationen lagen unter 1/5 des Grenzwertes von 10 mg/m³ (gültig ab 01.04.2004).

5.2.2 Lärm/Schwingungen

- Lärm

Beim Rückbau mittels Segmentausbau werden ganze Bauelemente (Wände, Decken) nach vorheriger Entfernung der Verankerungen herausgehoben. Anschließend werden diese mit einem Bagger für den Abtransport am Boden zertrümmert.

Die Vorbereitung zum Herausheben der Hauselemente erfolgt mittels handgeführter Arbeitsmittel wie Stemmhämmer, Winkelschleifer und Schlagbohrmaschinen.

Bei den Teiltätigkeiten wurden folgende Werte des Beurteilungspegels L_{Ard} ermittelt bzw. traten folgende Spitzenwerte des unbewerteten Schalldruckpegels L_{peak} auf:

Tab. 4: Beurteilungspegel L_{Ard} und Spitzenwert des unbewerteten Schalldruckpegels (L_{peak}) nach Arbeitsmitteln

Tätigkeit	L_{Ard} [dB(A)]	L_{peak} [dB]
Bedienung von		
Stemmhämmer Makita HM 1202 C	93,4	139,3
Stemmhämmer Makita HM 1202 C	97,5	135,2
Stemmhämmer Bosch GbH 11 DE	96,1	140,5
Stemmhämmer De Walt D25900 K - QS	98,7	131,2
Bagger CAT 325 B mit Greiferschaufel	80,2	132,5
Kran Liebherr LTM 1150/1	81,2	125,8

Der Beurteilungspegel von 85 dB(A) bei den Tätigkeiten mit den handgeführten Arbeitsmitteln wird deutlich überschritten. Unterschiede beim gleichen Hammertyp erklären sich aus individuell unterschiedlichen Stemmzeiten. Der Spitzenwert des unbewerteten Schalldruckpegels liegt bei allen Stemmhämmern im Bereich des Grenzwertes von 140 dB nach der berufsgenossenschaftlichen Vorschrift BGV B3 „Lärm“; in einem Fall kam es zu einer geringfügigen Überschreitung. Die Arbeitnehmer in den mobilen Arbeitsmaschinen sind dagegen geringer exponiert. Es ergeben sich Werte des Beurteilungspegels im Bereich von 80 dB(A).

Die Messzeiten (> 2 Stunden) waren repräsentativ für die ausgeübten Tätigkeiten. Gehörschutz wird von den Bedienern der Stemmhämmer nur vereinzelt getragen.

- Schwingungen

Hand-Arm-Schwingungen ergeben sich bei der speziellen Technologie des zerstörungsfreien Lösens von Decken-, Wand- und weiteren Bauelementen aus dem Hauskörper. Am bedeutungsvollsten sind dabei sowohl von ihrer Länge als auch von ihrer Intensität die Hand-Arm-Schwingungen an Stemmhämmern.

Bei Hand-Arm-Schwingungen erfolgt die Ermittlung der Schwingungsexposition in drei Achsenrichtungen. Aus diesen Angaben wird nach VDI 2057 Bl. 2 der aus den Effektivwerten der frequenzbewerteten Beschleunigung in den drei Messrichtungen gebildete Schwingungsgesamtwert verwendet.

Bei den Tätigkeiten wurden die folgenden Schwingungsgesamtwerte bzw. Beurteilungsbeschleunigungen ermittelt (Tabelle 4). Der Schwingungsgesamtwert/die Beurteilungsbeschleunigung kennzeichnen die Gesamtbelastung während des Arbeitstages.

Tab. 5: Schwingungsgesamtwert (a_{hv}) für Hand-Arm- bzw. Beurteilungsbeschleunigung (a_{w0}) für Ganzkörperschwingungen nach Arbeitsmitteln

Tätigkeit	a_{w0} bzw. a_{hv} [ms^{-2}]	Körperachse mit der größten Schwingbeschleunigung
Bedienung von		
Stemmhämmer Makita HM 1202 C	6,8	
Stemmhämmer Bosch GbH 11 DE	8,9	
Stemmhämmer De Walt D25900 K - QS	5,5	
Bagger CAT 325 B mit Greiferschaufel	0,4	y-Achse

Bei den eingesetzten Stemmhämmern wird in allen Fällen der Richtwert von $2,5 m/s^2$ nach VDI 2057 Bl. 2 überschritten. Damit sind Präventionsmaßnahmen nach VDI 2057 Bl. 2 zur Vermeidung von Knochen- und Gelenkschäden im Hand-Unterarmbereich dringend zu empfehlen.

5.2.3 Physische Beanspruchungen

Tätigkeit: Stemmarbeiter/Anschläger

Die Demontage der Bauelemente erfolgt entsprechend dem Demontageplan durch das manuelle Trennen der einzelnen Elementverbindungen. Von den ausführenden Stemmarbeitern werden dabei handgeführte Elektro-Abbruchhämmer und Pressluftschläger, Brenn- und Trennschneider sowie Schlagbohrmaschinen verwendet.

Zur Belastungsreduzierung findet in der Regel ein selbstbestimmter Tätigkeitswechsel zwischen dem als Stemmarbeiter und dem als Anschläger Beschäftigten statt. Aus diesem Grund erfolgt eine Bewertung der physischen Beanspruchungen für diese Mischstätigkeit.

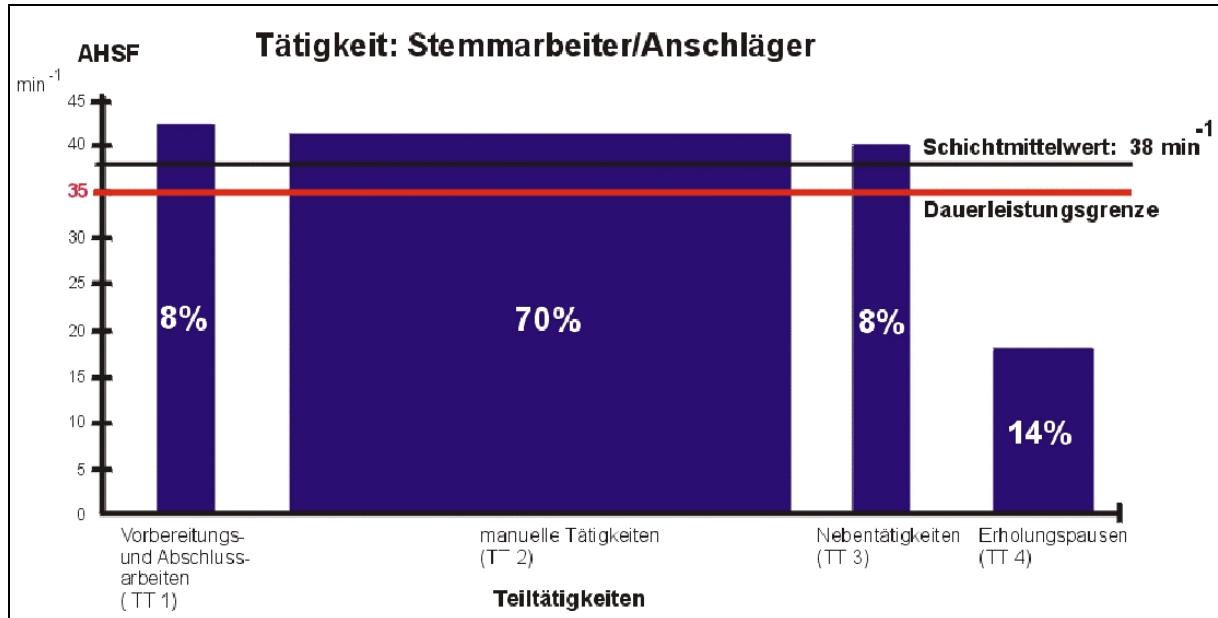


Abb. 7: Mittelwerte der AHSF für die einzelnen Teiltätigkeiten mit Angabe ihrer Zeitanteile in Prozent (n=5)

Die Beanspruchungsanalyse zeigt, dass für die Tätigkeit des Stemmarbeiters/Anschlägers in 70% der Schichtzeit manuelle Arbeiten mit einer den Dauerleistungsgrenzwert übersteigenden „sehr schweren“ körperlichen Arbeit, die mittlere AHSF beträgt 41 min^{-1} , vorliegen (vgl. Abb. 7).

