



BIA

Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz

Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften

Untersuchungsbericht

Staubemission beim Einsatz von Mauernutfräsen

Projekt 3061

Dipl.-Ing. Hartmut Georg

Inhalt

1	Auftraggeber	3
2	Problem, Ziel.....	3
3	Prüfstands Aufbau.....	4
4	Auswahl der Maschinen und des Versuchsmaterials.....	6
5	Versuchsdurchführung.....	7
5.1	Bestimmung der Nachlaufzeit der Messgeräte	7
5.2	Einstellung der Absaugvolumenströme an den Mauernutfräsen.....	8
5.3	Filterwägung	11
5.4	Berechnungen	11
6	Ergebnisse der Vorversuche	12
6.1	Zeitschema für die Versuchsdurchführung.....	12
6.2	Quarzgehalte.....	12
6.3	Trennscheibenabstände	13
6.4	Veränderung des Eintauchvorgangs	14
6.5	Verwendete Maschinenhalterungen.....	15
7	Ergebnisse.....	18
8	Ausblick.....	23
9	Literatur.....	25

Folien

Folie 1:	Arbeitsplatzmessung → Prüfstandsversuch.....	4
Folie 2:	Schema des Prüfstandes	4
Folie 3:	Abmaße der Prüfstandskabine	5
Folie 4:	Fotos des Prüfstandes	5
Folie 5:	Auswahl und Lagerung des Versuchsmaterials.....	6
Folie 6:	Bestimmung der Nachlaufzeit.....	7
Folie 7:	Korngrößenverteilung des Staubes	8
<u>Folie 8:</u>	<u>Druck-Volumenstromkennlinie des Entstaubers</u>	8
Folie 9:	VolumenstromEinstellung am Entstauber	9
<u>Folie 10:</u>	<u>VolumenstromEinstellung am Entstauber</u>	10
Folie 11:	VolumenstromEinstellung am Entstauber	10
Folie 12:	Quarzkonzentrationen / Quarzanteile.....	13

Folie 13:	<u>Praxisnahe Trennscheibenabstände</u>	14
Folie 14:	Veränderung des Eintauchvorgangs	14
Folie 15:	Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung.....	15
Folie 16:	Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung.....	15
Folie 17:	Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung.....	15
Folie 18:	Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung.....	16
Folie 19:	Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung.....	16
Folie 20:	Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung.....	16
Folie 21:	Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung.....	17
Folie 22:	Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung.....	17
Folie 23:	Schnittwerkzeug, Maschinenhalterung	17
Folie 24:	A-Staubkonzentrationen / Erfassungsgrade.....	20
Folie 25:	Mauernutfräse mit Fräskopf.....	22
Folie 26:	Optimierung des Eintauchvorgangs der Maschine	23
Folie 27:	Vorschläge für Mindestanforderungen.....	24

Vorbemerkungen

Dieser Bericht nimmt Bezug auf die Powerpoint-Präsentation Mauernut.ppt, die auf dieser CD enthalten ist. Animierte Folien bzw. Videos sind als Objekte in diese Worddatei eingebettet und können am PC per Doppelklick auf die jeweiligen Bilder gestartet werden. Diese Objekte sind daran zu erkennen, dass der untenstehende Titel unterstrichen ist. Es ist zu beachten, dass das Verschieben von Dateien zu Problemen führen kann, da beispielsweise die Videos nicht komplett unter Word oder Powerpoint abgespeichert werden, sondern lediglich die Verzeichnispfade, in denen die Videodateien stehen.

Dies führte dazu, dass nach dem Kopieren der Dateien von unserer Festplatte zur CD, WORD in falschen Verzeichnissen nach den Videos sucht. Der Versuch, in diesem Bericht die Pfadangabe der CD anzugeben löste das Problem leider auch nicht, da nicht bei jedem Rechner das CD-Laufwerk die gleiche Buchstabenkennung hat. Daher empfiehlt es sich, die komplette CD auf Festplatte zu kopieren und die Pfade der Videodateien individuell anzupassen. Die Namen der jeweiligen Videodateien sind am unteren Bildrand eingblendet. Das Kopieren auf die Festplatte hat auch den Vorteil einer ruckfreien Wiedergabe, da von der Festplatte die Daten schneller als vom CD-Laufwerk gelesen werden können.

Tests dieser CD auf verschiedenen Rechnern haben gezeigt, dass je nach Programmversion die Medienwiedergabe von Powerpointfolien bzw. Videos problematisch sein kann. In den meisten Fällen kann das Problem beseitigt werden, wenn die Frage nach der Fehlerbeseitigung mit „OK“ quittiert wird. Nach einigen Sekunden kann dann die Videowiedergabe durch einen erneuten Doppelklick gestartet werden. Des Weiteren kann sich je nach eingestellter Bildschirmauflösung die Bildfenstergröße nach dem Aufrufen der Videos verändern. WORD ist in dieser Hinsicht leider nicht besonders komfortabel. Notfalls können die Videos bzw. Folien auch per Doppelklick im Explorer gestartet werden.

Folien, in denen Fotos und Videos in der Powerpoint-Präsentation übereinander liegen, wurden im Interesse der Druckbarkeit dieses Dokuments geteilt, da hier keine Bilder zeitlich nacheinander gezeigt werden können.



1 Auftraggeber

Dieses Forschungsprojekt wurde im Auftrag der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik, Fachausschuss Elektrotechnik durchgeführt.

2 Problem, Ziel

Das Herstellen von Mauernuten für Kabel- bzw. Rohrverlegungen stellte in der Vergangenheit einen erheblichen Arbeitsaufwand dar. Dies führte zur Entwicklung von handgeführten Elektrowerkzeugen, sogenannten Mauernutfräsen. Damit können die anfallenden Arbeiten in vergleichsweise kurzer Zeit, mit höherer Präzision und damit geringerer Beschädigung an der Mauer durchgeführt werden, allerdings mit dem Nachteil einer höheren Staubemission.

Bedingt durch die Materialzusammensetzung der zu bearbeitenden Mauern sind die entstehenden Stäube fast immer quarzhaltig. Arbeitsplatzmessungen zeigten, dass es zu höheren Staubbelastungen mit Grenzwertüberschreitungen kommen kann.

Um reproduzierbare Ergebnisse für einen Maschinenvergleich zu erreichen, müssen Untersuchungen auf einem Prüfstand durchgeführt werden, da es bei Arbeitsplatzmessungen nicht möglich ist, äußere Einflüsse, wie zum Beispiel Raumgröße, Luftwechselraten, wechselnde Materialzusammensetzung der Mauer oder auch benachbarte Staubquellen, zu eliminieren.

Auf einem Prüfstand nach DIN EN 1093-8 „Sicherheit von Maschinen-Bewertung der Emission von luftgetragenen Gefahrstoffen“ wurden Staubemissionen und Erfassungsgrade in der Zeit von 1998 bis 2002 untersucht. Vor den staubtechnischen Untersuchungen wurde eine halbautomatische Vorschubeinheit entwickelt, mit deren Hilfe die Vorschubgeschwindigkeit der Kalksandsteinplatte in Abhängigkeit von der elektrischen Leistungsaufnahme der Mauernutfräse und dem vorgegebenen Sollwert eingeregelt wird. Für jede Mauernutfräse wurde eine spezielle Halterung konstruiert, die eine feine Einstellung der Schnittspur erlaubt und den normalerweise von einer Bedienungsperson ausgeführten Eintauchvorgang des Schnittwerkzeuges in das Versuchsmaterial nachbildet. Somit konnten die Versuche frei von subjektiven Einflussfaktoren wie z.B. ungleichmäßige Schnittgeschwindigkeit oder ungenaue Schnittführung durchgeführt werden. Durch Vorversuche wurde der Versuchsablauf so optimiert, dass die große Spannweite der Staubemissionen (kleine Maschinen → Nachweisgrenze, große Maschinen → Überbelegung des Messfilters) abgedeckt werden kann.

Aus den gewonnenen Untersuchungsergebnissen repräsentativ ausgewählter Maschinen mit hohem Marktanteil kann der Stand der Technik abgeleitet werden.

Bei den Prüfstandsversuchen wurde angestrebt, den Einsatzbedingungen vor Ort möglichst nahe zu kommen. Allerdings mussten einige Abweichungen in Kauf genommen werden. So ist zum Beispiel die Schnittlänge, bedingt durch die Abmaße der Messkabine bzw. einer der als Testmaterial eingesetzten Steinplatte kürzer. Des Weiteren wird die Steinplatte auf dem Prüfstand in horizontaler Lage und nicht wie in der Praxis üblich senkrecht bearbeitet (siehe Folie 1).

Die Mauernutfräsen wurden mittels eines mechanischen Vorschubs über die Steinplatte geführt, so dass die Schnittbewegungen gleichmäßiger durchgeführt werden konnten, als dies von Hand möglich wäre. Zunächst wurden die Schnittbewegungen, mit

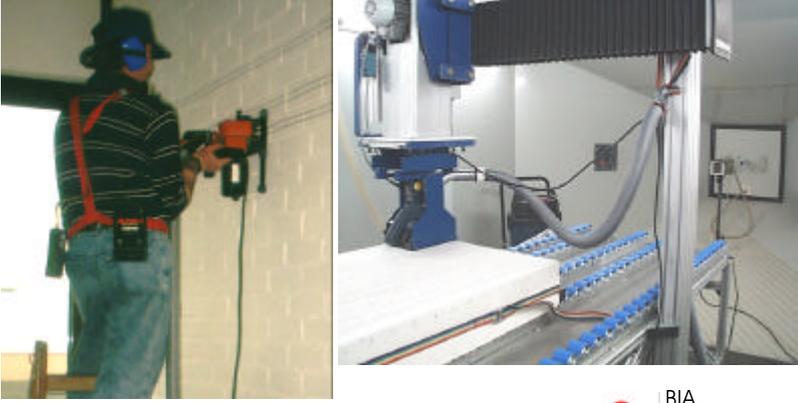


konstanter Vorschubgeschwindigkeit durchgeführt. Aufgrund von Einschlüssen in der Kalksandsteinplatte kam es gelegentlich zu einer übermäßigen Leistungsabforderung an der Mauernutfräse, die im Extremfall zum Stillstand der Trennscheiben und zum Verbiegen des mechanischen Vorschubs führte.