Die enorm hohen körperlichen Beanspruchungen werden verursacht durch das kraftvolle Freistemmen von Tragösen, Verbindungsstählen und Fugen unter Verwendung von 9-12 kg schweren Stemmhämmern. Gleichzeitig erfolgen die Stemmarbeiten unter Zwangshaltungen, teils auf der Leiter stehend. Gelegentlich ist sogar ein einhändiges Arbeiten erforderlich, da der andere Arm zur Stabilisierung des Körpergleichgewichts genutzt werden muss. Darüber hinaus treten große Beanspruchungen beim Heraushebeln der Decken- und Wandplatten mittels Brechstange auf. Bei ganzem Körpereinsatz wurden AHSF-Spitzenwerte von 55 bis 75 min^{-1} gemessen. Ebenso wirken die auftretenden Zwangshaltungen beim Einbau von Montagestreben zwecks Absicherung der Wandelemente beanspruchungserhöhend (Bilder 17, 18 und 19).



Bild 17:
Statische Haltearbeit beim Aufstemmen von Fugen mittels 12 kg schweren Abbruchhammers



Bild 18: Lockern der Deckenplatten durch manuelles Hebeln mit der Brechstange



Bild 19:

Stark gebeugte Rumpfhaltungen sind beim Einbau von Montagestreben zum Abstützen der Wandelemente wiederholt erforderlich.

Beim Arbeiten an der Absturzkante an der Gebäudeaußenfront kommen zu den hohen körperlichen Beanspruchungen infolge Zwangshaltungen psychische Beanspruchungen durch das nicht vorhandene Vertrauen in die Absturzsicherung hinzu (Bild 20).

Die beispielhafte Darstellung des AHSF-Kurvenverlaufs über einer Schicht für die Misch­tätigkeit des Stemmarbeiters/Anschlägers verdeutlicht, dass die hohen Arbeitsbelastungen bereits kurz nach Schichtbeginn zur Überschreitung der Dauerleistungsgrenze führen (Abb. 8).



Bild 20:

Physische und psychische Belastungen beim Arbeiten an der Absturzkannte

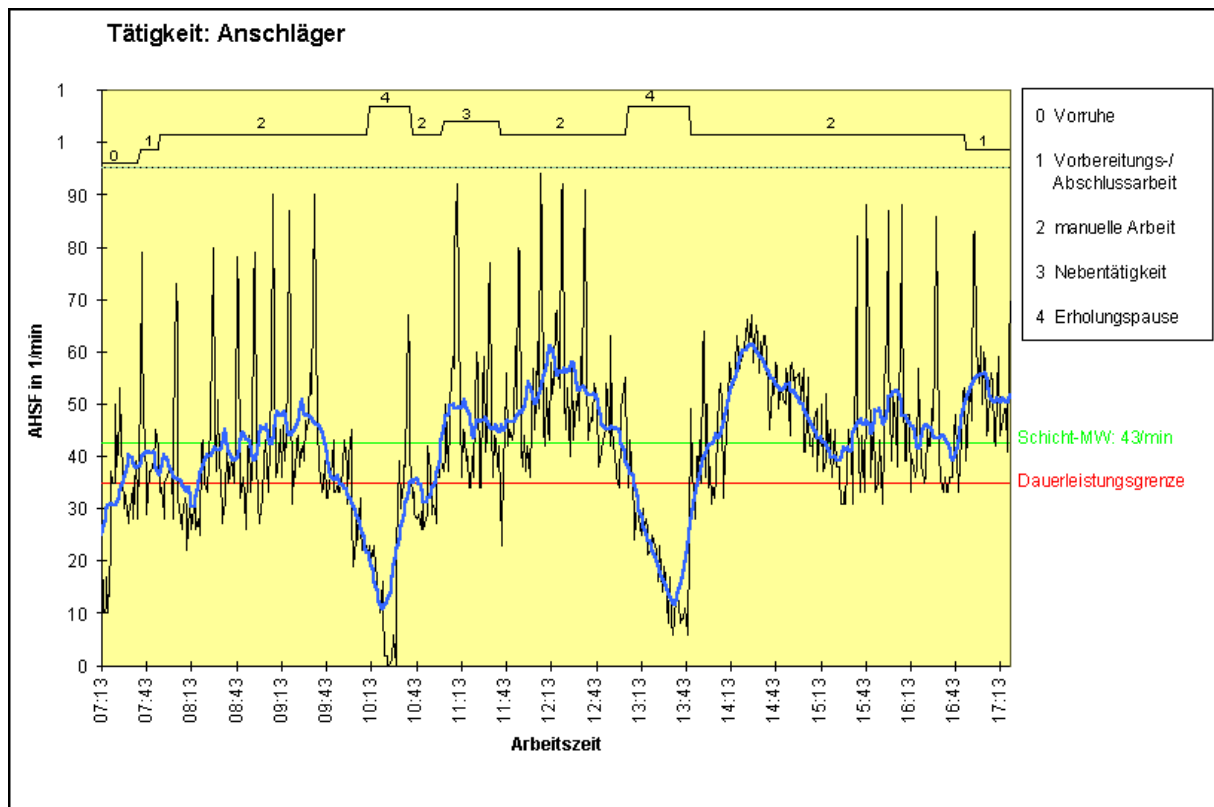


Abb. 8: Zeitlicher Verlauf der AHSF während einer Schicht mit überwiegender Ausführung von Anschlagarbeiten

Obwohl der Anteil der vermeintlich leichteren Anschlag- und Einweiserarbeiten gegenüber den Stemmarbeiten während dieser Schichtaufnahme überwogen hat, ist eine dauerhaft erhebliche Überschreitung des DLG zu verzeichnen. Die Ursachen hierfür sind zum einen in den hochsommerlichen Temperaturen, zum anderen aber auch in der enormen Laufarbeit begründet. Infolge der fehlenden Sicht des Kranfahrers zum Abschlagplatz und des nicht vorhandenen zweiten Einweisers war

der Anschläger gezwungen, bei jedem an- bzw. abzuschlagenden Bauelement zwischen den obersten Geschossetagen und dem Bodenbereich zu wechseln. Dieses „Auf und Ab“ widerspiegeln die Beanspruchungsspitzen im Kurvenverlauf.

Der kontinuierliche Anstieg der AHSF über die Schicht signalisiert, dass das Gleichgewicht zwischen Ermüdung und Erholung gestört ist und der Pausenanteil nicht mehr erholungswirksam wird. Eine Abnahme der Leistungsfähigkeit des Organismus ist die Folge!

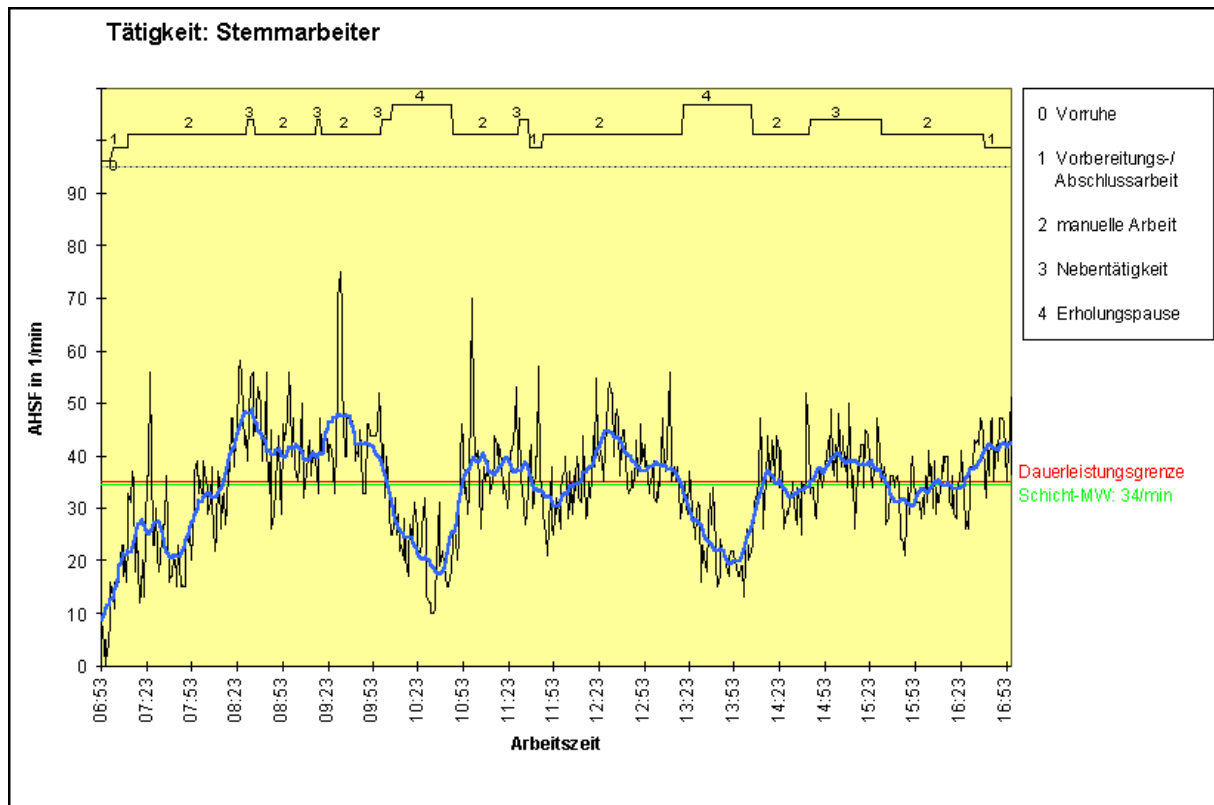


Abb. 9: Zeitlicher Verlauf der AHSF während einer Schicht mit überwiegender Ausführung von Stemmarbeiten

Die zweite Kurvendarstellung verdeutlicht die hohen körperlichen Arbeitsbelastungen des Stemmarbeiters. Bei normalen Außentemperaturen wird auch hier die DLG kurz nach Schichtbeginn und fortan dauerhaft überschritten (vgl. Abb. 9). Nur der Wechsel zur Tätigkeit des Anschlägers im letzten Schichtviertel ermöglicht eine leichte Reduzierung des Kurvenverlaufs, welcher dennoch oberhalb des Dauerleistungsgrenzwertes fortbesteht.

Insgesamt ist die Tätigkeit des Stemmarbeiters/Anschlägers als „sehr schwere“ körperliche Arbeit zu bewerten.

5.3 Lade- und Transportarbeiten

5.3.1 Gefahrstoffe

- Künstliche Mineralfasern

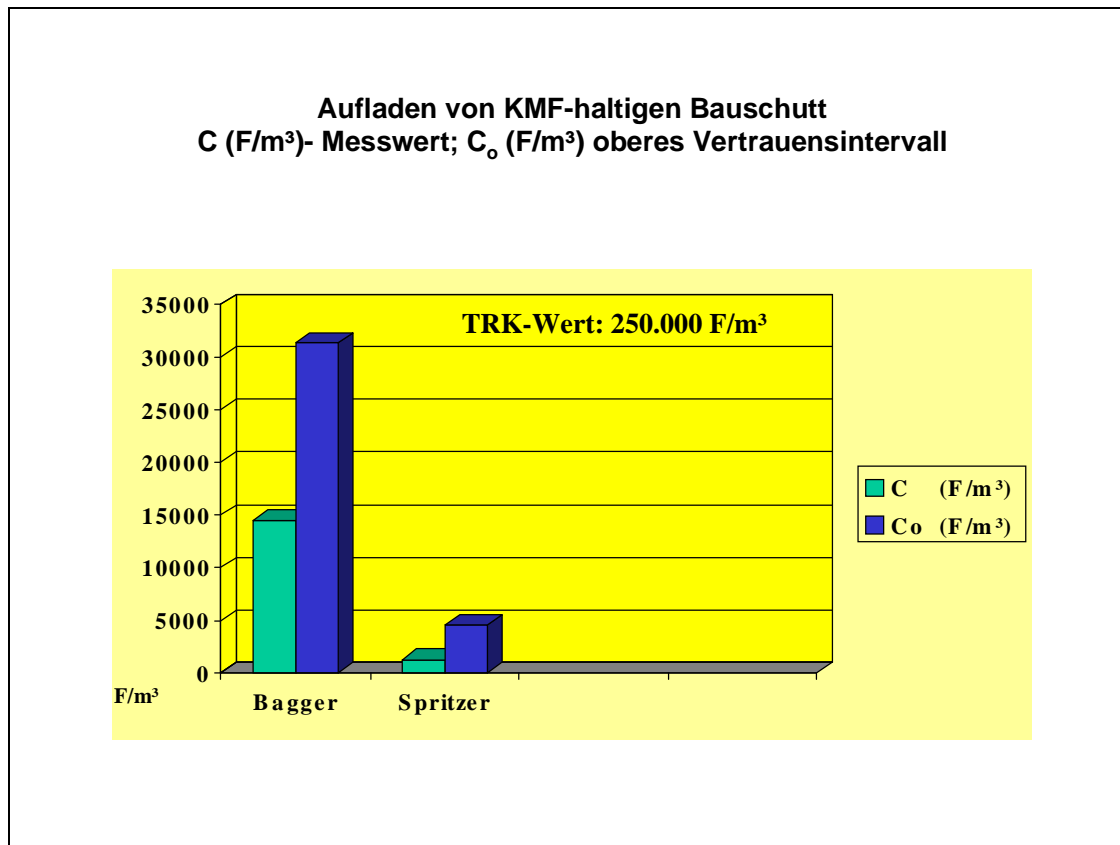


Abb. 10: KMF-Konzentration in der Luft im Arbeitsbereich beim Aufladen von Abbruchmaterial

- **Alveolengängige Staubfraktion**

Die personenbezogenen Ermittlungen der Konzentrationen der A-Staubfraktion ergaben Werte im Bereich von 0,04 mg/m³ bis 0,18 mg/m³ (Durchschnitt 0,10 mg/m³). Die Konzentrationen lagen weit unter 1/10 des Grenzwertes von 6 mg/m³.

- **Einatembare Staubfraktion**

Die personenbezogenen Ermittlungen der Konzentrationen der E-Staubfraktion ergaben Werte im Bereich von 0,08 mg/m³ bis 0,64 mg/m³ (Durchschnitt 0,56 mg/m³). Die Konzentrationen lagen weit unter 1/10 des Grenzwertes von 10 mg/m³ (gültig ab 01.04.2004).