Aus diesem Grund wurde der Vorschub mit einer Regelungsautomatik ausgestattet, die die Vorschubgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der aufgenommenen elektrischen Leistung der Mauernutfräse einregelt. In Absprache mit den Herstellern sollte als Sollwert am Regler 90 % der Maschinenleistung eingestellt werden. Wegen der begrenzten Regelungsgeschwindigkeit kam es jedoch auch hier mitunter zum Maschinenstillstand, so dass dann nur noch 80 % eingestellt wurden.

Mauernutfräsen

Arbeitsplatzmessung → Prüfstandsversuch



Georg_Mauernut.ppt © 3_2003

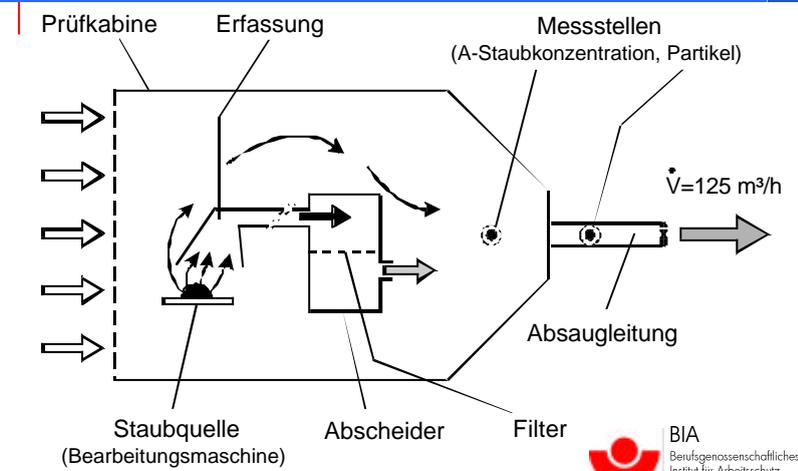
BIA
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz

Folie 1: Arbeitsplatzmessung → Prüfstandsversuch

3 Prüfstandsaufbau

Mauernutfräsen

Schema des Prüfstandes (DIN EN 1093-8)



Prüfkabine Erfassung Messstellen (A-Staubkonzentration, Partikel)

Staubquelle (Bearbeitungsmaschine) Abscheider Filter

Absaugleitung $\dot{V}=125 \text{ m}^3/\text{h}$

Georg_Mauernut.ppt © 1_2003

BIA
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz

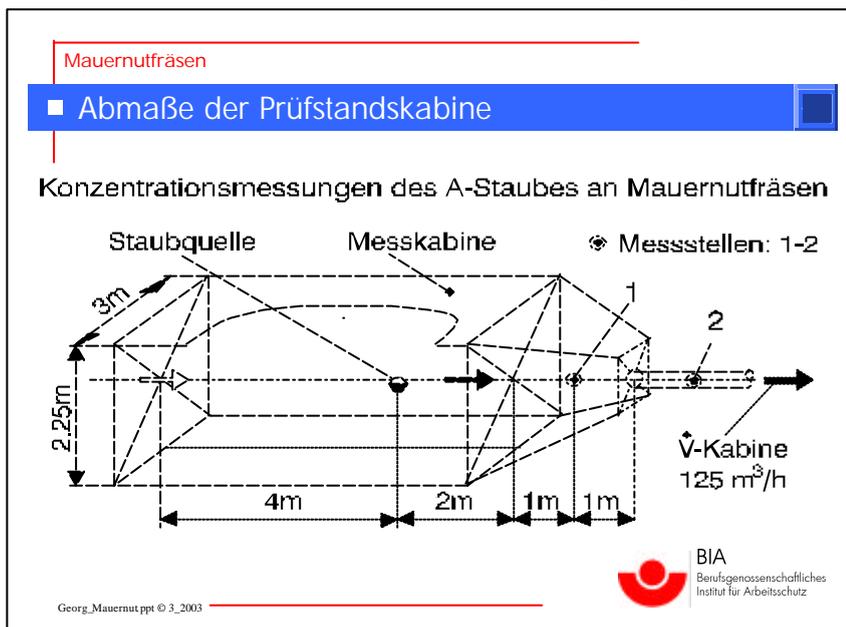
Folie 2: Schema des Prüfstandes



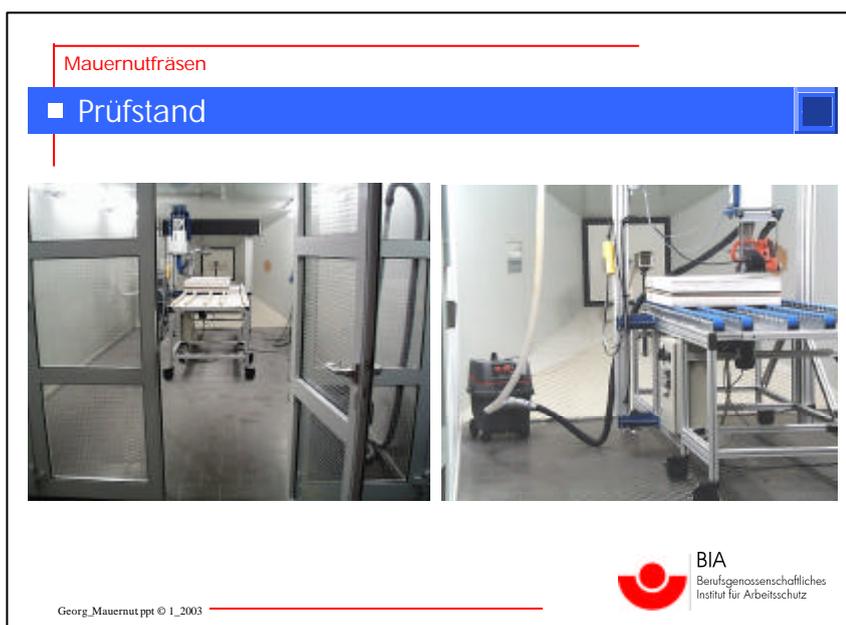
Wie im Schema (siehe Folie 2) gezeigt, wird bei Prüfstandsversuchen der „Arbeitsplatz“ in eine Messkabine verlegt, die im Vergleich zur Baustellenrealität einen kleinen Raum mit geringer Luftwechselrate darstellt und konstante Versuchsbedingungen ermöglicht [1]. Im Kammertrichter wird ein konstanter Luftvolumenstrom von $125 \text{ m}^3/\text{h}$ abgesaugt. Die Luft transportiert den freigesetzten Staub zur Messstelle. Die gemessene Staubkonzentration ist zum einen abhängig vom Staub, der nicht von der Erfassungseinrichtung an der Mauernutfräse angesaugt wird und zum anderen vom Staub, der nicht vom Filter des Abscheiders zurückgehalten wird.

In Folie 3 sind die Abmaße der Kabine sowie die räumliche Anordnung der Staubfreisetzung und der Messstellen erkennbar. Die Kabine umfasst inklusive Trichter einen Rauminhalt von 46 m^3 , so dass sich mit $125 \text{ m}^3/\text{h}$ Absaugvolumenstrom eine Luftwechselrate von etwa 2,7-fach pro Stunde einstellt.

An der Messstelle 1 wird der alveolengängige Staub (A-Staub) mit dem Messgerät MPG II gesammelt. Bei diesem Messgerät werden die großen Partikel durch einen Vorabscheider in Form von horizontal angeordneten Blechplatten aussedimentiert, so dass nur der A-Staub zum Messfilter gelangt. An der Messstelle 2 wurde während der Vorversuche ein Partikelmessgerät bzw. ein Streulichtmessgerät zur Messung der Partikelgrößenverteilung und zur Bestimmung der sinnvollen Messgerätenachlaufzeit eingesetzt.



Folie 3: Abmaße der Prüfstandskabine



Der Lufteintritt erfolgt durch mit Löchern versehenen Türen (siehe Folie 4).

Folie 4: Fotos des Prüfstandes



4 Auswahl der Maschinen und des Versuchsmaterials

Die Auswahl typischer Maschinen mit hohem Marktanteil erfolgte in Abstimmung mit dem Zentralverband der Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI). Es wurden 8 Maschinen mit Trennscheiben und eine mit Hartmetallfräskopf ausgewählt. Mit dem Ziel einer besseren Vergleichbarkeit wurden die ausgewählten Maschinen mit Trennscheiben je nach Leistungsfähigkeit in Schnittiefeklassen eingeteilt.

Schnittiefeklasse	Schnittiefe der Maschine		Maschinenanzahl
	maximal	beim Versuch	
1	bis 20mm	20mm	1
2	>20mm bis 30mm	25mm	3
3	>30mm bis 45mm	35mm	2
4	>45mm bis 65mm	50mm	2
5	>65mm		-

Als ein Versuchsmaterial mit großem Marktanteil wurde Kalksandstein ausgewählt. Bei staubtechnischen Untersuchungen müssen die verwendeten Steine alle aus einer Charge mit konstanter Zusammensetzung sein. Das ist zwingend notwendig, da je nach Herkunft der Zuschlagstoffe Schwankungen bei der Steinzusammensetzung auftreten, die nicht vernachlässigbar sind. Vor Aufnahme der Untersuchungen durchgeführte Tests mit zwei Steinplatten der gleichen Sorte haben dies gezeigt. Während diese zwei Steinplatten einen massebezogenen Quarzgehalt von 60 % hatten, ergab die Materialanalyse der beim Projekt verwendeten Steine einen Quarzgehalt von 35 %.



Es wurden 100 Stück Kalksandstein - PE Standardelemente 1000 mm x 623 mm, Wanddicke 150 mm Rohdichteklasse 2,0 über die Silikat-Baustein-Vertrieb KG aus einer Produktionscharge beschafft. Vor Testbeginn wurden die Steine eine Zeit gelagert (siehe Folie 5), um bei allen Platten die gleiche Materialfeuchte zu haben und eventuelle Regenfälle mit entsprechend verändertem Staubverhalten zu eliminieren.