5.3.2 Lärm/Schwingungen

- Lärm

Tab. 6: Beurteilungspegel (L_{Ard}) und Spitzenwert des unbewerteten Schalldruckpegels (L_{peak}) nach Arbeitsmitteln

Tätigkeit	L_{Ard} [dB(A)]	L_{peak} [dB]
Bedienung von		
Bagger CAT 325 B mit Schaufel, Fahrer 1	83,8	133,4
Bagger CAT 325 B mit Schaufel, Fahrer 2	86,5	124,3
LKW Mercedes 3234 mit 17 t Abbruch	81,1	132,5

Im Bagger zum Beladen der LKW mit Abbruchmaterial treten Werte des Beurteilungspegels im Bereich des Grenzwertes für gehörschädigenden Lärm auf. Unterschiede beim gleichen Baggertyp erklären sich aus beobachteter unterschiedlicher Routine im Umgang mit diesem Gerät. Der Beurteilungspegel innerhalb der Kabine des LKW Mercedes liegt deutlich niedriger.

Der Spitzenwert des unbewerteten Schalldruckpegels liegt unter dem Grenzwert von 140 dB nach der berufsgenossenschaftlichen Vorschrift BGV B3 „Lärm“. Der unerwartet hohe Wert beim Transportfahrzeug ergibt sich aus den Fallgeräuschen des Abbruchmaterials in die leere LKW-Blechwanne. Die Messzeiten waren repräsentativ für die ausgeübten Tätigkeiten.

- Schwingungen

Tab. 7: Beurteilungsbeschleunigung (a_{w0}) für Ganzkörperschwingungen nach Arbeitsmitteln

Tätigkeiten	a_{w0} [ms ⁻²]	Körperachse mit größter Schwingbeschleunigung
Bedienung von		
Bagger CAT 325 B mit Schaufel (Abbruch)	0,7	y-Achse
LKW Mercedes 3234 mit 17 t Abbruch	0,4	z-Achse

Bei der Bewertung der Gesundheitsrelevanz der Ganzkörperschwingungen ist nach VDI 2057 Bl. 1 von der Körperachse mit der größten bewerteten Schwingbeschleunigung auszugehen. Die VDI 2057 Bl. 1 unterscheidet zwei Gefährdungszonen nach der Beurteilungsbeschleunigung: Mögliche Gefährdung besteht ab 0,45 ms⁻²; deutliche Gefährdung ab 0,8 ms⁻².

Die Zone möglicher Gefährdung wird auf dem Bagger CAT 325 B erreicht.

5.3.3 Physische Beanspruchungen

Das Befeuchten des Abbruchguts während des Aufladens auf den LKW wird von demselben Wasserspritzer ausgeführt, welcher auch das herabfallende Abbruchmaterial während des Abbruchs mit Bagger durchfeuchtet. Aus diesem Grund gelten die Ausführungen des Gliederungspunktes 5.1.3 analog.

Die Arbeit des Wasserspritzers ist als eine im unteren Bereich der „mittelschweren“ Arbeit liegende Tätigkeit zu bewerten.

5.4 Drempelausbau

5.4.1 Gefahrstoffe

- Künstliche Mineralfasern

- Offener Drempel

Die Ermittlungen der KMF-Konzentrationen in der Luft ergaben beim Ausbau der KMF-Dämmmatten im offenen Drempelbereich bei den personenbezogenen Messungen Werte im Bereich von 55407 F/m³ bis 82199 F/m³. Die obere Grenze des Vertrauensintervalls betrug dabei 73048 F/m³ bis 108369 F/m³.

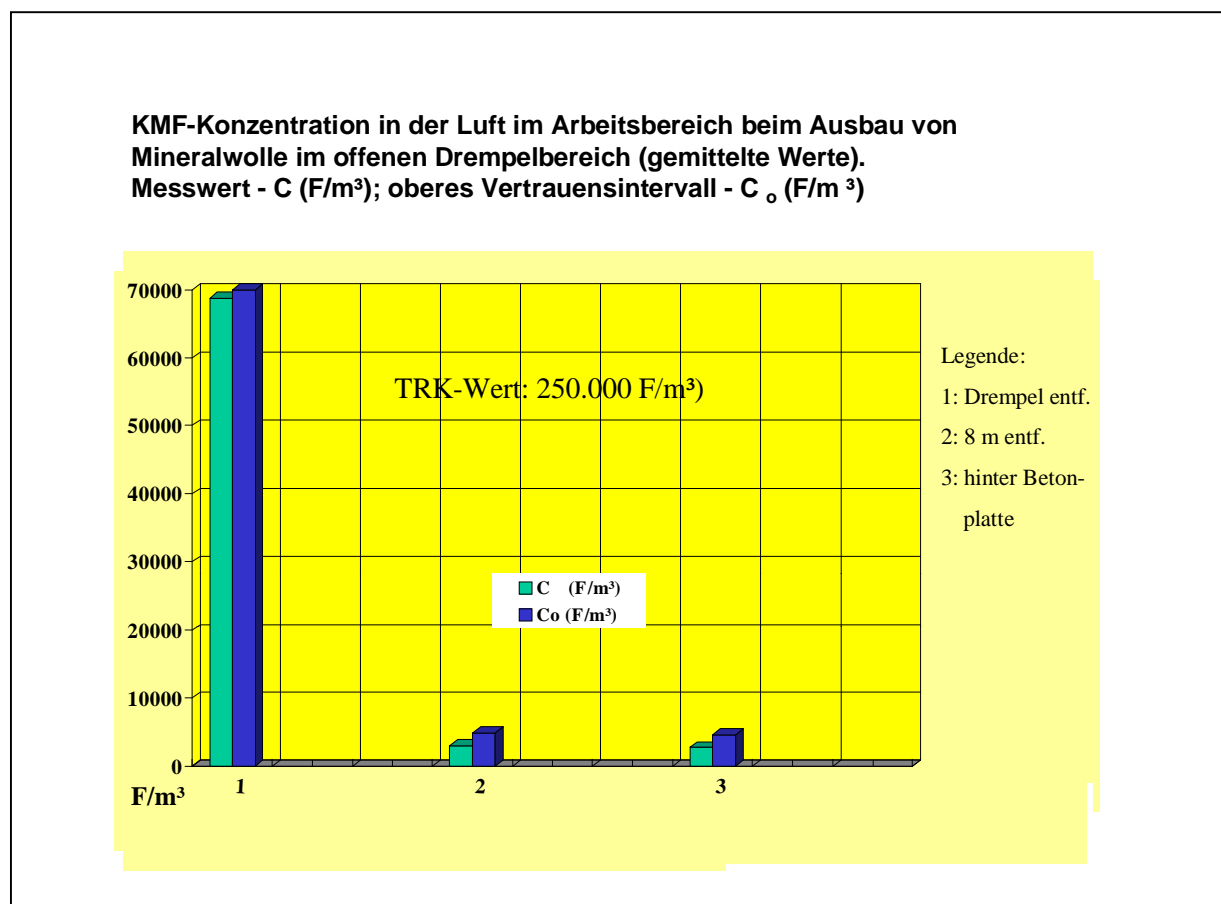


Abb. 11: KMF-Konzentration beim KMF-Mattenausbau offener Drempel

Bei einer Entfernung von 8 m von der Gebäudelängsseite wurden am Boden 2706 F/m³ bis 3033 F/m³ nachgewiesen. Die obere Grenze des Vertrauensintervalls betrug dabei 4627 F/m³ bis 4856 F/m³ (Abb. 11).

Der TRK-Wert von 250 000 Fasern/m³ wurde zum Zeitpunkt der Messungen eingehalten.

- Geschlossener Drempel

Die Ermittlungen der KMF-Konzentrationen in der Luft ergaben beim Ausbau der KMF-Dämmmatten im geschlossenen Drempelbereich bei den stationären Messungen Werte im Bereich von 462700 F/m³ bis 1.756400 F/m³. Die obere Grenze des Vertrauensintervalls betrug dabei 376450 F/m³ bis 2.136840 F/m³.

Die Messungen erfolgten einmalig an 3 Messpunkten, da auf Grund der hohen Werte nur eine qualitative Auswertung möglich war.