Folie 5: Auswahl und Lagerung des Versuchsmaterials

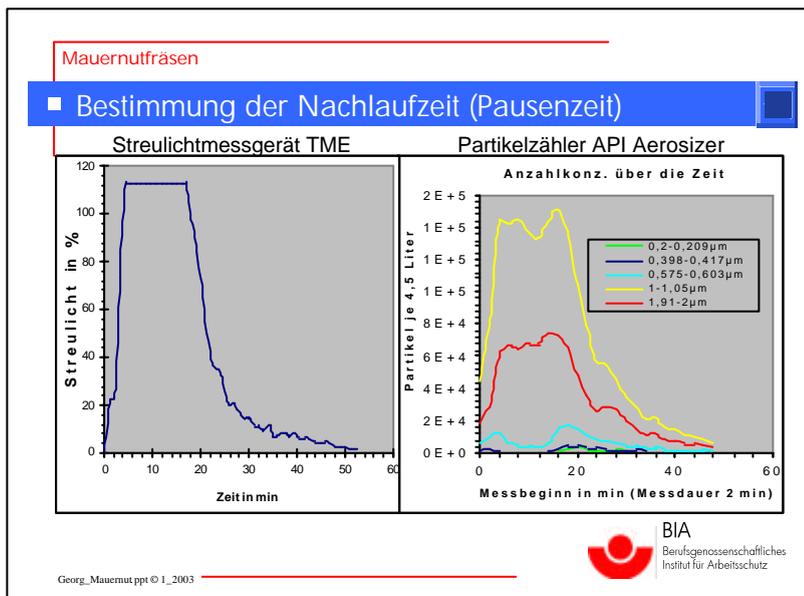


5 Versuchsdurchführung

5.1 Bestimmung der Nachlaufzeit der Messgeräte

Wegen der Steinplattendimensionen und der Vorgabe, dass die Mauernutfräse weder seitlich über den Stein noch über bereits gemachten Schlitzten stehen darf (ansonsten wird die Stauberfassung wegen angesaugter Falschluff schlechter), waren nicht mehr als 5 Doppelschnitte auf einer Plattenseite möglich. Um den Aufwand und die Kosten zu minimieren, soll mit möglichst wenig Schnitten eine auswertbare Masse auf das Messfilter gebracht werden. Hierfür sollen die Messgeräte länger laufen als der eigentliche Schnitvorgang dauert. Bedingt durch die Luftwechselrate und die Sedimentation klingt die Staubkonzentration in der Messkabine allmählich ab, so dass sich die Frage nach einer sinnvollen Nachlaufzeit der Messgeräte stellt.

Zur Bestimmung dieser Zeitdauer wurden bei den Vorversuchen in der Absaugleitung der Messkabine ein Streulichtmessgerät (TME, Fa. HUND) bzw. ein Partikelzähler (API Aerosizer 0,2-200 µm, Fa. Amherst Process Instruments Inc.) positioniert, so dass die Abklingkurve der Staubkonzentration, die sich nach 5 Schnitten einer großen Mauernutfräse ergab, aufgezeichnet werden konnte (siehe Folie 6). Hierbei wurde nach Beendigung des Schnitvorganges der Entstauber ausgeschaltet. Auf dem linken Bild ist zu erkennen, dass beim Streulichtmessgerät während der 5 Schnitte eine Messbereichsüberschreitung auftrat. Da hier nur die Abklingkurve interessiert, ist die



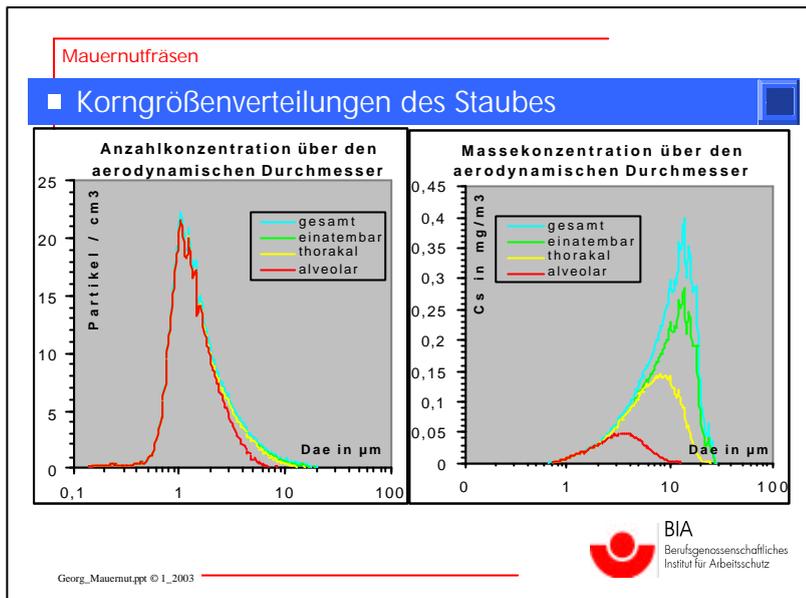
Messung trotzdem verwertbar. Man erkennt, dass nach Beendigung der Schnitte (20 min auf der Zeitachse) ein Absinken der Staubkonzentration auf nahezu Null nach weiteren 30 min (50 min auf der Zeitachse) abgeschlossen ist. Die Abklingdauer von 30 min wurde auch durch den Partikelzähler bestätigt (rechtes Bild), so dass die Nachlaufzeit der Messgeräte nach Beendigung des Schnitvorganges auf 30 min festgelegt wurde.

Folie 6: Bestimmung der Nachlaufzeit

Die Messung mit dem Partikelzähler liefert zusätzlich Informationen über die Korngrößenverteilung des entstehenden Staubes (siehe Folie7). Daraus lassen sich die in der DIN EN 481 „Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel“ definierten Staubfraktionen errechnen [2]. Betrachtet man diese Größenverteilung anzahlbewertet, so liegt das Maximum des aerodynamischen Durchmessers bei 1 µm und es lassen sich keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Staubfraktionen erkennen.



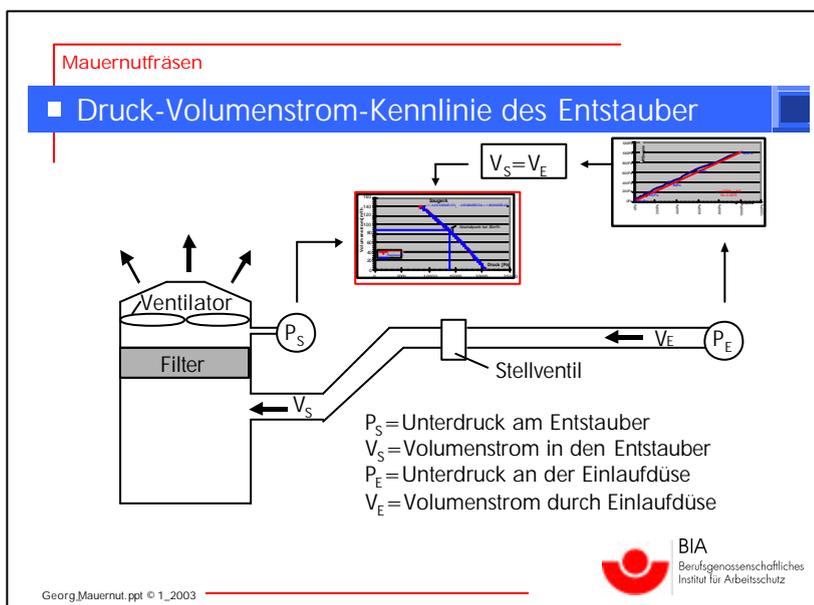
Bei der massebewerteten Größenverteilung liegt das Maximum bei 10 µm, da die größeren Partikel zwar vergleichsweise in geringer Anzahl vorkommen aber aufgrund der Tatsache, dass sich der Partikeldurchmesser zur dritten Potenz auswirkt, trotzdem den größten Masseanteil darstellen. Hier sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Staubfraktionen deutlich erkennbar. Die durch die rote Glockenkurve dargestellte alveolare Fraktion entspricht der Staubteilmenge, die durch das Staubprobenahmegerät MPG II gesammelt wird.



Folie 7: Korngrößenverteilung des Staubes

5.2 Einstellung der Absaugvolumenströme an den Mauernutfräsen

Die Entstauber wurden von den Herstellern in Kombination mit der jeweiligen Mauernutfräse in neuem Zustand zur Verfügung gestellt. In Abhängigkeit von der Leistung des Entstauberventilators und dem Strömungswiderstand des Filters wird ein Volumenstrom (V_s) angesaugt, wobei zwischen Ventilator und Filter ein Unterdruck (P_s) entsteht. Belegt sich das Filter beim Gebrauch des Entstaubers mit Staub, so steigt der Strömungswiderstand, der Volumenstrom sinkt und der Unterdruck steigt. Für reproduzierbare Messungen ist eine genaue Messung bzw. Nachregelung des Absaugvolumenstromes an der Mauernutfräse notwendig.