Der TRK-Wert von 250 000 Fasern/m³ wurde zum Zeitpunkt der Messungen um bis zum sechsfachen überschritten.

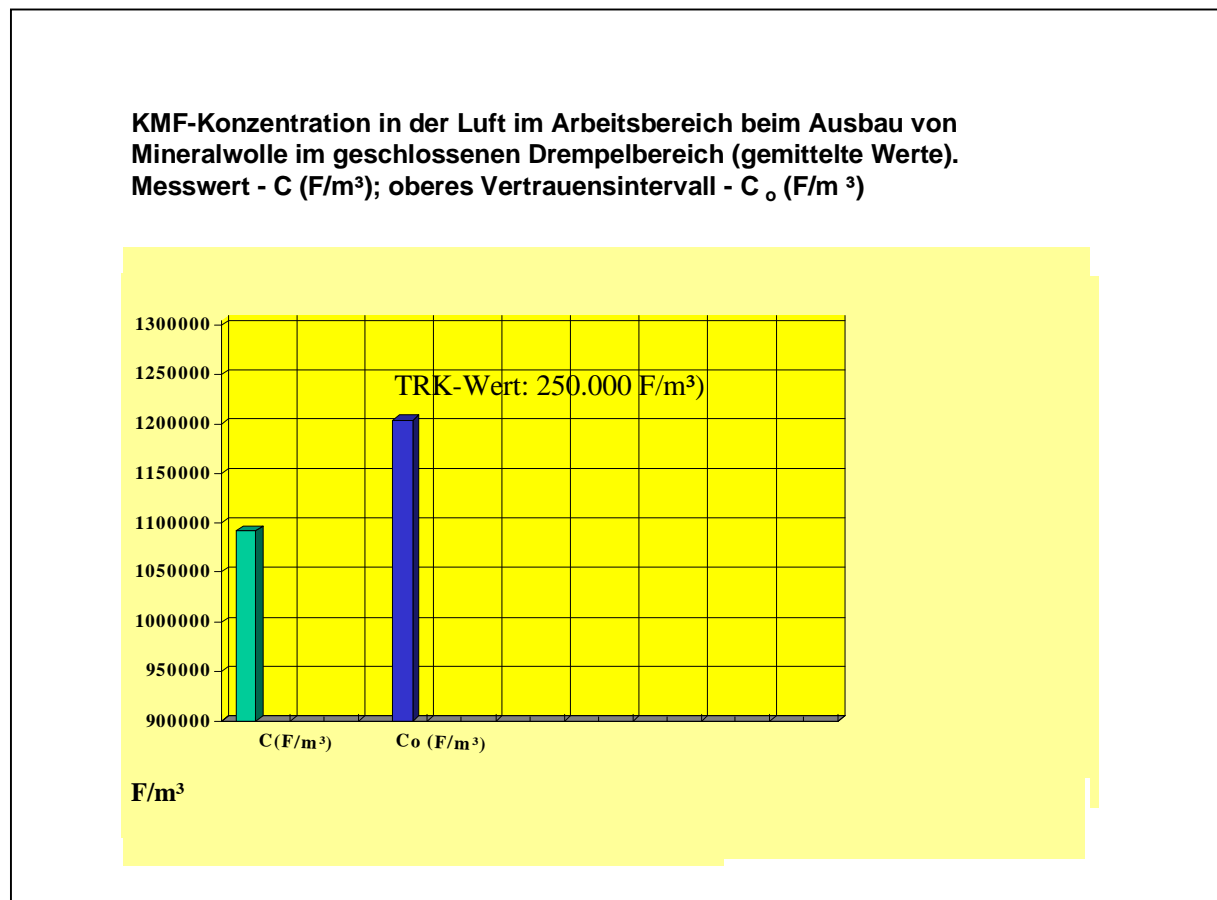


Abb. 12: KMF-Konzentration beim KMF-Mattenausbau geschlossener Drempel

▪ Einatembare Staubfraktion

Die personenbezogenen Ermittlungen der Konzentrationen der E-Staubfraktion ergaben Werte im Bereich von 9,3 mg/m³ bis 18,2 mg/m³ (Durchschnitt 12,3 mg/m³). Die Konzentrationen lagen im Bereich und oberhalb des Grenzwertes von 10 mg/m³ (gültig ab 01.04.2004).

5.4.2 Physische Beanspruchungen

Untersuchungen zum KMF-Ausbau bei ganzflächig geschlossener Decke wurden wegen der nur stundenweisen Exposition der Beschäftigten, je nach Arbeitnehmereinsatz schwankt diese zwischen 3 bis 5 Stunden, nicht durchgeführt. Daher beziehen sich alle nachfolgenden Ausführungen auf die Bewertung der physischen Beanspruchungen beim **KMF-Ausbau mit offener Decke**.

Der offene Drempeausbau findet beim Rückbau mittels Segmentausbau statt. Hierbei wird die Arbeitstätigkeit nicht ausschließlich im offenen Drempebereich, sondern, je nach Arbeitsfortschritt und Kranposition, parallel auch unter noch geschlossener Decke ausgeführt.

Die Tätigkeit der Beschäftigten wird durch das Zusammenrollen der Pappen und Fasermatten sowie das Tragen und Hineinheben derselben in Big-Bags bestimmt. Die dabei zu handhabende Last beträgt pro Rolle ca. 15 bis 20 kg.

Die anfallenden Arbeiten unterscheiden sich zwischen offenem und geschlossenem Drempebereich hauptsächlich in der dabei einzunehmenden Körperhaltung.

Im **offenen Drempebereich** wird das Zusammenrollen in stark gebeugter Körperhaltung (Bild 23) vorgenommen. Der Transport der Rollen zu den Big-Bags und das Hineinheben kann, je nach Füllstand der Big-Bags, zumeist in aufrechter Körperhaltung vorgenommen werden (Bilder 22 und 23).



Bild 21:
Zusammenrollen einer
Fasermatte in stark
gebeugter Körperhaltung



Bild 22: Transport der aufgerollten Fasermatte zum Big-Bag



Bild 23: Hineinheben der Fasermatte in den Big-Bag, was i. d. R. allein erfolgt

Im **geschlossenen Drempelbereich** wird die Körperhaltung durch die niedrige Raumhöhe bestimmt. Diese liegt je nach Arbeitsort zwischen 0,90 m und 1,10 m. Aufgrund dieser Gegebenheit werden die Pappen und Faserplatten im Drempelbereich im Knien oder Kriechen zusammengerollt (Bild 24).



Bild 24: Zusammenrollen von Fasermatten im Knien/Kriechen

Für das Herausbringen der zusammengerollten Pappen und Fasermatten aus dem geschlossenen Drempelbereich werden zunächst Stapel gebildet. Der Transport zu diesen Stapeln findet durch „vor sich her schieben“ im Kriechen statt (Bild 25).



Bild 25: Zu Stapeln zusammengelagerte Fasermatten

Anschließend werden die Rollen in kniender oder hockender Haltung in Big-Bags gesteckt (Bild 26).



Bild 26: Befüllen des Big-Bag im Knien

Wie die Beanspruchungsanalyse belegt, liegt der Schichtmittelwert bei $31/\text{min}^{-1}$ und damit unter dem Dauerleistungsgrenzwert. Entsprechend der Klassifikation der Arbeitsschwere ist die Tätigkeit KMF-Ausbau im Drempelbereich als „schwer“ einzustufen (vgl. Abbildung 13).

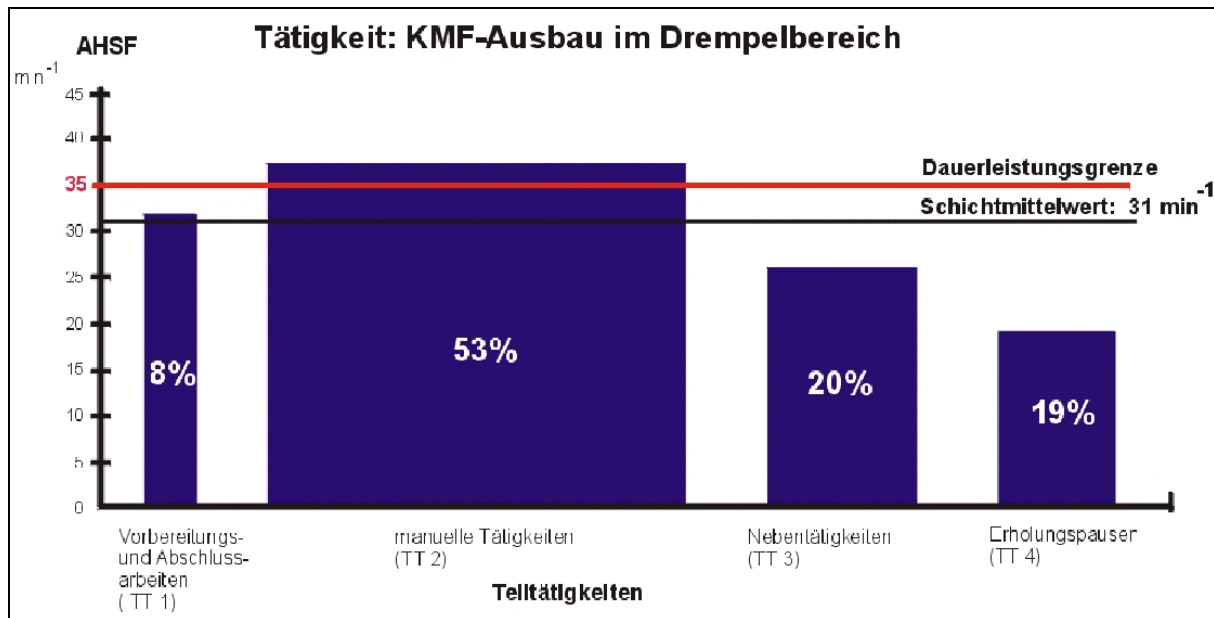


Abb.13: Mittelwert der AHSF für die einzelnen Teiltätigkeiten mit Angabe ihrer Zeitanteile in Prozent (n=5)

Ebenfalls ersichtlich ist, dass sich die Tätigkeit durch einen hohen Anteil an manuellen Arbeiten auszeichnet, die über einen längeren Zeitraum (53 % der Gesamtarbeitszeit) den DLG-Wert überschreiten.

Als Gründe für die Überschreitung der DLG sind die einzunehmende Körperhaltung, das Tragen der Rollen und das Hineinheben in Big-Bags zu benennen. Beim KMF-Ausbau unter geschlossenem Drempelbereich kommen zusätzlich noch die Zwangshaltungen (Knien, Hocken, Kriechen) hinzu.

In der Auswertung der einzelnen personenbezogenen HSF-Messungen konnten große Beanspruchungen (AHSF-Spitzenwerte von 55 bis $60/\text{min}^{-1}$) z. B. beim Hineinheben der Matten in die Big-Bags nachgewiesen werden. Das im Schichtmittel dennoch der DLG-Wert eingehalten wird, resultiert aus der geringeren Beanspruchung bei der Verrichtung von Nebentätigkeiten und dem Anteil an Erholungspausen (vgl. Abb. 13).

Insgesamt ist die Tätigkeit des KMF-Ausbaues im Drempelbereich als „schwere“ Arbeit einzustufen.

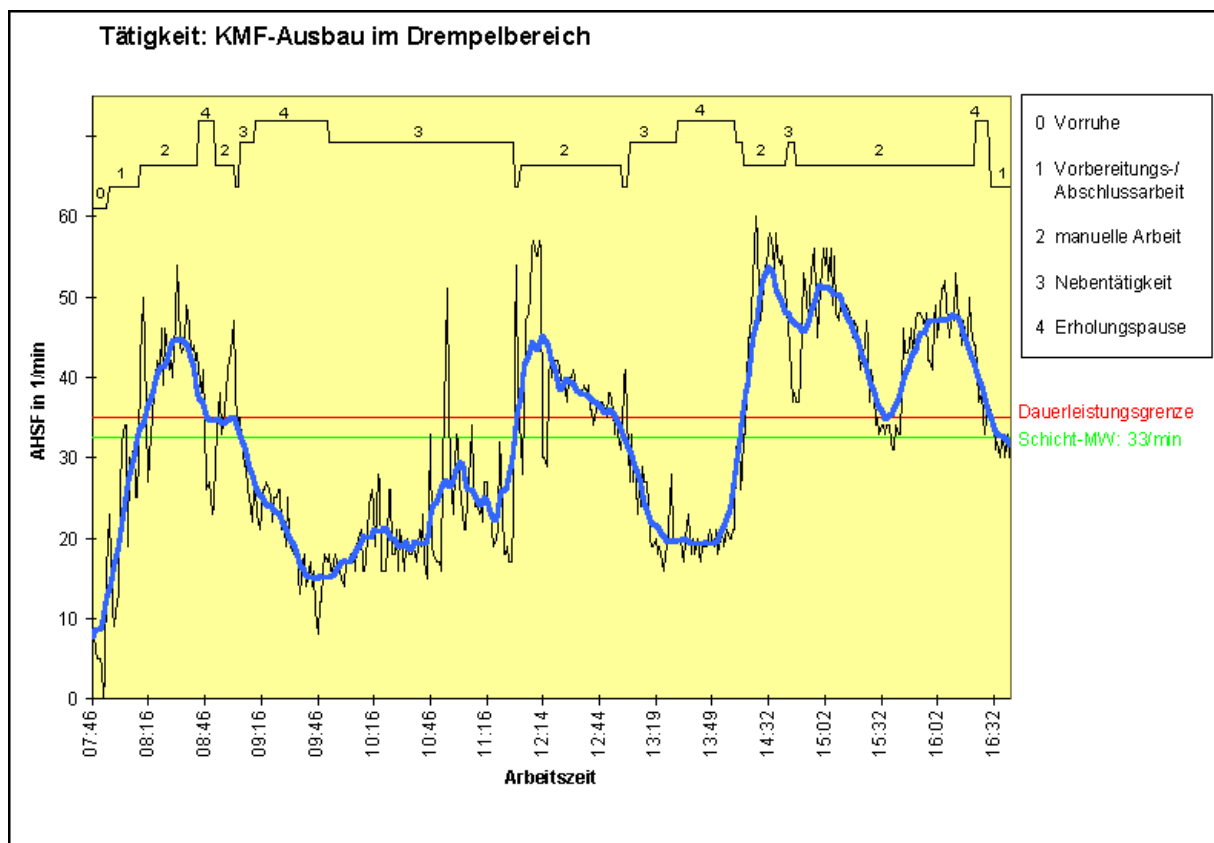


Abb. 14: Zeitlicher Verlauf der AHSF während einer Schicht

6 Schlussfolgerungen

6.1 Gefahrstoffe

Die beprobten Mineralwollen wurden alle als Steinwolle klassifiziert. Der Kanzerogenitätsindex KI liegt deutlich unter 30. Es ergibt sich für das Material eine Einstufung als Kanzerogen K2.

Aufgrund der Einstufung als Kanzerogen K2 sind an allen Arbeitsplätzen die Forderungen der Gefahrstoffverordnung und seiner nachgeordneten Vorschriften für krebserzeugende Stoffe, hier insbesondere die Forderungen der TRGS 521 - Faserstäube - zu erfüllen.