Folie 8: Druck-Volumenstromkennlinie des Entstaubers

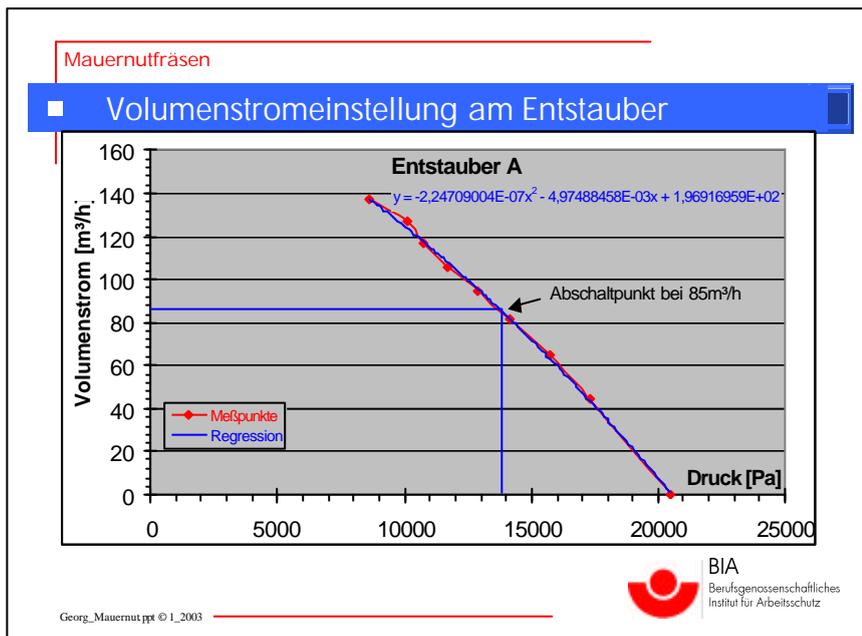
Hierfür muss zunächst eine Druck-Volumenstrom-Kennlinie des Entstaubers aufgenommen werden (siehe Folie 8). Dabei wird der durch die Staubbelegung des



Filters allmählich ansteigende Strömungswiderstand durch ein Stellventil simuliert und der Volumenstrom mit einer Einlaufdüse nach DIN 1952 „Durchflussmessung mit Blenden, Düsen und Venturirohren in voll durchströmten Rohren mit Kreisquerschnitt“ [3] gemessen. Der durch die Einlaufdüse angesaugte Volumenstrom wird nach folgender Formel berechnet:

$$V_E = d^2 * \Pi * 3600 * \sqrt{\frac{p}{8 * r}}$$

————— Volumenstrom durch die Einlaufdüse in m³/h
 ————— Unterdruck an der Einlaufdüse in Pa
 ————— Luftdichte in kg/m³
 ————— Innendurchmesser der Düse in m



Anschließend wird dieser Volumenstrom mit Hilfe einer aus einer DKD-Kalibrierung ermittelten Regressionsfunktion korrigiert.

Da bei dieser Messanordnung der durch die Einlaufdüse strömende Volumenstrom V_E gleich dem Volumen des Entstaubers V_S ist, kann auf diese Art durch Verstellen des Stellventils Punkt für Punkt die Druck-Volumenstromkennlinie des Entstaubers ermittelt werden.

Folie 9: Volumenstromeinstellung am Entstauber

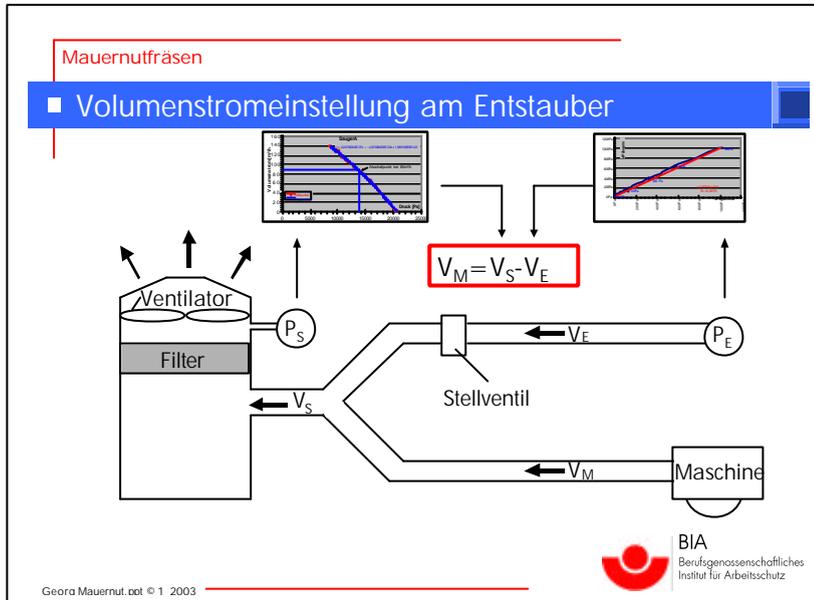
Folie 9 zeigt eine solche Kennlinie, mit deren Regressionsgleichung man in der Lage ist, aus dem Unterdruck zwischen Ventilator und Filter des Entstaubers direkt den Volumenstrom des Entstaubers zu errechnen. Der Entstauber A hat bei neuem Filter einen Volumenstrom von knapp 140 m³/h und erreicht bei Totalverstopfung einen Unterdruck von ca. 20500 Pa. Die Überwachung des Mindestvolumenstromes spricht bei 85 m³/h an und schaltet die Mauernutfräse über eine am Entstauber befindliche Steckdose ab. Gegenüber optischen bzw. akustischen Signalen hat die Maschinenabschaltung den Vorteil, dass sie auch im Falle, dass der Anwender auf einer Leiter steht und wegen des hohen Lärmpegels Gehörschutz trägt, deutlich wahrzunehmen ist. Während der Versuche wurde der Volumenstrom bei diesem Entstauber knapp über den Abschaltpunkt auf 90 m³/h eingestellt. Dies stellt den ungünstigsten Zustand dar, der auftreten kann, da bei weiterer Volumenstromverringerung der Entstauber abgereinigt wird und danach wieder stärker saugt. Die Volumenstromüberwachungspunkte wurden auch bei den anderen Entstaubern in gleicher Weise zur Einstellung des Volumenstroms für die Mauernutfräsenabsaugung herangezogen und lagen mit einer Ausnahme zwischen 66 % und 74 % des



Maximalvolumenstroms. Bei einem Entstauber musste allerdings von dieser Verfahrensweise abgewichen werden, da hier die Volumenstromüberwachung erst bei einer Unterschreitung von 55 m³/h ansprach und offensichtlich auf einen zu kleinen Wert eingestellt war. Dieser Entstauber wurde nicht auf 55 m³/h, sondern ebenso wie die Entstauber ohne Volumenstromüberwachung auf 70 m³/h eingestellt.

Die Einstellung des Absaugvolumenstroms erfolgt durch das Ansaugen von Falschluff, die mit der gleichen Messanordnung gemessen wird, die zur Bestimmung der

Entstauberkennlinie verwendet wurde. Das hat den Vorteil, dass das Stellventil in sauberer Luft arbeiten kann und keine Verstopfungen durch die erheblichen Staubbela-dungen drohen. Über die Entstauberkennlinie lässt sich der Gesamtvolumenstrom V_S und mit der Einlaufdüse der Falschluffvolumenstrom V_E ermitteln. Aus der Differenz dieser beiden Volumenströme kann der Absaugvolumenstrom V_M an der Mauernutfräse errechnet werden (siehe Folie 10).



Folie 10: VolumenstromEinstellung am Entstauber



Auf der Folie 11 sind links der Entstauber mit den zwei Saugschläuchen zur Mauernutfräse und zur Einlaufdüse, sowie die Messstelle des Entstauberunterdrucks P_S dargestellt. Rechts sind das außerhalb der Kabine platzierte Stellventil, die Einlaufdüse und die Druckmessgeräte erkennbar.

Folie 11: VolumenstromEinstellung am Entstauber



Bei den Entstaubern gab es erhebliche Unterschiede hinsichtlich der Fähigkeit, den eingestellten Volumenstrom ohne Abreinigung zu halten. Bei einer Maschinenkombination war eine Abreinigung erst nach 15 Schnitten erforderlich, bei zweien musste nach jedem Schnitt, und bei allen anderen nach 5 Schnitten abgereinigt werden.

Verbesserungswürdig ist bei allen Entstaubern die Entsorgung, die insbesondere bei Entstaubern ohne Staubbeutel noch weit von einer staubarmen Entsorgung entfernt ist.

5.3 Filterwägung

Die im MPG II verwendeten Membranfilter nehmen je nach Wetterlage und momentaner Luftfeuchtigkeit in geringen Mengen Wasser auf bzw. geben es wieder ab. Zur Eliminierung dieses Klimaeinflusses werden parallel zu den eigentlichen Messfiltern 5 sogenannte Referenzfilter gewogen. Diese Referenzfilter sind von der gleichen Sorte wie die Messfilter und verbleiben stets im Wiegeraum. Vor einer Wägung müssen alle Filter mindestens 24 Stunden im Wiegeraum verbleiben, damit ein eventueller Feuchtigkeitsaustausch zwischen Filter und Luft abgeschlossen ist und das Wiegeergebnis nicht durch eine Massedrift instabil wird.

m_F = Staubmasse auf dem Messfilter

B_y = Masse des Messfilters + Staubmasse nach dem Test

T_y = Masse des Messfilters ohne Staub nach dem Test (kann nicht gewogen, sondern muss berechnet werden)

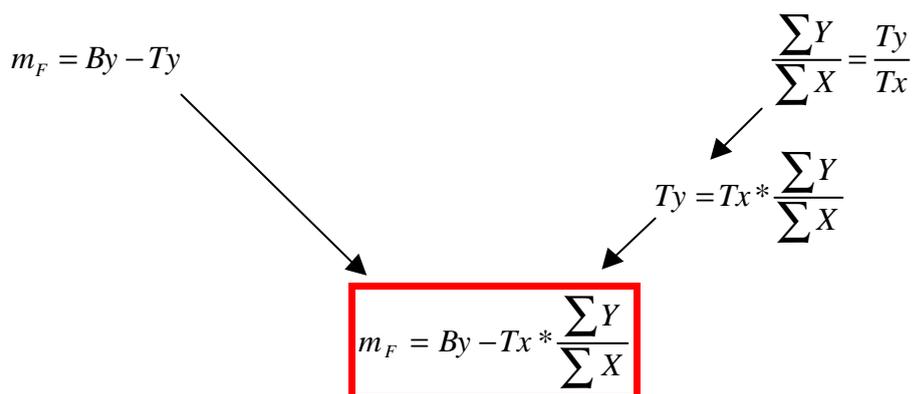
T_x = Masse des Filters vor dem Test

$\sum Y$ = Summe der Referenzfiltermassen nach dem Test

$\sum X$ = Summe der Referenzfiltermassen vor dem Test

$$m_F = B_y - T_y$$
$$\frac{\sum Y}{\sum X} = \frac{T_y}{T_x}$$
$$T_y = T_x * \frac{\sum Y}{\sum X}$$

$$m_F = B_y - T_x * \frac{\sum Y}{\sum X}$$



5.4 Berechnungen

Die zerspannte Masse wurde aus der Schnittgeometrie (Schlitztiefe, -länge, -dicke und Trennscheibendurchmesser), der Schlitzanzahl und der Steindichte errechnet.