Die von den Arbeitsschutzbehörden der Länder Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen geführten Untersuchungen zur Bestimmung der KMF-Konzentration in der Luft im Arbeitsbereich beim mechanischen Abbruch mittels Bagger und Abbruchzange, beim Segmentausbau, beim offenen Drenpelausbau und bei den Lade- und Transportarbeiten haben gezeigt, dass der Grenzwert für künstliche Mineralfasern von 250 000 F/m³ eingehalten wird, wenn während der Rückbauarbeiten eine ausreichende Befeuchtung der Stellen erfolgt, an denen das Abrissmaterial bewegt wird.

Die Ermittlungen der KMF-Konzentrationen in der Luft ergaben beim Ausbau der KMF-Dämmmatten im geschlossenen Drempebereich sehr hohe Faserkonzentrationen. Der TRK-Wert von 250.000 Fasern/m³ wurde zum Zeitpunkt der Messungen bis zum sechsfachen überschritten. Hier ist ein vorheriges und auch während des Ausbaus intensives Befeuchten der KMF-Dämmmatten sowie die Benutzung von Atemschutzmitteln unabdingbar. Ein Trockenausbau führt zu hohen Grenzwertüberschreitungen.

Beim mechanischen Abbruch mit Bagger und Abbruchzange reduzieren sich mit zunehmender Entfernung vom Abbruchbagger die ermittelten KMF-Konzentrationen. Bei einer Entfernung von 50 bis 60 m von der Abbruchstelle betragen sie < 2000 F/m³. Diese Werte werden durch den Einsatz von Befeuchtungseinrichtungen erreicht.

An allen bewerteten Arbeitsplätzen (Ausnahme: geschlossener Drempeausbau) wurden die Grenzwerte der alveolengängigen Staubfraktion und der einatembaren Staubfraktion eingehalten.

Auf der Grundlage der ermittelten Ergebnisse und unter Zugrundelegung der Einhaltung der Forderungen der TRGS 521 steht dem mechanischen Abbruch mittels Bagger und Abbruchzange unter der Voraussetzung einer ausreichenden Befeuchtung sowie dem Segmentausbau aus der Sicht des Gefahrstoffrechts nichts entgegen. Umweltrechtliche Bestimmungen bleiben von dieser Schlussfolgerung unberührt.

6.2 Lärm/Schwingungen

Beim mechanischen Abbruch mit Bagger und Abbruchzange wird in den mobilen Arbeitsmaschinen der Grenzwert des Beurteilungspegels von 85 dB(A) für gehörschädigenden Lärm eingehalten.

Bei der Bewertung der Gesundheitsrelevanz der Ganzkörperschwingungen beim mechanischen Abbruch mit Bagger- und Abbruchzange wird die Zone möglicher Gefährdung auf dem Abbruchbagger erreicht.

Beim Rückbau mittels Segmentausbau wird in den mobilen Arbeitsmaschinen der Grenzwert des Beurteilungspegels von 85 dB(A) für gehörschädigenden Lärm eingehalten. Der Grenzwert des Beurteilungspegels von 85 dB(A) für gehörschädigenden Lärm bei den Tätigkeiten mit handgeführten Arbeitsmitteln (Stemmhammer) wird deutlich überschritten. Hier ist das Tragen von individuellem Gehörschutz unbedingt erforderlich.

Beim Rückbau mittels Segmentausbau wird bei den eingesetzten Stemmhämmern in allen Fällen der Richtwert von 2,5 m/s² überschritten. Damit sind Präventionsmaßnahmen nach VDI 2057 Bl. 2 zur Vermeidung von Knochen- und Gelenkschäden im Hand-Unterarmbereich dringend zu empfehlen.

6.3 Physische Beanspruchungen

Die Klassifizierung der arbeitsphysiologischen Untersuchungsergebnisse nach der Richtlinie von FRAUENDORF, KOBRYN /1975/ ergab:

Die Tätigkeit des **Wasserspritzers** zur Staubeindämmung beim mechanischen Abbruch mit Bagger und Abbruchzange sowie während der Lade- und Transportarbeiten kann dem Bereich einer „**mittelschweren**“ **Arbeit** zugeordnet werden.

Während des eigentlichen Wasserspritzens liegt eine nur leichte körperliche Beanspruchung vor. Belastungsspitzen treten beim manuellen Transport von Bauzauteilen und Bauzaunfüßen auf.

Beim Segmentausbau wird die als Mischtaetigkeit ausgeführte Arbeit des **Stemmarbeiters/ Anschlägers** durch extrem hohe Arbeitsbelastungen gekennzeichnet. Im Schichtverlauf ergibt sich eine Beanspruchungshöhe, die zur Grenzwertüberschreitung führt und als „**sehr schwere**“ **körperliche Arbeit** bewertet werden muss.

Beim **KMF-Ausbau im offenen Drempebereich** liegt im Schichtmittel eine körperlich „**schwere**“ **Arbeit** vor. Das Heben und Tragen der KMF-Matten und die dabei unvermeidlichen Zwangshaltungen, zum Teil in extremer Ausprägung beim Arbeiten unter dem noch geschlossenen Drempe (Knien, Hocken, Kriechen), sind hierfür bestimmend.

Die Ergebnisse der Messungen bestätigen: für die untersuchten Tätigkeiten bestehen für die Beschäftigten arbeitsbedingte Gesundheitsgefährdungen.

Die Wirkungen körperlich schwerer Arbeit betreffen dabei nicht nur das Herz-Kreislauf-System sondern insbesondere auch den Stütz- und Bewegungsapparat /FLEISCHER, BECKER et al., 2003/. Um der Entwicklung von arbeitsbedingten Gesundheitsschäden entgegenzuwirken, sind bei allen Tätigkeiten dringend Gestaltungsmaßnahmen erforderlich. Dazu hat der Arbeitgeber entsprechende technische, arbeitsorganisatorische und/oder personenbezogene Maßnahmen gemäß den „Allgemeinen Grundsätzen“ nach § 4 ArbSchG zu prüfen und umzusetzen.

Die Untersuchungen haben außerdem verdeutlicht, dass insbesondere für die Arbeit des Stemmarbeiters und Anschlägers der bereits selbstbestimmte Tätigkeitswechsel nicht genügend erholungswirksam ist. Die Einführung eines wirksamen Arbeitszeit-Pausen-Regimes, erforderlichenfalls unter Hinzuziehung zusätzlicher Arbeitskräfte, kann hier zur Verringerung der gesundheitsgefährdenden Belastungen beitragen. Gleichzeitig dienen diese arbeitsorganisatorischen Maßnahmen der Reduzierung der Hand-Arm-Schwingungsbelastungen und Lärmexpositionen.

Das Tragen der Fasermatten beim KMF-Ausbau im Drempebereich sollte durch eine arbeitsplatznahe Bereitstellung der Big-Bags mit Hilfe des ohnehin verfügbaren Krans vermieden werden.

Zur Verringerung der Belastungsspitzen des Wasserspritzers beim manuellen Transport der Bauzaunteile und -füße sind Transporthilfen einzusetzen.

Zur Verminderung des individuellen Gesundheitsrisikos sollte den Beschäftigten eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung angeboten werden (§ 11 ArbSchG).

In regelmäßigen und sachgerechten Unterweisungen ist den Beschäftigten die richtige manuelle Lastenhandhabung und die Wirkung von arbeitsorganisatorischen Maßnahmen zu vermitteln (§ 12 ArbSchG, § 4 LasthandhabV).

Durch die eigenverantwortliche Gestaltung ihres Tätigkeitsablaufs können die Beschäftigten selbst in erheblichem Umfang das präventive Potenzial ihrer Tätigkeit mitbestimmen. Das gesundheitsgerechte Verhalten der Beschäftigten ist regelmäßig zu kontrollieren (§ 15 ArbSchG).