Die erfasste Masse wurde durch Differenzwägung des Entstaubers vor und nach dem Versuch bestimmt.

Der Erfassungsgrad ist der Quotient von erfasster und zerspanter Masse in Prozent ausgedrückt.

Die A-Staubkonzentration wurde wie folgt bestimmt:

$$C = \frac{m_F}{\frac{\dot{V}_F}{3600} * t}$$

Abkürzung	Messgröße	Einheit
C	A-Staubkonzentration	mg/m ³
m _F	Staubmasse auf dem Messfilter	mg
\dot{V}_F	Volumenstrom durch das Messfilter	m ³ /h
t	Versuchsdauer	s

6 Ergebnisse der Vorversuche

6.1 Zeitschema für die Versuchsdurchführung

Wie unter Kapitel 5.1 „Bestimmung der Nachlaufzeit“ beschrieben, wurden 5 Schnitte auf einer Steinplattenseite durchgeführt und die Messgeräte anschließend noch 30 Minuten in Betrieb gelassen. Versuche mit der kleinsten Maschine zeigten jedoch, dass die Staubbelegung auf den Messfiltern zu gering war, so dass dieser Vorgang für einen Versuch dreimal wiederholt wurde. Ein kompletter Versuch wurde nach folgendem Zeitschema durchgeführt:

- Messfilter einlegen, Staubmessgerät, Entstauber an
- 5 Schnitte durchführen, danach Entstauber aus
- 30 min Messgerätenachlauf, anschließend Messgerät aus
- Drehen bzw. Wechsel der Steinplatte, Reinigen der Kabine
- Staubmessgerät, Entstauber an
- 5 Schnitte durchführen, danach Entstauber aus
- 30 min Messgerätenachlauf, anschließend Messgerät aus
- Drehen bzw. Wechsel der Steinplatte, Reinigen der Kabine
- Staubmessgerät, Entstauber an
- 5 Schnitte durchführen, danach Entstauber aus
- 30 min Messgerätenachlauf
- Messfilterentnahme

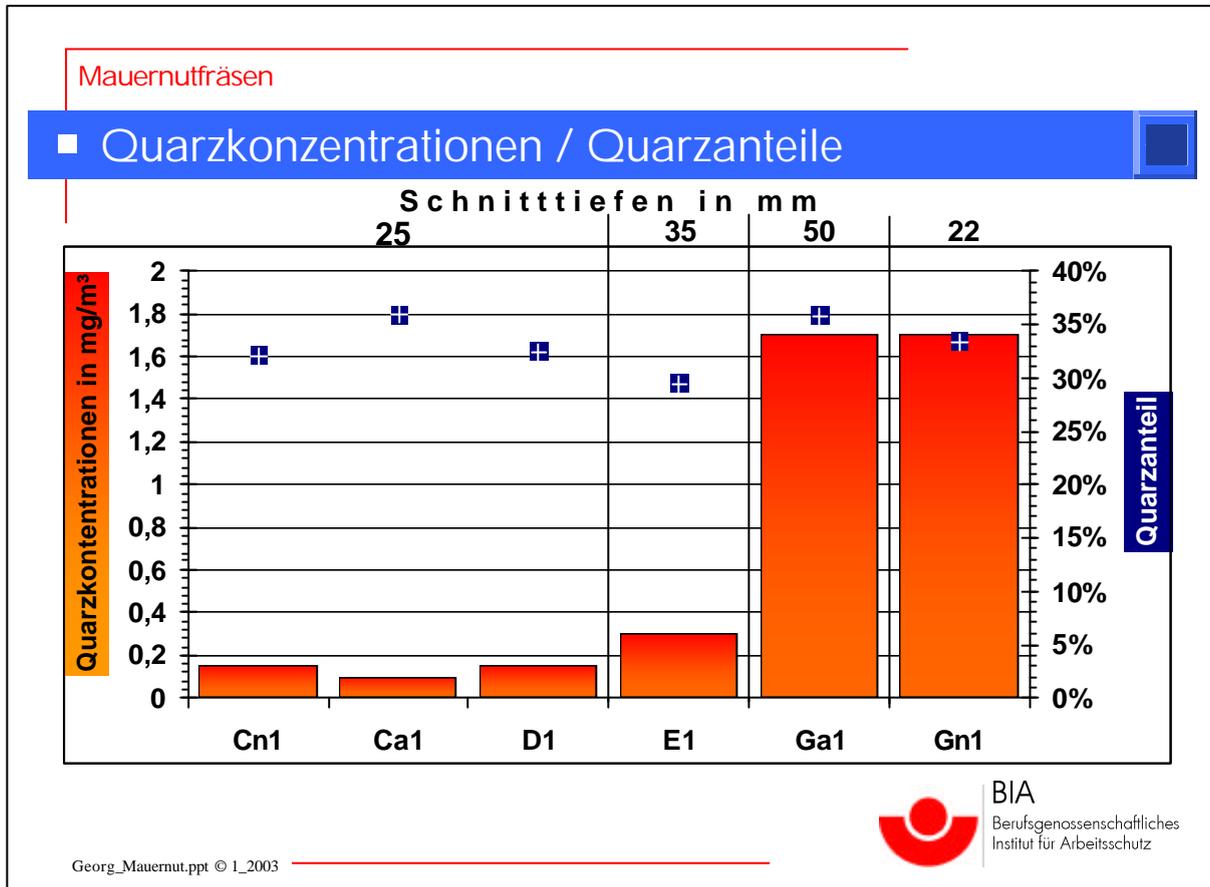
Vereinfacht gesagt besteht somit ein Versuch aus 15 Schnitten, die zu gleichen Teilen auf 3 Zyklen aufgeteilt wurden. Zur Versuchszeit zählen nur die Schnitt- und die 30 min Nachlaufzeit. Die Zeit, die zum Drehen bzw. Wechsel der Steinplatte oder zur Kabinenreinigung benötigt wurde, zählt nicht dazu.

6.2 Quarzgehalte

Es wurde mit jeder Mauernutfräse ein Vorversuch für eine Quarzanalyse des freigesetzten Staubes durchgeführt. Es wurden nur die Analyseergebnisse für die Auswertung herangezogen, bei denen die Staubkonzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze lag, bzw. bei denen das Messfilter nicht überbelegt war. Die Quarzkonzentrationen bzw. Quarzanteile im alveolengängigen Staub sind in Folie 12 dargestellt. Der Mittelwert dieser Quarzanteile liegt bei 33 Masseprozent des A-Staubes, was gut mit der Quarzanalyse einer Kalksandsteinplatte, die einen



Quarzgehalt von 35 % ergab, übereinstimmt. Wegen der konstanten äußeren Bedingungen wurde in Absprache mit der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik und den Herstellern beschlossen, auf weitere Quarzanalysen zu verzichten und die Quarzfeinstaubkonzentrationen mit rund einem Drittel der A-Staubkonzentrationen anzunehmen. Die Umrechnung ist nur unter den hier gegebenen kontrollierten Bedingungen zulässig, da nur hier sichergestellt ist, dass sämtliche Steinplatten die gleiche Materialzusammensetzung haben (siehe auch Abschnitt 4 „Auswahl der Maschinen und des Versuchsmaterials“).

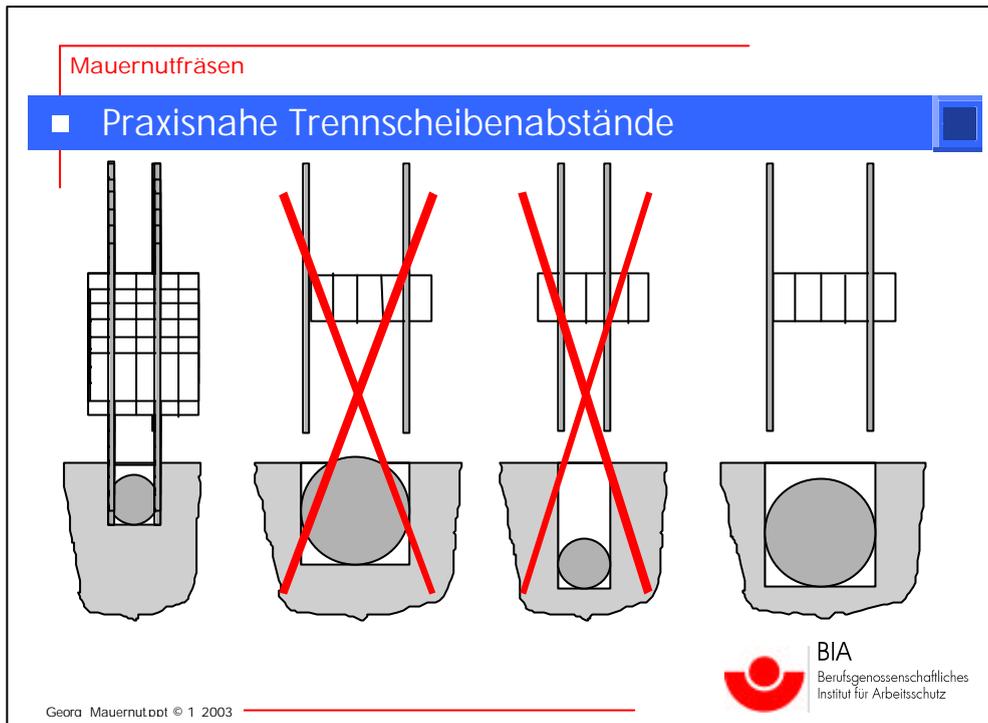


Folie 12: Quarzkonzentrationen / Quarzanteile

6.3 Trennscheibenabstände

In Folie 13 sind verschiedene Varianten zur Verlegung eines Kabels bzw. Rohres dargestellt. Man erkennt unschwer, dass nur die beiden äußeren Varianten Sinn machen. Niemand wird den Schlitz so flach halten, dass kein Platz mehr bleibt, um das verlegte Rohr bzw. Kabel mit Putz ohne Buckel abdecken zu können. Genauso unsinnig wäre ein 50 mm tiefer Schlitz, um ein dünnes Signalkabel zu verlegen. Allgemein kann man sagen, dass die Schlitztiefe immer etwas größer sein muss als die Schlitzbreite. Nach Herstellerangaben soll die erste Trennscheibe im Interesse einer besseren Kraftübertragung immer ohne Distanzscheiben direkt an der Motorseite positioniert werden.





Folie 13: Praxisnahe Trennscheibenabstände

6.4 Veränderung des Eintauchvorgangs

Bei Maschinen mit nicht angefederter Erfassungshaube wird während des Eintauchens der Trennblätter in die Kalksandsteinplatte mehr Staub freigesetzt, da hier die Erfassungshaube noch nicht aufliegt und somit kein Unterdruck an der Mauernutfräse aufgebaut werden kann. Dies kann insbesondere bei großen Maschinen die Staubkonzentrationen signifikant erhöhen, da hier die zerspannte Masse während des Eintauchvorganges und die Strecke, die durch die Saugsenke überwunden werden muss, größer sind.



Dieser Effekt kann vermindert werden, wenn die Maschine nicht mit einer Linearbewegung, wie auf der linken Seite der Folie 14 gezeigt, sondern mit einer Drehbewegung, (rechte Folien-seite, grüner Pfeil), abgesenkt wird. Hierbei wird durch die Drehrichtung der Trennblätter (roter Pfeil) der Staub in Richtung der bereits aufliegenden Seite der Erfassungshaube geschleudert.

Folie 14: Veränderung des Eintauchvorgangs



6.5 Verwendete Maschinenhalterungen

Die Folien 15 bis 23 zeigen die Halterungen, die zum Arretieren der Mauernutfräse am mechanischen Vorschub verwendet wurden und die eingestellten Trennscheibenabstände. Maschinen mit angefederter Erfassungshaube wurden bis zum Aufliegen auf die Steinplatte abgesenkt und dann in die Platte eingetaucht. Maschinen mit starrer Erfassungshaube wurden zunächst so weit abgesenkt, dass diejenige Erfassungshaubenkante aufliegt, zu der durch die Trennscheibendrehung der Staub geschleudert wird. Anschließend wird die Maschine über eine Drehbewegung in die Steinplatte eingetaucht.



Folie 15: Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung



Folie 16: Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung



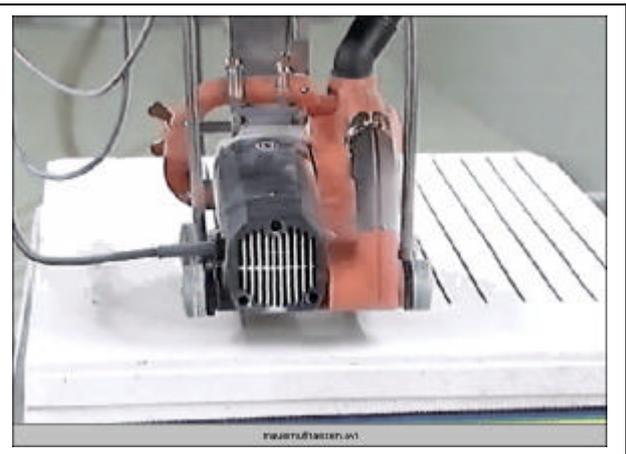
Folie 17: Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung

Bei den Videos wurde insbesondere Wert auf die Darstellung des Eintauchvorganges gelegt. Mit Blick auf die Dateigröße wurde der Schneidvorgang nicht über die gesamte Steinplattenlänge gefilmt, sondern vorher abgebrochen. Bei den Versuchen wurde natürlich bis zum Steinplattenende geschnitten. Obwohl bei noch nicht allen Maschinen die Staubkonzentration durch die Absaugung auf ein zufriedenstellendes Niveau gesenkt werden konnte, arbeiten die meisten Absaugungen mit Erfassungsgraden über 90 %. Zur Verdeutlichung, welche Verbesserung die Absaugung bereits jetzt bewirkt, wurden einige Maschinen mit und ohne Absaugung gefilmt.





Folie 18: Tremscheibenabstand,
Maschinenhalterung



Video zu Folie 18



Folie 19: Tremscheibenabstand,
Maschinenhalterung



Video zu Folie 19

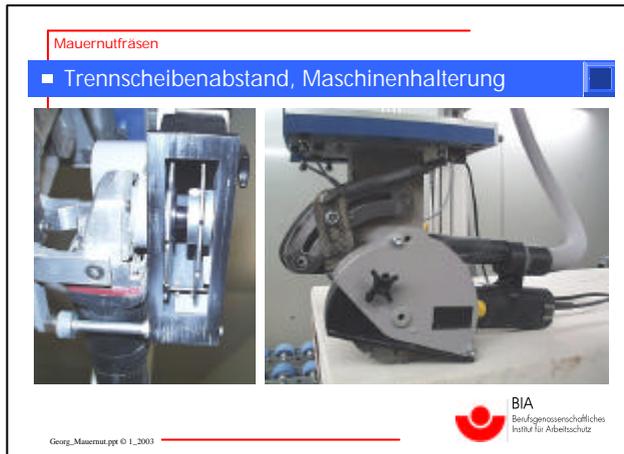


Folie 20: Tremscheibenabstand,
Maschinenhalterung



Video zu Folie 20





Folie 21: Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung



Video zu Folie 21



Folie 22: Trennscheibenabstand, Maschinenhalterung



Video zu Folie 22



Video zu Folie 22



Folie 23: Schnittwerkzeug, Maschinenhalterung



7 Ergebnisse

Folie 24 zeigt die A-Staubkonzentrationen und die Erfassungsgrade für die einzelnen Mauernutfräsen nach den Schnitttiefenklassen von links nach rechts aufsteigend geordnet. Staubfreisetzungen bei der Entstauberentleerung sind nicht im Diagramm berücksichtigt, da die Staubentsorgung kein Bestandteil der Versuche war. Die Versuche wurden mit jeder Mauernutfräse mehrfach wiederholt, um sicherzustellen, dass die Ergebnisse nicht aufgrund von Ausreißern verfälscht werden. Versuche mit gleichen Buchstaben sind der gleichen Mauernutfräse zuzuordnen, wobei die sich anschließende Ziffer die Wiederholung beschreibt. Ein Maschinenvergleich ist nur innerhalb einer Schnitttiefenklasse sinnvoll. Zusätzlich sollten die Volumenströme, mit denen die Mauernutfräse abgesaugt wurde, berücksichtigt werden. Allgemein gilt, dass niedrigere Erfassungsgrade in der Regel höhere Staubkonzentrationen zufolge haben. Allerdings sollten kleinere Differenzen nicht überbewertet werden, da die Bestimmung der Erfassungsgrade mit einer vergleichsweise hohen Unsicherheit verbunden ist. 0,1 mm Messtoleranz bei der Schlitzbreite im Kalksandstein bewirken einen Fehler bei der Berechnung der zerspannten Masse, die sich beim Erfassungsgrad mit rund 3 % bemerkbar macht.

Die Staubkonzentrationen der Maschinen der beiden Schnitttiefenklassen 20 und 25 mm bewegen sich auf niedrigem Niveau. Innerhalb der 25 mm-Schnitttiefenklasse fällt die Maschine „B“ durch besonders niedrige Werte auf, obwohl sie mit 70 m³/h Absaugvolumenstrom etwas schwächer abgesaugt wurde als die anderen. Bei dieser Maschine haben die Trennscheiben eine etwas geringere Dicke, so dass bei gleicher Schnitttiefe eine geringere Masse zerspannt wird und somit auch die Staubkonzentrationen niedriger ausfallen.

Innerhalb der Schnitttiefenklasse von 35 mm lagen bei der Maschine „E“ die Staubkonzentrationen der Vorversuche 6 bis 8 auf etwas niedrigerem Niveau als bei den endgültigen Versuchen 9 bis 11, obwohl hier die Schnitttiefe, der Trennscheibenabstand und der Absaugvolumenstrom identisch waren. Bei den Vorversuchen war die erste Trennscheibe nicht direkt an der Motorseite befestigt worden, sondern so dass die beiden Trennscheiben mittig unter der Erfassungshaube angeordnet waren. Befestigt man die Trennscheiben mit Blick auf eine optimierte Kraftübertragung gemäß Herstellerempfehlung auf der Achse möglichst nah an der Motorseite, so befinden sie sich am Rand der Erfassungshaube, die auf der Motorseite Öffnungen (sofern nicht mit maximal möglicher Schnitttiefe gearbeitet wird) aufweist. Aus diesem Grund konnte bei den Versuchen 9 bis 11 etwas mehr Staub entweichen.

Bei der Maschine „F“ sind die Ergebnisse nur erreichbar, wenn der Eintauchvorgang mit einer Drehbewegung (wie unter Kapitel 6.4 beschrieben) und nicht mit einer Linearbewegung durchgeführt wird. Beim Vorversuch mit linearer Eintauchbewegung war die A-Staubkonzentration etwa dreifach höher. Dies zeigt deutlich, wie wichtig es ist, die Maschine entsprechend den Herstellerangaben einzusetzen. Eine derartige Fehlbedienung der Maschine führt zu erheblich höheren, nicht erfassten Emissionen.

Die beiden Maschinen innerhalb der 50 mm-Schnitttiefenklasse zeigen hinsichtlich der Staubkonzentration die größten Unterschiede. Die Maschine „Gn“ ist ein gutes Beispiel dafür, dass höhere Staubkonzentrationen nicht unbedingt gleichzusetzen sind mit einer schlecht konstruierten Maschine. Denn für eine Schnitttiefe von 50 mm lagen die Staubkonzentrationen erfreulich gering und waren etwa auf gleichem Niveau wie bei der Maschine „E“ der 35 mm-Klasse, obwohl beide mit dem gleichen Volumenstrom von 70 m³/h abgesaugt wurden.



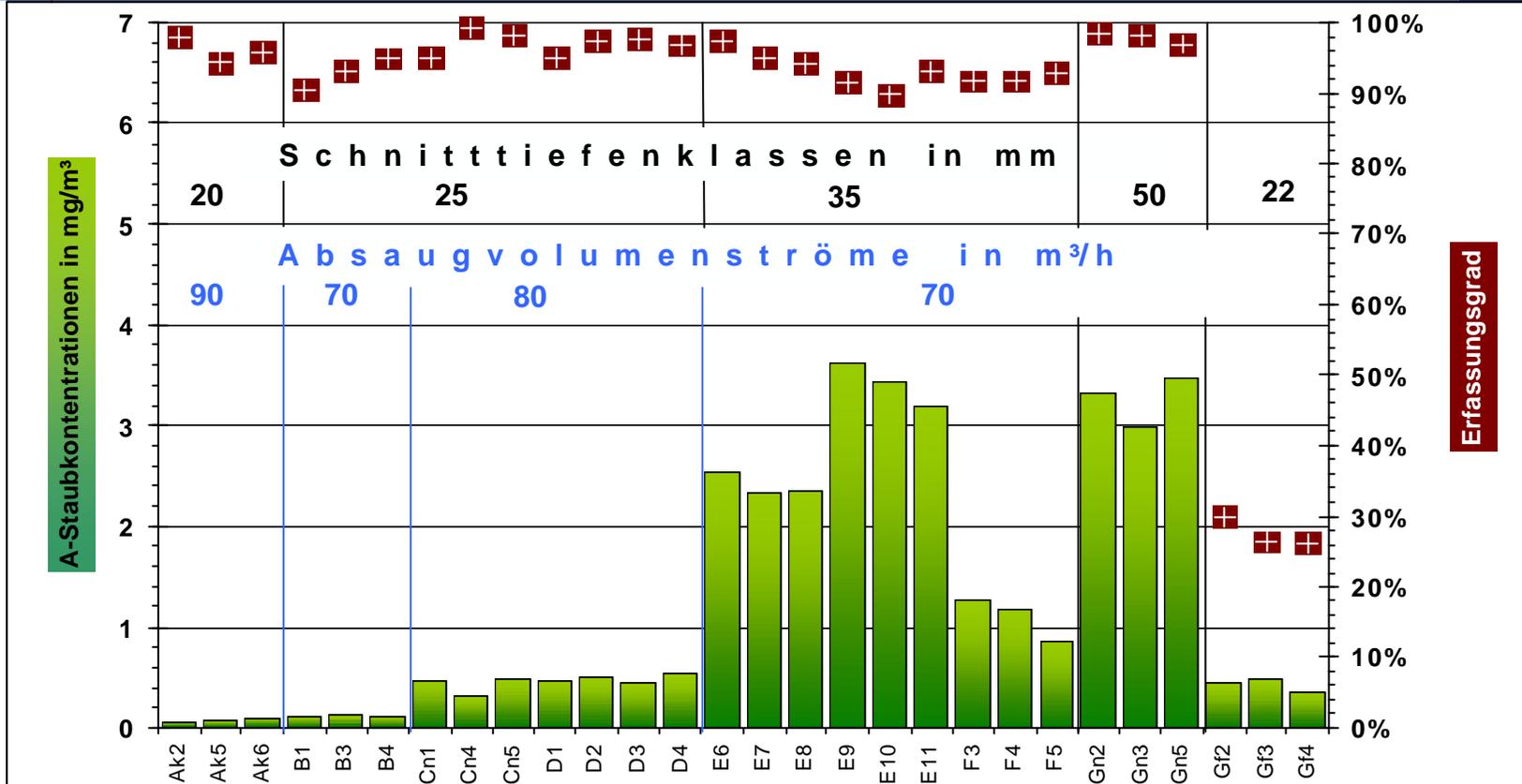
Bei den Versuchen für die andere Maschine der 50 mm-Klasse zeigte das Manometer am Staubmessgerät Druckverhältnisse an, die außerhalb des vom Messgeräthersteller vorgegebenen Bereichs lagen und bei denen somit ein Absinken des Luftvolumenstroms durch das Messfilter während des Versuchs nicht ausgeschlossen werden kann [4].

In einem zusätzlichen Versuch wurde der Entstauber ungeregelt auf voller Leistung betrieben, so dass der Absaugvolumenstrom insbesondere bei den ersten Schnitten nach der Abreinigung deutlich größer als 90 m³/h war. Wegen der zunehmenden Staubbelegung des Filters war der Volumenstrom an der Mauernutfräse über die Versuchzeit nicht konstant. Bei diesem Versuch stand nicht die Reproduzierbarkeit, sondern die Frage, ob mit erhöhtem Absaugvolumenstrom die Staubkonzentration auf ein ähnliches Niveau wie bei der Maschine „Gn“ gebracht werden kann, im Vordergrund. Dabei zeigte sich eine hohe Belegung des Messfilters, so dass die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messung nicht garantiert werden kann. Wegen der fraglichen Reproduzierbarkeit wurden bei dieser Maschine keine weiteren Wiederholungsversuche durchgeführt und die ermittelten Ergebnisse nicht in die Ergebnistabelle bzw. Balkendiagramm aufgenommen.



Mauernutfräsen

■ A-Staubkonzentrationen / Erfassungsgrade



Georg_Mauernut.ppt © 1_2003



Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Code Nr.	Volumenstrom	Vorabscheider am Entstauber	Abreinigung nach Schnitten	Volumenstrom Überwachung	Schnitt-		Messfilterbelegung	A-Staubkonzentration	Erfassungsgrad	zerspante Masse	Quarzkonzentration.	Quarzanteil
					klasse	tiefe						
Ak2	90 m³/h	Zyklon / Beutel	15	Abschaltung	1	20	0,38 mg	0,0547 mg/m³	98%	2933,9 g	0,004 mg/m³	7%
Ak5	90 m³/h	Zyklon / Beutel	15	Abschaltung	1	20,5	0,35 mg	0,0633 mg/m³	94%	2940,1 g		
Ak6	90 m³/h	Zyklon / Beutel	15	Abschaltung	1	20,8	0,5 mg	0,0909 mg/m³	96%	2982,7 g		
B1	70 m³/h	Zyklon	5 / 2	nein	2	25	0,65 mg	0,106 mg/m³	90%	2847,7 g	0,018 mg/m³	17%
B3	70 m³/h	Zyklon	5 / 1	nein	2	25,3	0,77 mg	0,1223 mg/m³	93%	2905 g		
B4	70 m³/h	Zyklon	5 / 1	nein	2	25,5	0,69 mg	0,1107 mg/m³	95%	2931,5 g		
Ca1 *	80 m³/h	Zyklon / Beutel	3	Lampe	2	25	1,50 mg	0,2737 mg/m³	99%	3610,2 g	0,098 mg/m³	36%
Cn1	80 m³/h	Zyklon / Beutel	5	Lampe	2	25	2,66 mg	0,4688 mg/m³	95%	3343,4 g	0,15 mg/m³	32%
Cn4	80 m³/h	Zyklon / Beutel	5	Lampe	2	24,1	1,77 mg	0,3171 mg/m³	99%	3290,6 g		
Cn5	80 m³/h	Zyklon / Beutel	5	Lampe	2	24,4	2,63 mg	0,4789 mg/m³	98%	3442,2 g		
D1	80 m³/h	Zyklon / Zylinder	5	Lampe	2	24	2,69 mg	0,4628 mg/m³	95%	3670,5 g	0,15 mg/m³	32%
D2	80 m³/h	Zyklon / Zylinder	5	Lampe	2	24,2	2,71 mg	0,5068 mg/m³	97%	3797,7 g		
D3	80 m³/h	Zyklon / Zylinder	5	Lampe	2	24	2,31 mg	0,4359 mg/m³	98%	3766,3 g		
D4	80 m³/h	Zyklon / Zylinder	5	Lampe	2	23,8	2,83 mg	0,5337 mg/m³	97%	3734,9 g		
E1 *	70 m³/h	Zyklon	5	nein	3	35,8	5,88 mg	1,0198 mg/m³	95%	4240,9 g	0,3 mg/m³	29%
E6	70 m³/h	Zyklon	5	nein	3	35,5	14,6 mg	2,5509 mg/m³	97%	4250,9 g		
E7	70 m³/h	Zyklon	5	nein	3	35,3	13,4 mg	2,3357 mg/m³	95%	4227 g		
E8	70 m³/h	Zyklon	5	nein	3	35,7	13,4 mg	2,345 mg/m³	94%	4274,8 g		
E9	70 m³/h	Zyklon	5	nein	3	36,8	22,7 mg	3,6174 mg/m³	91%	4885,7 g		
E10	70 m³/h	Zyklon	5	nein	3	36,9	21,6 mg	3,4393 mg/m³	90%	4963,9 g		
E11	70 m³/h	Zyklon	5	nein	3	36,7	20,1 mg	3,1955 mg/m³	93%	4943,5 g		
F3	70 m³/h	Beutel	1	nein	3	32,9	8,14 mg	1,2771 mg/m³	92%	5848,4 g		
F4	70 m³/h	Beutel	1	nein	3	32,7	7,7 mg	1,1826 mg/m³	92%	5656 g		
F5	70 m³/h	Beutel	1	nein	3	32,6	4,96 mg	0,8466 mg/m³	93%	5532,3 g		
Ga1 *	70 m³/h	Zyklon / Beutel	5	Lampe	4	47,5	29,8 mg	4,7519 mg/m³	98%	7161,2 g	1,7 mg/m³	36%
Gn1 *	70 m³/h	nein	5	Lampe	4	47,5	31,2 mg	5,088 mg/m³	99%	7236,6 g	1,7 mg/m³	33%
Gn2	70 m³/h	nein	5	Lampe	4	49	21,8 mg	3,3304 mg/m³	98%	6324,6 g		
Gn3	70 m³/h	nein	5	Lampe	4	49	19,5 mg	2,9766 mg/m³	98%	6439,6 g		
Gn5	70 m³/h	nein	5	Lampe	4	48,5	22,8 mg	3,4754 mg/m³	97%	6242,8 g		
Gf2	70 m³/h	nein	10	Lampe	-	22	2,52 mg	0,4473 mg/m³	30%	11391 g		
Gf3	70 m³/h	nein	10	Lampe	-	22	2,73 mg	0,485 mg/m³	26%	11391 g		
Gf4	70 m³/h	nein	10	Lampe	-	22	2,05 mg	0,3612 mg/m³	26%	11391 g		

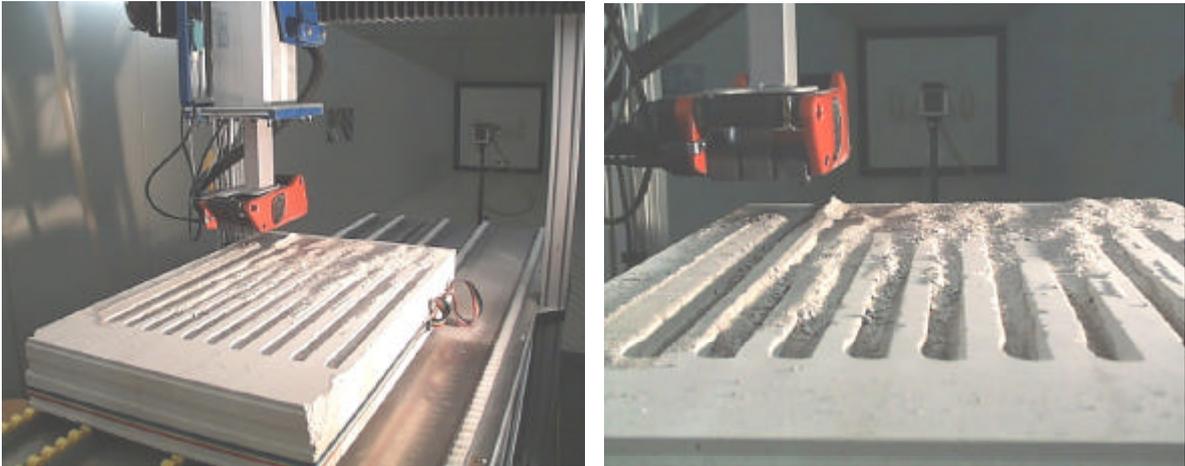
Die Ergebnisse der in Spalte Code Nr. mit * gekennzeichneten Versuche wurden nur im Rahmen der Vorversuche zur Bestimmung des Quarzanteils im A-Staub verwendet.



Die Maschine „Gf“ mit dem Hartmetallfräskopf stellt einen Sonderfall dar, der keiner Schnitttiefenklasse zugeordnet werden und nicht mit den anderen Mauernutfräsen verglichen werden kann. Aus diesem Grund wurden die Ergebnisse dieser Maschine im Diagramm rechts am Rand platziert und nicht wie die anderen von links nach rechts entsprechend der Schnitttiefe sortiert. Es fällt auf, dass trotz geringer Erfassungsgrade um etwa 30 % die Staubkonzentrationen nicht höher liegen als bei den Maschinen mit der 25 mm – Schnitttiefenklasse, obwohl dort Erfassungsgrade von über 90 % erreicht wurden und dort die Nut nicht voll ausgefräst, sondern nur ein Doppelschlitz geschnitten wurde. Der Grund hierfür liegt in den unterschiedlichen Zerspanungsverfahren. Während bei Maschinen mit Trennscheiben sehr kleine durch Diamantsplitter realisierte Schneiden den Stein mit hoher Drehzahl bearbeiten und sehr feinen Staub produzieren, erfolgt die Steinbearbeitung bei Maschinen mit Hartmetallfräskopf durch große Schneiden mit geringerer Drehzahl, so dass ein grober Staub entsteht. Ein Großteil der produzierten Staubpartikel ist so groß, dass sie aufgrund ihrer Masse schnell sedimentieren und auf der Steinplatte liegen bleiben (siehe Folie 25). Dieses Phänomen erklärt den scheinbaren Widerspruch zwischen geringen Erfassungsgraden bei niedrigen Staubkonzentrationen.

Mauernutfräsen

- Mauernutfräse mit Fräskopf



Georg_Mauernut.ppt © 1_2003

BIA
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz

Folie 25: Mauernutfräse mit Fräskopf

Es wäre allerdings falsch, wegen des Staubverhaltens Maschinen mit Fräskopf generell zu favorisieren. Beide Schnittverfahren haben ihre Vorteile, die im folgenden gegenübergestellt sind:

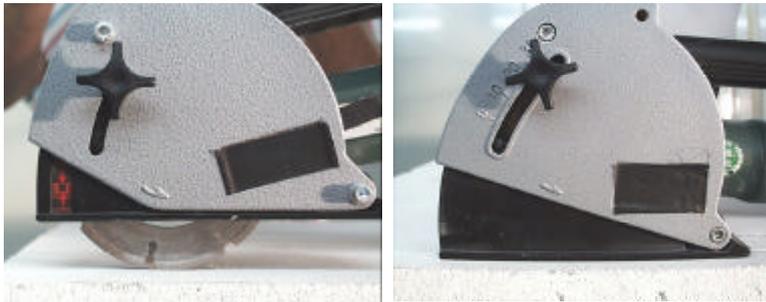


Maschinen mit Trennscheiben	Maschinen mit Fräskopf
<ul style="list-style-type: none">• vibrationsarm• verschiedene Nutbreiten mit gleichem Schnittwerkzeug möglich• sehr harte Materialien und Armierungen können durchtrennt werden	<ul style="list-style-type: none">• kein Ausmeißeln erforderlich• vorteilhaftes Staubverhalten

8 Ausblick

Mauernutfräsen

■ Optimierung des Eintauchvorgangs der Maschine



Georg_Mauernut.ppt© 1_2003

BIA
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz

Zur Optimierung der Mauernutfräsen sollte die Stauberfassungshaube bereits in der Eintauchphase wirksam sein. Dies kann beispielsweise durch eine angefederte Erfassungshaube realisiert werden. Folie 26 zeigt Fotos zweier Mauernutfräsegenerationen. Das rechte Foto zeigt den Nachfolgetyp mit verbesserter Erfassungshaube.

Folie 26: Optimierung des Eintauchvorgangs der Maschine

Es sollte versucht werden, Erfassungshauben so zu gestalten, dass ein möglichst hoher Unterdruck aufgebaut werden kann, der das Austreten von Staub verhindert. Hierzu kann beispielsweise der Spalt zwischen Stein und Erfassungshaube mit Bürsten oder Gummilippen abgedichtet werden. Des Weiteren sollte der Schneidraum, in dem sich das Schnittwerkzeug bewegt, möglichst klein gehalten werden, weil sich dadurch die zum Stein abzudichtende Kantenlänge der Erfassungshaube verringert. Die Erfassungshaube sollte eine Form haben, die die Schleuderwirkung des Schnittwerkzeugs für den Staubtransport zum Saugschlauch nutzt.

Für die Abscheidung ist ein Entstauber der Staubklasse M erforderlich. Der größte Teil der Staubbefreiung erfolgt durch den an der Mauernutfräse nicht erfassten Staub, während der Staub, der das Filter des Entstaubers passiert, eine sehr geringe Menge darstellt. Mit Rücksicht auf den Baustelleneinsatz können die Entstauber nicht beliebig groß und schwer gebaut werden, so dass der Erhöhung des Absaugvolumenstromes Grenzen gesetzt sind. Von daher muss bei einer Einstufung von Quarzfeinstaub als Krebs erzeugend geklärt werden, ob auch weiterhin die Staubklasse M angewendet werden kann. In jedem Fall sollte der Entstauber eine Überwachung des Volumenstromes besitzen.

Einige Entstauber mussten bereits nach Schnittlängen von 90 cm (= 1 Schnitt) abgereinigt werden, während ein Entstauber die gesamten 15 Schnitte ohne



Abreinigung schaffte. Insofern sollte man eine Mindestschnittlänge festlegen, da eine zu häufige Entstauberabreinigung für den Anwender nicht zumutbar ist.

Insbesondere bei großen Maschinen stößt man an die Grenze des technisch Machbaren. Bei einer zerspannten Masse von mehreren Kilogramm führen auch Mengen von nicht erfassten Staub um die 1 %, was Erfassungsgraden um 99 % entspricht, zu erheblichen Staubkonzentrationen. Hier muss eine Begrenzung der Einsatzzeit bzw. die Verwendung persönlicher Schutzausrüstung in Erwägung gezogen werden.

In Folie 27 sind abschließend einige Vorschläge zusammengestellt, die als Mindestanforderungen für den Einsatz von Mauernutfräsen aufgestellt werden sollten.

Mauernutfräsen

■ Vorschläge für Mindestanforderungen

- Stauberfassungshaube soll bereits in der Eintauchphase voll wirksam sein
- Mindestens Staubklasse M für den Entstauber
- Warnung oder Maschinenabschaltung bei Unterschreitung des Mindestvolumenstroms
- Wieviel Doppelschnitte (oder Schnittlänge) mindestens, bis Abreinigung des Entstaubers akzeptabel?
- Staubarme Entleerung des Entstaubers mit Staubsammelbeutel
- Bei großen Maschinen: Mindeste Erfassungsgrad und Begrenzung der Einsatzzeit bzw. Atemschutz

Georg_Mauernutppt © 1_2003



BIA
Berufsgenossenschaftliches
Institut für Arbeitsschutz

Folie 27: Vorschläge für Mindestanforderungen



9 Literatur

- [1] DIN EN 1093-8 „Sicherheit von Maschinen - Bewertung der Emission von luftgetragenen Gefahrstoffen Teil 8: Konzentrationsparameter des luftverunreinigenden Stoffes – Prüfstandverfahren“ Beuth Verlag, Berlin 11/1998
- [2] DIN EN 481 Blatt 1: „Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel“ Beuth Verlag, Berlin 10/1975
- [3] DIN 1952 „Durchflussmessung mit Blenden, Düsen und Venturirohren in volldurchströmten Rohren mit Kreisquerschnitt (VDI-Durchflussmessregeln)“ Beuth Verlag, Berlin 7/1982
- [4] „Bedienungsanleitung zum Staubmess- und Probenahmegerät MPG II System SFI“, Dr.-Ing. Georg Wazau Mess- und Prüftechnik, Berlin, Dresdener Str. 36