7 Literatur

Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft:

Handlungsanleitung zum Umgang mit Mineralwolle-Dämmstoffen (Glaswolle, Steinwolle), Ausgabe Mai 2002

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (BIA) des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften:

Arbeitsumweltdossier „Künstliche Mineralfasern“. In: BIA-Handbuch. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 120 206. Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1985, akt. Stand: Dezember 2003

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA) des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.:

Expositionsermittlungen bei chemischen und biologischen Einwirkungen. In: BIA-Arbeitsmappe, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld 1989, akt. Stand: Oktober 2003

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Forschungsbericht (FB) 831 – O. Wangler, J. Opitz, K.-D. Röbenack, R. Steinmetzger: Präventive Berücksichtigung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes beim selektiven Abbruch und verwendungsorientierten Rückbau

Frauendorf, H.; Kobryn, U.: Richtlinie für die Analyse und Bewertung ausgewählter Formen körperlicher Arbeit. In: Z. ges. Hyg. 21 (1975), Nr. 1, S. 21 - 23

Grandjean, E.: Physiologische Arbeitsgestaltung. 4. Aufl. Thun: Ott Verlag, 1991

Hallmeyer, A.; Köhn - Seyer, G.: Die Bewertung der körperlichen Arbeit mittels Screeningmethoden. In: Arbeitsmedizin – Information 10 (1983), Nr. 1, S. 16 -18

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (Hrsg.):

Fleischer, A.-G.; Becker, G.; Grünwald, C.: Vergleichende Analyse der körperlichen Belastungsstruktur von Bauarbeitern. Forschungsvorhaben: Organisations- und Belastungsstruktur in der Bauwirtschaft., Sankt Augustin, März 2003

Hettinger, Th.: Angewandte Ergonomie. Frechen: Bartmann Verlag, 1970

Hettinger, Th.; Kaminsky, G.: Physiologische Arbeitsgestaltung. Berlin: Beuth-Vertrieb GmbH, 1968 (RKW – Reihe: Arbeitsphysiologie – Arbeitspsychologie)

Klimmer, F.; Kylian, H.; Ilmarinen, J.; Rutenfranz, J.: Arbeitsmedizinische und arbeitsphysiologische Untersuchungen bei verschiedenen Tätigkeiten im Bauhauptgewerbe. In: Arbeitsmed. Sozialmed. Präventivmed. 18 (1983), Nr. 6, S. 143 - 147

Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI):
Leitfaden "Künstliche Mineralfasern". Handlungsanleitung für die Beurteilung von und den Umgang mit Mineralfaserprodukten. (LV 17), Mai 1999

Landau, K.; Rohmert, W.; Imhof-Gildein, B.; Mücke, St.; Brauchler, R.: Risikoindikatoren für Wirbelsäulenerkrankungen (Schlussbericht). Forschungsbericht Nr. 09.010 der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin. Berlin. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 1996

Laurig, W.: Belastung, Beanspruchung und Erholungszeit bei energetisch – muskulärer Arbeit. Forschungsbericht Nr. 272 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz Dortmund. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 1981

Müller, B. H.: Ergonomie – Bestandteil der Sicherheitswissenschaft. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 1989

Storck, J.; Schrader, J.; Nöring, R.; Mann, H.; Labrot, B.: Verschiedene Reaktionsmuster von Blutdruck und Herzfrequenz bei körperlicher und psychomentaler Belastung. In: Z. Arb. wiss. 47 (1993), Nr. 1, S. 11 - 15

Technik 13 „Arbeitsschutz bei Abbrucharbeiten“,
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Januar 2002

Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Vorschriften und Regeln

Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit vom 07. August 1996 (BGBl. I S. 1246), zuletzt geändert durch Artikel 83 des Gesetzes am 23. Dezember 2003 (BGBl. I S. 2848)

Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV

Verordnung über Arbeitsstätten vom 20. März 1975 (BGBl. I S. 729), zuletzt geändert durch Art. 281 des Gesetzes am 25. November 2003 (BGBl. I S. 2304)

Baustellenverordnung – BaustellV

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen vom 10. Juni 1998 (BGBl. I S. 1283)

Gefahrstoffverordnung – GefStoffV

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen vom 15. November 1999 (BGBl. I S. 2233), zuletzt geändert am 25. November 2003 (BGBl. I S. 2304)

Jugendarbeitsschutzgesetz – JarbSchG

Gesetz zum Schutze der arbeitenden Jugend vom 12. April 1976 (BGBl. I 1976 S. 965), zuletzt geändert durch Art. 84 des Gesetzes, Art. 38 a am 24. Dezember 2003 (BGBl. I S. 2848, S. 2954)

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW – AbfG) vom 27. September 1994 (BGBl. I 1994 S. 2705), zuletzt geändert durch Art. 69 (BGBl. I 21. August 2002 S. 3322)

Mutterschutzgesetz – MuSchG

Gesetz zum Schutze der erwerbstätigen Mutter vom 20. Juni 2002 (BGBl. I S. 2318) zuletzt geändert durch Art. 32 des Gesetzes am 14. November 2003 (BGBl. I S. 2190)

Mutterschutzrichtlinienverordnung – MuSchRiV

Verordnung zur ergänzenden Umsetzung der EG-Mutterschutz-Richtlinie vom 15. April 1997 (BGBl. I S. 782)

Sächsische Bauordnung – SächsBO

vom 18. März 1999 (SächsGVBl. S 86), zuletzt geändert am 01. September 2003 (SächsGVBl. S. 418)

Durchführungsverordnung zur SächsBO – SächsBO - DurchführVO

Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern zur Durchführung der Sächsische Bauordnung vom 15. September 1999 (SächsGVBl. S 553), zuletzt geändert am 15. Januar 2002 (SächsGVBl. S. 50)

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (AVV) vom 10. Dezember 2001 (BGBl. I S. 3379), zuletzt geändert durch Art. 2 der Verordnung am 24. Juli 2002 (BGBl. I S. 2833)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten (Lastenhandhabungsverordnung - LasthandhabV) vom 04 Dezember 1996 (BGBl. I S. 1841), zuletzt geändert durch Art. 303 des Gesetzes am 25. November 2003 (BGBl. I S. 2304)

Berufsgenossenschaftliche Vorschrift – BGV B 3 „Lärm“, vom 1. Januar 1990 i. d. F. vom 1. Januar 1997

Berufsgenossenschaftliche Vorschrift – BGV C 22 „Bauarbeiten“, vom 1. April 1977 i. d. F. vom 1. Januar 1997

BGR 190 (ZH 1/701) „Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten“, Ausgabe Oktober 1996

DIN 18007: 05. 2000: „Abbrucharbeiten - Begriffe, Verfahren, Anwendungsbereiche“

DIN 45645 Teil 2, 07. 1997: „Einheitliche Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen; Geräuschimmissionen am Arbeitsplatz“

Technische Regeln für Gefahrstoffe – TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“; Ausgabe November 1997 (BArbBl. 11/ 1997 S. 27)

Technische Regeln für Gefahrstoffe – TRGS 521 „Faserstäube“; Ausgabe Mai 2002 (BArbBl. 5/ 2002 S. 96)

Technische Regeln für Gefahrstoffe – TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – Luftgrenzwerte“; Ausgabe Oktober 2000 (BArbBl. 10/2000 S. 34), zuletzt geändert am 1. August 2003 (BArbBl. 9/ 2003 S. 42)

VDI 2057-1: 09. 2002: „Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen-Ganzkörper-Schwingungen“

VDI 2057-2: 09. 2002: „Einwirkung mechanische Schwingungen auf den Menschen Hand-Arm-Schwingungen“

VDI 2058- 3: 02. 1999: „Beurteilung von Lärm am Arbeitsplatz unter Berücksichtigung unterschiedlicher Tätigkeiten“

VDI 3492-2, 06. 1994: „Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Messen anorganischer faserförmiger Partikel; Messplanung und Durchführung der Messung; Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren“