



Holzstaub im Unterricht

**Ergebnisbericht der Meßergebnisse aus dem Projekt
„Exposition von Schülerinnen und Schülern gegenüber
Holzstaub im Unterricht an allgemeinbildenden
öffentlichen Schulen“**



Herausgeber

Bundesverband der Unfallkassen
Fockenstraße 1, 81539 München

Bearbeitet von

B. Rowedder, Landesunfallkasse Hamburg
Dr. G. Scholtyssek, Landesunfallkasse Hamburg
L. Hohenberger, GUVV Westfalen-Lippe
M. Buxtrup, GUVV Westfalen-Lippe
Dr. R. Radtke, Unfallkasse Rheinland-Pfalz
Dr. G. Müller-Heidt, GUVV Hannover
H. Hartmann, Unfallkasse Hessen
W. Rothe, Unfallkasse Hessen
Dr. R. Kellner, Bundesverband der Unfallkassen

© Januar 1999

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany

BUK-Report Holzstaub im Unterricht

Ergebnisbericht der Meßergebnisse aus dem Projekt

**„Exposition von Schülerinnen und Schülern gegenüber
Holzstaub im Unterricht
an allgemeinbildenden öffentlichen Schulen“**

Kurzfassung

Aus der Arbeitswelt ist seit längerem bekannt, daß Holzstaub eine gesundheitsschädliche Wirkung auf den Menschen haben kann. Buchen- und Eichenholzstaub sind seit 1985 als krebserzeugend, alle anderen Holzstäube als krebverdächtig eingestuft. Außerdem ist bekannt, daß verschiedene Holzstaubarten Allergien hervorrufen können. Holzstaub ist also ein Gefahrstoff.

Zum Schutz der Beschäftigten vor Gefahrstoffen sind insbesondere die Vorschriften der Gefahrstoffverordnung einzuhalten. In dieser Verordnung wird unter anderem festgelegt, wie mit Gefahrstoffen umgegangen werden muß und welche Schutzmaßnahmen zu treffen sind.

Die Gefahrstoffverordnung gilt seit 1986 auch für Schüler und Studierende. Für die Bearbeitung von Holz im Werk- und Technikunterricht an allgemeinbildenden Schulen hat dies zur Konsequenz, daß der hierfür Verantwortliche, also der Schulleiter bzw. nach Delegation der Lehrer, unter anderem nach § 17 Gefahrstoffverordnung die Anforderungen der TRGS 553 "Holzstaub" zu berücksichtigen und nach § 18 Gefahrstoffverordnung zu ermitteln hat, ob die Technische Richtkonzentration für den Gefahrstoff "Holzstaub" in diesem Arbeitsbereich unterschritten ist.

Bei den Unfallversicherungsträgern der öffentlichen Hand haben sich Anfragen besorgter Lehrer und Eltern gemehrt, die die Befürchtung äußerten, daß Kinder und Jugendliche im Werk- und Technikunterricht an Schulen einer Gesundheitsgefährdung durch Holzstaub ausgesetzt sind.

Vor diesem Hintergrund hat der BUK gemeinsam mit fünf Unfallversicherungsträgern (LUK Hamburg, GUVV Westfalen-Lippe, Unfallkasse Hessen, Unfallkasse Rheinland-Pfalz und GUVV Hannover) ein Untersuchungsprojekt "Holzstaub in Schulen" mit der Zielsetzung durchgeführt, die Holzstaubkonzentration in der Luft im Werk- und Technikunterricht in den Werkräumen allgemeinbildender Schulen zu ermitteln und zu bewerten. Es wurden die Schularten Hauptschule, Realschule und Gesamtschule einbezogen. In der Erhebung wurden ausschließlich Schülerarbeiten und keine Lehrerarbeiten berücksichtigt.

In der Untersuchung wurden insgesamt 8 Grundlastmessungen, 77 Langzeitmessungen (Messungen zwischen einer Stunde und zwei Stunden) und 184 Kurzzeitmessungen (15-Minuten-Messungen) an 26 Schulen durchgeführt. Die Messungen wurden von den Meßstellen der Gemeindeunfallversicherungsverbände Hannover und Westfalen-Lippe, der Unfallkassen Rheinland-Pfalz und Hessen sowie der Landesunfallkasse Hamburg durchgeführt.

Die Analysen wurden im Rahmen des Berufsgenossenschaftlichen Meßsystems Gefahrstoffe (BGMG) beim Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitssicherheit (BIA) durchgeführt. Die weitere Auswertung der Expositionsdaten und der vorliegende Ergebnisbericht wurden federführend von der Landesunfallkasse Hamburg in Abstimmung mit den beteiligten Unfallversicherungsträgern und dem BUK erstellt.

Die Meßergebnisse zeigen, daß die Schichtmittelwerte auf der Basis der Langzeitmessungen und damit die Technische Richtkonzentration eingehalten sind. Die Holzstaubkonzentrationen in den Unterrichtsräumen vor und nach der Bearbeitung von Holz ("Grundlastmessungen") sind vernachlässigbar gering.

Bei den 15-Minuten-Kurzzeitmessungen wurden jedoch in einigen signifikanten Fällen Überschreitungen der Kurzzeitwertbedingung gemessen. Überproportional häufig treten diese Überschreitungen beim maschinellen Schleifen, beim manuellen Schleifen und Feilen sowie beim Fegen auf.

Die Untersuchung hat außerdem gezeigt, daß auch heute noch – wenn auch in geringem Umfang – Buchen- und Eichenholz im Unterricht Verwendung finden. Es wird deshalb empfohlen, auf eine holzstauberzeugende Bearbeitung von Buchen- und Eichenholz im Werk- und Technikunterricht zu verzichten. Außerdem wird empfohlen, bei holzstauberzeugenden Tätigkeiten nur Spanplatten und Sperrholz ohne Buchen- und Eichenholzanteil zu verwenden. Es sollten deshalb keine Spanplatten und kein Sperrholz unbekannter Herkunft und Zusammensetzung verwendet werden.

Bei der Beurteilung der Tätigkeiten zeigen die Messungen, daß Schleifarbeiten aller Art stark stauberzeugend sind. Besonderes Augenmerk ist hier auf das manuelle Schleifen und Feilen zu legen. Bei diesen Tätigkeiten wird leicht unterschätzt, daß hier eine unerwartet hohe Staubmenge produziert wird. Das belegen auch die häufigen Überschreitungen der Kurzzeitwertbedingung bei den Messungen.

Es wird deshalb empfohlen, daß manuelle Schleifarbeiten nicht unnötig über längere Zeit erfolgen sollten. Grobe Formstücke sollten nicht durch langwieriges Schleifen in ihre endgültige Form gebracht werden. Wenn irgend möglich, sollte das Werkzeug wie folgt zum Einsatz kommen:

- Grobe Arbeit – grobes Werkzeug (z.B. Säge, Hobel, Stechbeitel)
- Feine Arbeit – feines Werkzeug (z.B. Raspel, Feile, Schmirgelpapier).

Auch bei der Reinigung der Werkräume durch die Schüler wurden hohe Staubbelastungen gemessen. Diese Reinigung erfolgt häufig mit Handfeger und Besen. Insbesondere nach feinspanender Holzbearbeitung – auch geringeren Umfangs – kann es dabei zu Spitzenbelastungen durch Holzstaub kommen. Es wird deshalb empfohlen, daß für die Reinigungsarbeiten im Anschluß an die Holzbearbeitung durch die Schüler grundsätzlich ein geeigneter Staubsauger und kein Besen bzw. Handfeger verwendet werden sollte. Darüber hinaus sollte der Werkraum mindestens alle drei Tage vom Reinigungspersonal der Schule grundgereinigt werden.

Als weiterer Einflußfaktor für auftretende Holzstaubkonzentrationen wurde im Rahmen der Untersuchung der jeweilige Arbeitsstil der Schüler offensichtlich. Die Lehrkraft sollte deshalb im Rahmen der Unterweisung die Schüler über den sachgerechten Umgang mit Holzbearbeitungsgeräten unterrichten sowie auf die notwendigen Hygienemaßnahmen beim Umgang mit Holzstaub eingehen.

Auswertung der Meßergebnisse aus dem Projekt

**Exposition von Schülerinnen und Schülern gegenüber
Holzstaub im Unterricht
an allgemeinbildenden öffentlichen Schulen**

Inhaltsübersicht

	Seite
1. Einleitung	2
2. Rahmenbedingungen	2
3. Zusammenführung und Auswertung des Datenmaterials	4
4. Datenbereinigung und Gruppierung	4
5. Ergebnisse der Grundlastmessungen	5
6. Ergebnisse der Langzeitmessungen (raumbezogene Unterrichtsmittelwerte)	5
7. Ergebnisse der arbeitsplatzbezogenen Messungen	7
8. Ergebnisse der personenbezogenen Messungen	8
9. Definition und Ergebnisse der Kurzzeitmessungen	9
10. Expositionszeit	10
11. Holzmaterialien und Verarbeitungsmengen	11
12. Schultyp	12
13. Einfluß der Raumbelegung	15
14. Optischer Eindruck und Reinigung der Werkräume	17
15. Lagerung	20
16. Kurzzeitmeßwerte und Art der Tätigkeit	22
17. Kurzzeitmessungen bei einheitlichen Tätigkeiten	25
18. Gemittelter Einfluß der Tätigkeiten auf die Holzstaubkonzentration	27
19. Wirkung der Absaugung	29
20. Zusammenfassung	30
20.1 Meßergebnisse	31
20.2 Holzmaterialien	31
20.3 Tätigkeiten	32
20.4 Arbeitsstil	32
20.5 Reinigung	32
ANHANG	33
Anhang A	34
Anhang B	39
Anhang C	44
Anhang D	45

Auswertung der Meßergebnisse aus dem Projekt

Exposition von Schülerinnen und Schülern gegenüber Holzstaub im Unterricht an allgemeinbildenden öffentlichen Schulen

1. Einleitung

In allgemeinbildenden öffentlichen Schulen ist Holzbearbeitung insbesondere ab der 5. Klassenstufe Gegenstand des Werk- und Technikunterrichtes (nachfolgend Technikunterricht genannt).

Die Schülerinnen und Schüler der Haupt-, Real- und Gesamtschulen bearbeiten den Werkstoff Holz sowohl manuell wie auch mit Holzbearbeitungsmaschinen (handgeführte sowie stationäre Maschinen) in zumeist dafür vorgesehenen Bank- bzw. Werkräumen der Schulen.

Im Jahre 1985 stufte die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (sog. MAK-Kommission) Buchen- und Eichenholzstäube als beim Menschen krebserzeugende Arbeitsstoffe ein. Alle anderen Holzstäube wurden als krebserdächtige Stoffe bewertet. Nachdem 1986 diese Einstufung in die Gefahrstoffverordnung aufgenommen worden war, wurde eine Technische Richtkonzentration (TRK) für die maximale Holzstaubbelastung in der Luft an Arbeitsplätzen benannt.

Die aktuellen Grenzwerte für die Exposition gegenüber Holzstaub an Arbeitsplätzen sind:

- Technische Richtkonzentration (TRK): 2 mg/m^3 (8h-Schichtmittelwert)
- Kurzzeitgrenzwert (Begrenzung von Expositionsspitzen): 8 mg/m^3 (15min-Mittelwert)

Die Technische Regel für Gefahrstoffe TRGS 553 "Holzstaub" wurde 1992 veröffentlicht. Der Anwendungsbereich der TRGS schließt Schulen nicht ausdrücklich aus.

Das Projekt "*Exposition von Schülerinnen und Schülern gegenüber Holzstaub im Unterricht an allgemeinbildenden öffentlichen Schulen*" wurde zu Beginn des Jahres 1996 vom BAGUV (jetzt BUK) initiiert. Es hat zum Ziel, anhand von Holzstaubmessungen und Befragungen der Lehrer einen Überblick zu schaffen, in welchem Umfang die Schulkinder im Technikunterricht gegenüber Holzstaub exponiert sind.

2. Rahmenbedingungen

Projektteilnehmer waren die Gemeindeunfallversicherungsverbände Hannover und Westfalen-Lippe, die Unfallkassen Hessen und Rheinland-Pfalz sowie die Landesunfallkasse Hamburg.

Die Meßstellen der Unfallversicherungsträger führten Holzstaubmessungen an Schülerarbeitsplätzen während der Holzbearbeitung in Werk- bzw. Bankräumen in Haupt-, Real- und Gesamtschulen durch. In das Projekt wurden insgesamt 26 Schulen einbezogen. Eine meßtechnische Erfassung der Lehrerarbeitsplätze war in diesem Projekt nicht vorgesehen.

Angestrebt wurden von jedem Unfallversicherungsträger mindestens eine Grundlastmessung und an mindestens fünf Schulen jeweils drei Meßserien mit je einer Langzeitmessung und zwei Kurzzeitmessungen zur Erfassung von Expositionsspitzen in demselben Werkraum.

Abb. 1 gibt einen Überblick über die Herkunft der Meßergebnisse.

Zuständigkeitsbereich	Grundlastmessungen				Langzeitmessungen				Kurzzeitmessungen			
	HS	RS	GS	Σ	HS	RS	GS	Σ	HS	RS	GS	Σ
GUVV Hannover	--	--	--	0	3	9	2	14	3	9	2	14
UK Hessen	--	--	2	2	--	5	9	14	--	18	16	34
UK Rheinland-Pfalz	2	--	--	2	12	3	--	15	23	7	--	30
GUVV Westfalen-Lippe	2	--	1	3	9	--	10	19	33	--	36	69
LUK Hamburg	--	--	1	1	--	--	15	15	--	--	37	37
Summe	8				77				184			

HS = Hauptschule RS = Realschule GS = Gesamtschule, Integrierte Gesamtschule

Abb. 1 Quelle der Meßergebnisse

Grundlast- und Langzeitmessungen

Grundlastmessungen wurden bei Abwesenheit jeglicher Schüleraktivität, Langzeitmessungen während des Unterrichtes (Ermittlung der durchschnittlichen Belastung), jeweils stationär in den ausgewählten Bank- bzw. Werkräumen durchgeführt.

Probenahmepumpe: VC-25 G
 Probenahmevermögen: 22,5 m³/h
 Probenträger: Glasfaserfilter
 Probenahmedauer: 1 – 2 Stunden

Kurzzeitmessungen (mit stationären und personengetragenen Sonden)

Die stationäre Methode (das Probenahmegerät wurde am Arbeitsplatz des Schülers aufgestellt) wurde zunächst gewählt, da vermutet wurde, daß das Tragen der Probenahmepumpe seitens der Schüler auf keine Akzeptanz stoßen würde. Dies bestätigte sich mit Beginn des Projektes jedoch nicht, so daß die weiteren Kurzzeitmessungen ausschließlich personengetragen durchgeführt wurden.

Um ein Bild von den auftretenden Spitzenkonzentrationen zu erhalten, wurden für die Kurzzeitmessungen insbesondere Schüler ausgewählt, die einer offensichtlich staubintensiven Tätigkeit nachgingen.

Probenahmepumpe: PAS-GSP
 Probenahmevermögen: 3,5 l/min.
 Probenträger: Glasfaserfilter
 Probenahmedauer: 0,25 Stunden (Sollwert)

Die Erfassung der begleitenden Parameter erfolgte auf Basis der OMEGA-Erfassungsbögen des BIA. Ergänzend wurden in Zusammenarbeit mit dem BIA erarbeitete Zusatzerfassungsbögen eingesetzt.

Die Auswertung der Staubproben wurde im BIA durchgeführt.

3. Zusammenführung und Auswertung des Datenmaterials

Für die zentrale Auswertung der Meßergebnisse wurde auf Grundlage der Erfassungsbögen ein Satz Excel-Tabellenvorlagen entworfen und den Meßstellen zur Eingabe der erhobenen Parameter und Meßergebnisse auf einer Diskette zur Verfügung gestellt. Alle Tabellen wurden bei der Landesunfallkasse Hamburg zusammengeführt, auf Plausibilität geprüft und nach Klärung des Sachverhalts mit der jeweiligen Meßstelle enthaltene Eingabefehler korrigiert und fehlende Daten vervollständigt. Vor der weiteren Bearbeitung wurden die Daten anonymisiert und erhielten eine durchlaufende Numerierung. Die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe von MS Excel 97.

4. Datenbereinigung und Gruppierung

Datensätze mit (ausdrücklichem) Hinweis der Meßstelle auf Fremdbeeinflussung der Messung wurden ausgesondert und von der weiteren Auswertung ausgeschlossen.

Alle Kurzzeitdatensätze, die die Kurzzeitbedingung gemäß TRGS 900/TRGS 402 (15 Minuten Meßdauer) nicht erfüllten, wurden ebenfalls ausgesondert.

Die ausgesonderten Datensätze sind im Anhang C zusammengefaßt.

Das Datenrohmaterial wurde in fünf Gruppen geteilt:

1. Grundlastmessungen (ohne Schüleraktivität)
2. Langzeitmessungen (raumbezogene Unterrichtsmittelwerte)
3. Kurzzeitmessungen (arbeitsplatz- und personenbezogen)

sowie als 4. und 5. Gruppe, die Teilgruppen von Gruppe 3:

4. arbeitsplatzbezogene Messungen (Kurzzeitmessungen)
5. personenbezogene Messungen (Kurzzeitmessungen)

Die Unterteilung der Kurzzeitmessungen in zwei Untergruppen wurde zunächst durchgeführt, weil ein Teil der Messungen stationär auf den Arbeitsplatz (z.B. eine Werkbank) und ein anderer Teil aufgrund eines personengetragenen Probenahmesystems auf die Person fixiert war.

Wenngleich in der TRGS 900/TRGS 402 bei den Kurzzeitmessungen nicht unterschieden wird, ob die Probenahme an der Person oder stationär am Arbeitsplatz erfolgt, schien es interessant, ob sich die Meßergebnisse aus beiden Probenahmetechniken voneinander unterscheiden. Im späteren Verlauf der Auswertung wurden die Kurzzeitmessungen (Gruppe 3) nur noch als Gesamtheit betrachtet.

5. Ergebnisse der Grundlastmessungen

Messungen zur Ermittlung einer Grundbelastung der Werkräume mit Holzstaub wurden jeweils vor Beginn des Technikunterrichtes oder an Tagen, an denen kein Technikunterricht stattfand, durchgeführt. Die Meßbedingungen entsprachen denen bei Langzeitmessungen: 22,5 m³/h Volumenstrom, bei einer Probenahmedauer von 1 bis 2 Stunden.

Anzahl Meßwerte	8
Median:	< 0,09 mg/m ³
75. Perzentil	< 0,10 mg/m ³
95. Perzentil	< 0,17 mg/m ³
Anm.	
Bis auf einen Wert (0,19 mg/m ³) lagen alle Werte unter der jeweiligen Bestimmungsgrenze.	

Insgesamt wurden 8 Grundlastmessungen durchgeführt, 7 davon ergaben Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze. **Nur ein Wert (0,19 mg/m³) liegt oberhalb der Bestimmungsgrenze.**

Im Sinne einer worst-case-Abschätzung wurden alle Meßergebnisse, die unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen, für die weitere Auswertung der Bestimmungsgrenze gleichgesetzt. Auf die Angabe eines arithmetischen Mittelwertes wurde verzichtet, weil zu viele Meßergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen.

Abb. 2 Ergebnisse aus den Grundlastmessungen

Die Abb. 2 gibt einen Überblick über die Ergebnisse der Grundlastmessungen. Zu beachten ist, daß die Messungen bei Abwesenheit jeglicher Schüleraktivitäten in den Werkräumen durchgeführt wurden, so daß eventuell vorhandener sedimentierter Holzstaub nicht erfaßt wurde.

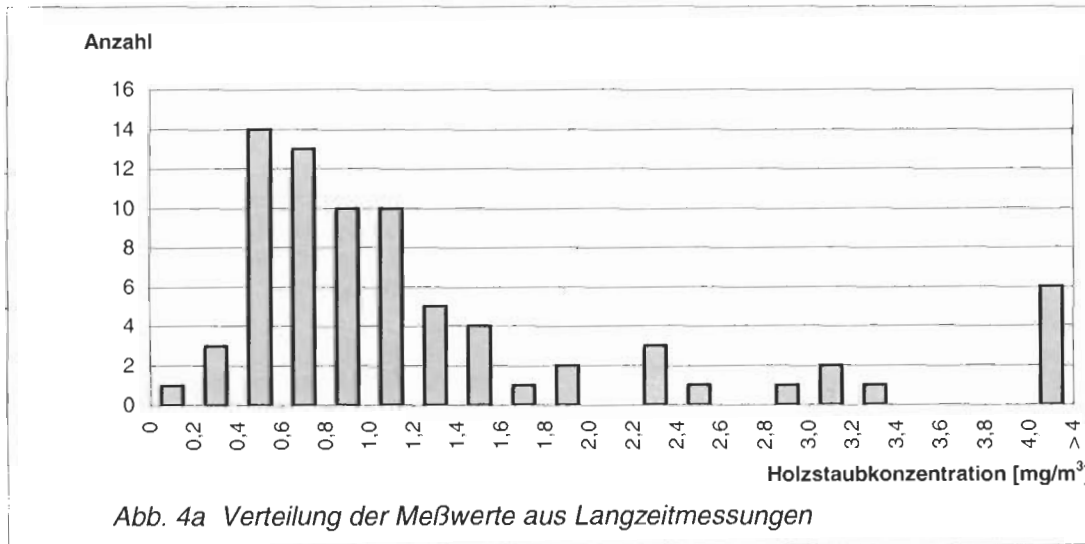
6. Ergebnisse der Langzeitmessungen (raumbezogene Unterrichtsmittelwerte)

Abb. 3 zeigt das Ergebnis von 77 Langzeitmessungen. Alle Messungen wurden bei einem Volumenstrom von 22,5 m³/h und Probenahmedauern zwischen 1,03 und 1,95 Stunden durchgeführt.

Anzahl Messungen	77
Median:	0,93 mg/m ³
75. Perzentil	1,45 mg/m ³
95. Perzentil	4,59 mg/m ³
Arithmetischer Mittelwert	1,50 mg/m ³
Standardabweichung	1,66 mg/m ³
Varianz	2,75 (mg/m ³) ²

Abb. 3 Ergebnisse aus den Langzeitmessungen

Die Innenraumtemperaturen lagen zwischen 15 und 25° C, die relative Luftfeuchte während der Messungen betrug 24 bis 85 %.



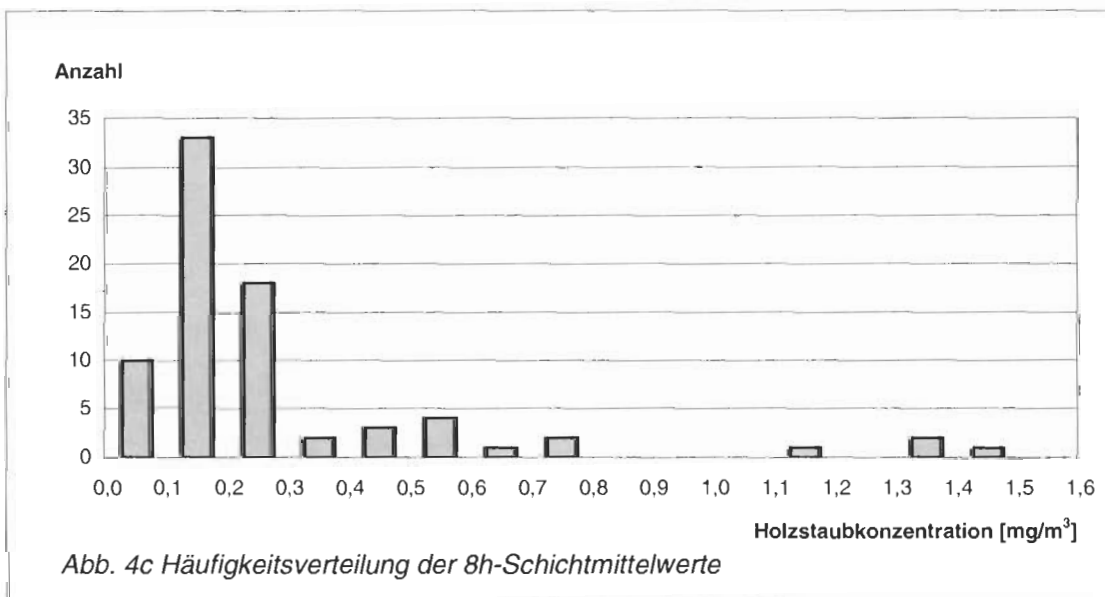
Langzeitmeßwerte > 4mg/m ³	
lfd. Nr.	mg/m ³
66	4,13
71	4,17
192	6,27
56	7,15
140	7,44
232	9,22

Abb. 4a zeigt die Häufigkeitsverteilung der Meßwerte aus den Langzeitmessungen. In Tabelle Abb. 4b sind die in der Grafik zusammengefaßten Ergebnisse mit Meßwerten oberhalb 4 mg/m³ aufgeschlüsselt.

Abb. 4c zeigt die Häufigkeitsverteilung der "8h-Schichtmittelwerte" (Umrechnung der Exposition auf eine fiktive Schichtlänge von 8 Stunden zum Vergleich mit dem bestehenden Grenzwert).

Zieht man zur Beurteilung der Meßergebnisse die Technische Richtkonzentration (TRK) für Holzstaub heran und unterstellt, daß an diesem Tag keine weitere Holzstaubexposition stattfand, so ergibt sich in allen Fällen eine Ein-

Abb. 4b



haltung des schichtbezogenen Luftgrenzwertes in Höhe von 2 mg/m³. Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß dieser Grenzwert für gesunde berufstätige Arbeitnehmer und nicht für Kinder aufgestellt wurde, so daß seine Verwendung für eine abschließende Bewertung problematisch bleibt.

7. Ergebnisse der arbeitsplatzbezogenen Messungen

Abb. 5 zeigt die Ergebnisse der arbeitsplatzbezogenen Messungen. Das Probenahmesystem befand sich stationär am Arbeitsplatz des Schülers. Alle arbeitsplatzbezogenen Messungen wurden parallel zu den raumbezogenen Messungen mit einem Volumendurchsatz von 3,5 l/min bei einer Probenahmedauer von 15 Minuten durchgeführt.

Anzahl Messungen	26
Grenzwertüberschreitungen	10
Median:	< 5,71 mg/m ³
75. Perzentil	10,48 mg/m ³
95. Perzentil	17,70 mg/m ³
Anm.	
Bestimmungsgrenze (BSG)	5,71 mg/m ³
Kurzzeitgrenzwert	8,00 mg/m ³

arbeitsplatzbezogene Meßwerte > 20 mg/m ³	
lfd. Nr.	mg / m ³
268	21,52

Abb. 6a

Abb. 5 Ergebnisse aus den arbeitsplatzbezogenen Messungen

Auf die Angabe eines arithmetischen Mittelwertes wurde verzichtet, weil zu viele Meßergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen und diese sehr nahe am Grenzwert lag.

Abb. 6 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Meßwerte aus den arbeitsplatzbezogenen Messungen. 16 Meßergebnisse liegen unterhalb, 10 der 26 Meßergebnisse (**38,5%**) **oberhalb des Kurzzeitgrenzwertes** in Höhe von 8 mg/m³.

In Abb. 6a ist der Meßwert oberhalb 20 mg/m³ angegeben.

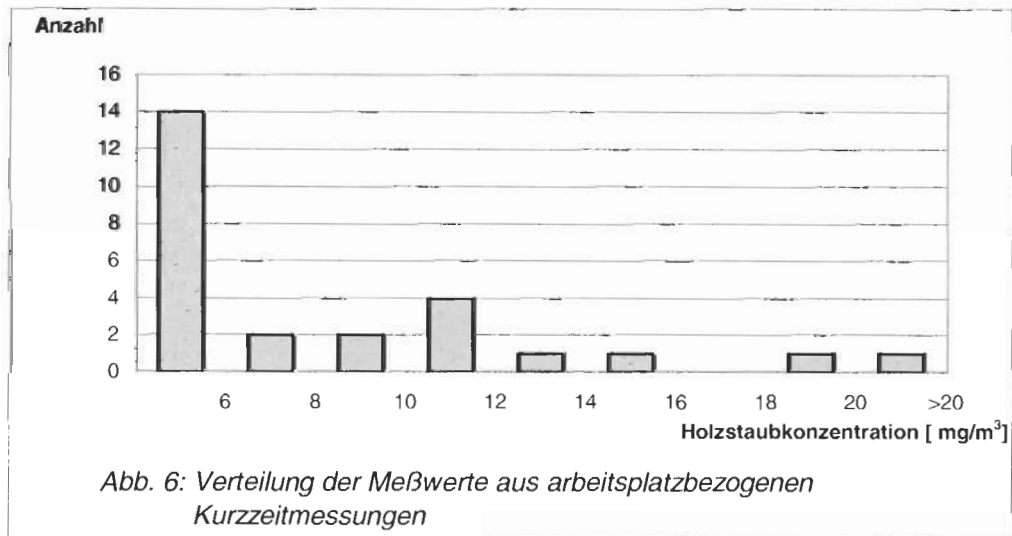


Abb. 6: Verteilung der Meßwerte aus arbeitsplatzbezogenen
Kurzzeitmessungen

Bei den Kurzzeitgrenzwerten stellt sich nicht das Problem einer kürzeren Beurteilungsdauer der Schüler gegenüber den Arbeitnehmern, da der Kurzzeitgrenzwert für 15-Minuten-Zeiträume definiert ist, die auch im Schulunterricht mehrfach überschritten werden.

8. Ergebnisse der personenbezogenen Messungen

Das Ergebnis der personenbezogenen Messungen ist in Abb. 7 zusammengefaßt.

158 Meßwerte wurden bei einem Volumenstrom von 3,5 l/min und einer Probenahmedauer von jeweils 15 Minuten parallel zu den raumbezogenen Messungen erfaßt. Die Bestimmungsgrenze liegt unter diesen Bedingungen bei 5,71 mg/m³.

Auf die Angabe eines arithmetischen Mittelwertes wurde verzichtet, weil zu viele Meßergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen und diese sehr nahe am Grenzwert lag.

Anzahl Meßwerte	158
Grenzwertüberschreitungen	30
Median:	< 5,71 mg/m ³
75. Perzentil	6,42 mg/m ³
95. Perzentil	15,76 mg/m ³
Anm.	
Bestimmungsgrenze (BSG)	5,71 mg/m ³
Kurzzeitgrenzwert	8,00 mg/m ³

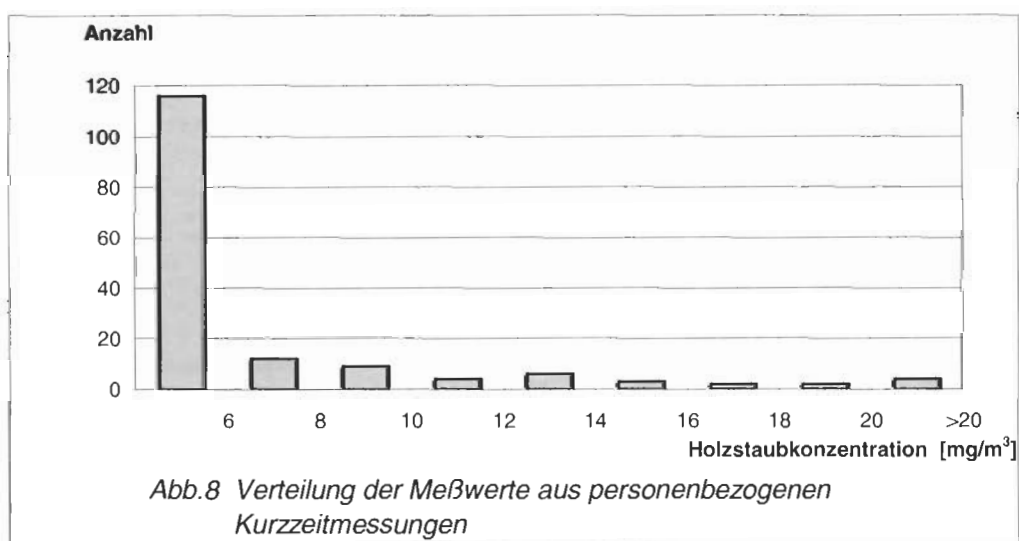
personenbezogene Meßwerte > 20 mg/m ³	
lfd. Nr.	mg/m ³
54	21,76
95	37,90
162	26,11
193	37,14

Abb. 8a

Abb. 7 Ergebnisse aus den personenbezogenen Messungen

Der Median der 158 personenbezogenen Messungen liegt bei 5,71 mg/m³, also bei bzw. unter der Bestimmungsgrenze. Die Verteilung ist jedoch so breit (vgl. Abb. 8), daß 30 der 158 Meßwerte, also **19 %**, oberhalb des **Kurzzeitgrenzwertes** von 8 mg/m³ liegen.

In Abb. 8a sind die Ergebnisse mit Meßwerten oberhalb 20 mg/m³ aufgeschlüsselt.



9. Definition und Ergebnisse der Kurzzeitmessungen

Die TRGS 900/TRGS 402 unterscheiden hinsichtlich Expositionsspitzen nicht zwischen personenbezogenen und arbeitsplatzbezogenen Messungen. Für die folgenden Betrachtungen wurden darum die arbeitsplatzbezogenen und die personenbezogenen Messungen unter der gemeinsamen Bezeichnung "Kurzzeitmessungen" zusammengefaßt.

Auf die Angabe eines arithmetischen Mittelwertes wurde auch hier verzichtet, weil zu viele Meßergebnisse unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen und diese sehr nahe am Grenzwert lag.

Die Probenahmedauer betrug für alle Kurzzeitmessungen 15 Minuten, der Volumenstrom betrug 3,5 l/min. Für das Verfahren ergibt sich damit eine Bestimmungsgrenze von 5,71 mg/m³ Holzstaub.

Anzahl Meßwerte	184
Grenzwertüberschreitungen	40
Median	< 5,71 mg/m ³
75. Perzentil	6,73 mg/m ³
95. Perzentil	16,48 mg/m ³
Anm.	
Bestimmungsgrenze (BSG)	5,71 mg/m ³
Kurzzeitgrenzwert	8,00 mg/m ³

Kurzzeitmessungen Meßwerte > 20 mg/m ³	
lfd. Nr.	mg/m ³
268	21,52
54	21,76
162	26,11
193	37,14
95	37,90

Abb. 10a

Abb. 9 Ergebnisse aus den Kurzzeitmessungen

Der Median der 184 Kurzzeitmessungen liegt unter der Bestimmungsgrenze, siehe Abb. 9. Die Häufigkeitsverteilung der Kurzzeitmeßwerte ist in Abb. 10 wiedergegeben. 40 von 184 Werte, das sind **22 %**, liegen oberhalb des Kurzzeitgrenzwertes von 8 mg/m³.

In Abb. 10a sind die Kurzzeitmeßwerte mit Ergebnissen oberhalb 20 mg/m³ aufgeschlüsselt. Zwei Messungen ergaben Spitzenwerte über 37 mg/m³:

- lfd. Nr. 95: 100% manuelles Schleifen
- lfd. Nr. 193: 100% Excenterschleifen

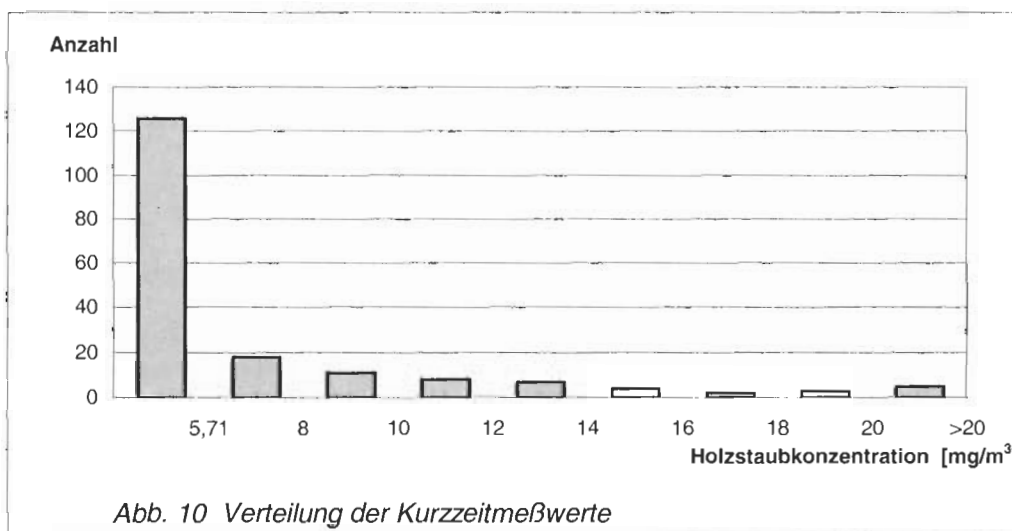


Abb. 10 Verteilung der Kurzzeitmeßwerte

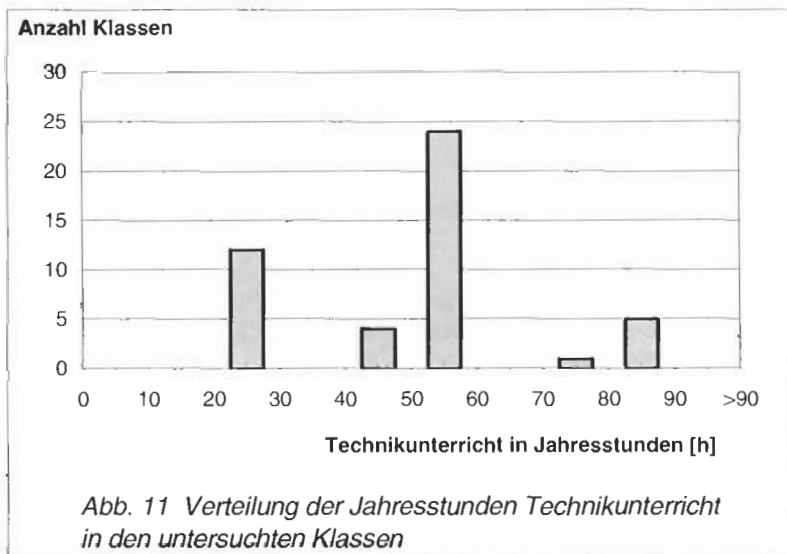
Anmerkung:

- Bei der Bewertung der Meßergebnisse ist zu berücksichtigen, daß für die Kurzzeitmessungen insbesondere Schüler ausgewählt wurden, die besonders staubintensiven Tätigkeiten nachgingen, um so "worst-case" Verhältnisse zu registrieren.
- Beobachtet wurde, daß das Maß der Staubentwicklung bei diesen Tätigkeiten sehr stark vom individuellen Arbeitsstil der Schüler geprägt ist.

10. Expositionszeit

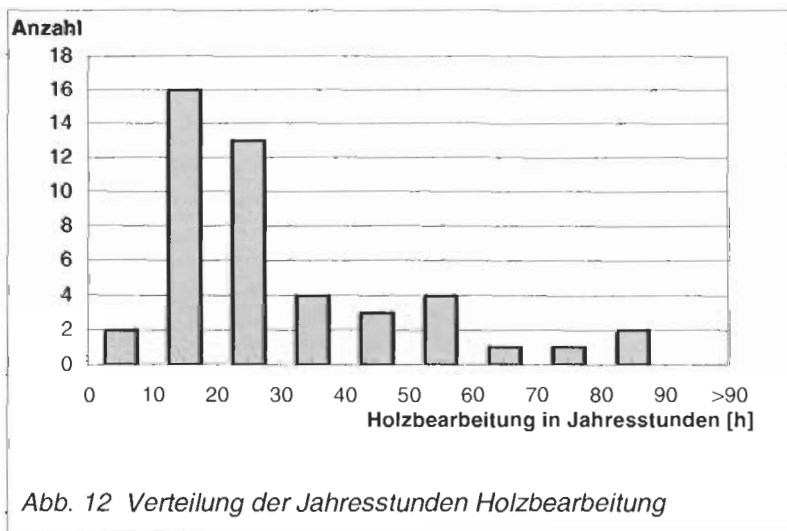
Eine Basisgröße zur Beurteilung von Gefahrstoffbelastungen ist die Expositionszeit. Sie unterscheidet sich bei Schülern grundsätzlich von der Expositionszeit Beschäftigter (ca. 1570 Stunden pro Jahr) in Gewerbebetrieben.

Abb. 11 zeigt die Verteilung der Jahresstunden *Technikunterricht* in den untersuchten Schulen. Ermittelt wurden maximal 90 Jahresstunden [h] Technikunterricht. Da im Technikunterricht nicht ausschließlich Holzbearbeitung betrieben wird, ist hier weiter zu differenzieren. Abb. 12 zeigt die Verteilung der Jahresstunden *Holzbearbeitung* im Technikunterricht (ebenfalls maximal 90 Jahresstunden) und Abb. 13 die (geschätzte) Verteilung der Jahresstunden holzstauberzeugende Tätigkeit im Technikunterricht der untersuchten Schulen. Da stauberzeugende Holzbearbeitung und nichtstaubende Holzbearbeitung zum Teil parallel stattfinden, sollte für eine Abschätzung der Expositionszeit die Verteilung der Jahresstunden Holzbearbeitung nach Abb. 12 zugrunde gelegt werden.

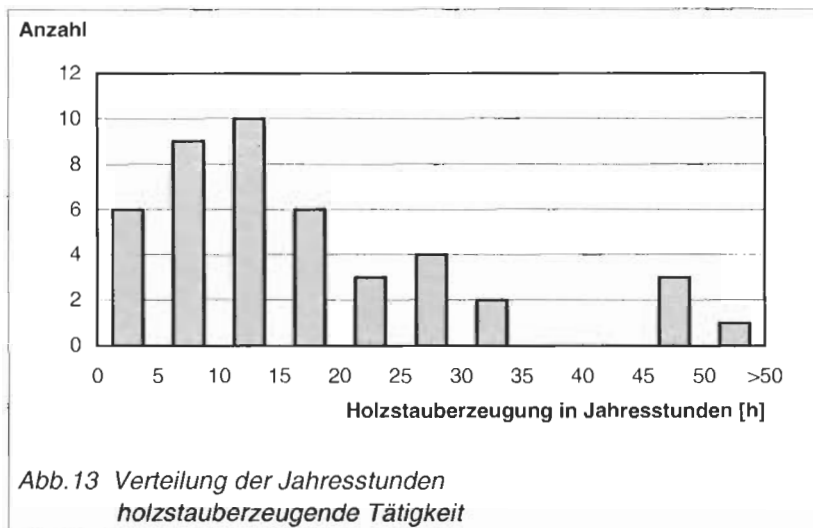


Bei Annahme einer Jahresschulzeit von 40 Wochen ergibt sich damit eine mittlere Spanne der **Expositionszeiten von 0,13 bis 2,25 Stunden Holzbearbeitung pro Woche.**

Wie sich die Unterrichtsstunden *konkret* über das Jahr verteilen ist jedoch ganz unterschiedlich. Verbreitet ist eine Doppelstunde Technikunterricht pro Woche. Teilweise wird jedoch auch Technik als Wahlfach angeboten, was zu einer Erhöhung der Wochenstundenzahl führen kann. In einigen Schulen wird die Klasse geteilt und Holzbearbeitung nur ein Schulhalbjahr für die Hälfte der Klasse durchgeführt, wobei im Wechsel nach einem halben Jahr die andere Hälfte der Klasse Unterricht in Holzbearbeitung erhält.



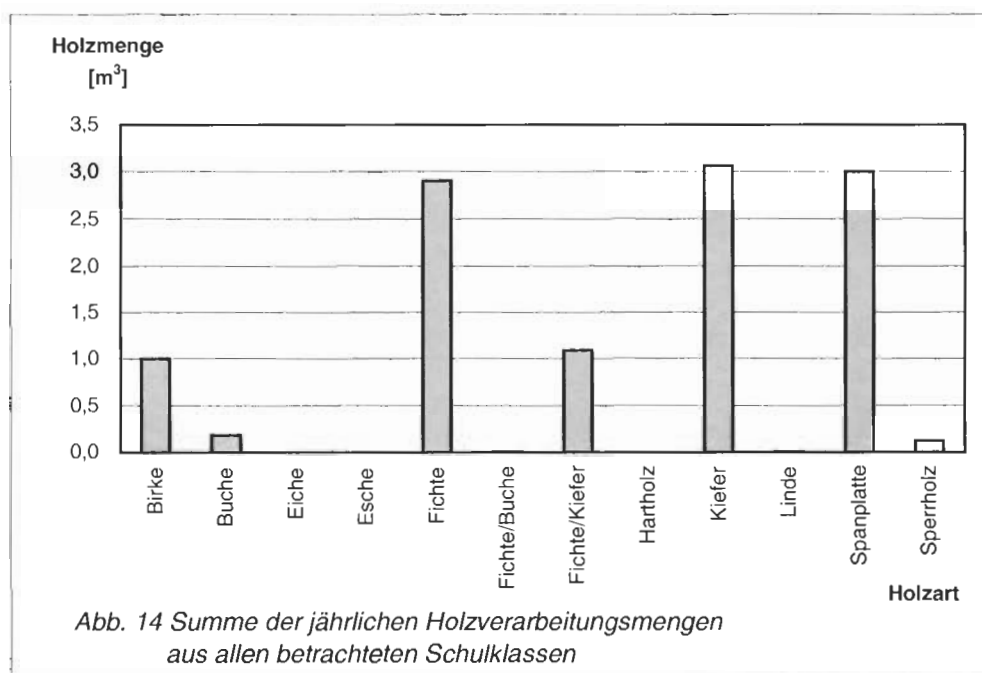
Ferner kann Holzbearbeitung auch in anderen Unterrichtsfächern, z.B. Kunst, durchgeführt werden. Insgesamt ergibt sich also eine breite Spanne möglicher Expositionszeiten, so daß der konkrete Wert für jede Schule individuell zu ermitteln ist.

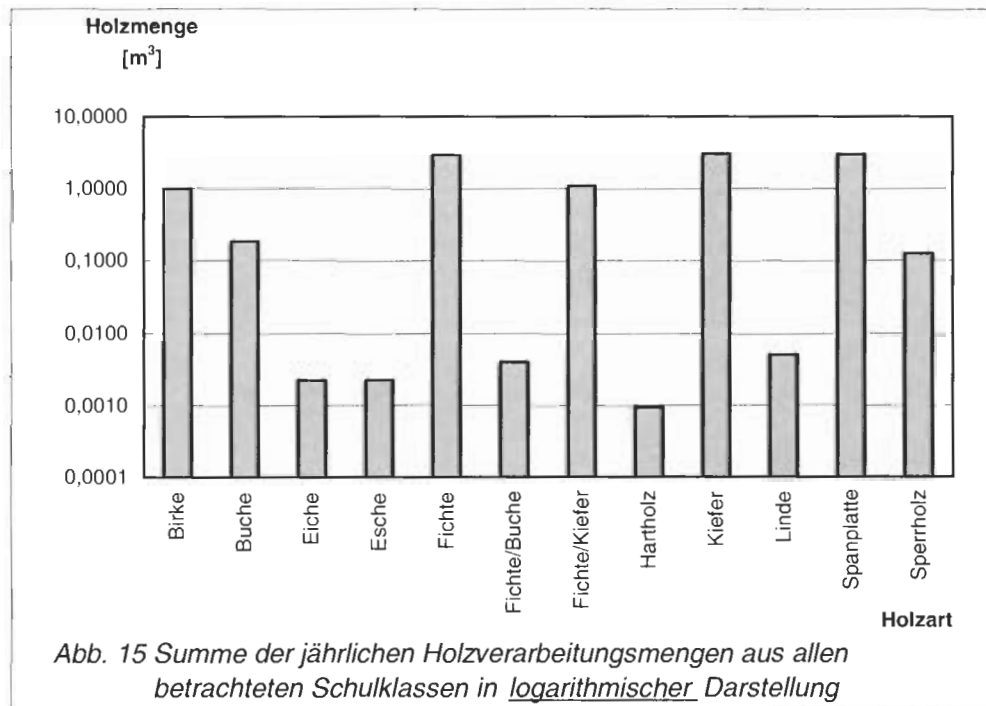


11. Holzmaterialien und Verarbeitungsmengen

Die verwendeten Hölzer sowie die zugehörigen jährlichen Verarbeitungsmengen sind Abb. 14 zu entnehmen.

Zur besseren Ablesbarkeit auch geringer Verarbeitungsmengen wurden die Daten aus Abb. 14 in Abb. 15 noch einmal, hier jedoch in logarithmischem Maßstab wiedergegeben. Hölzer mit nachweislich krebserzeugenden Stäuben (Buche und Eiche) werden nur noch in geringem Umfang eingesetzt. *Buchenholz* fand mit etwas mehr als 180 dm³, *Eichenholz* mit etwas mehr als 2 dm³ Verwendung. Vor allem Buchenholz wird nach Auskunft der Meßstellen vorwiegend in Form von Bausätzen und Formteilen (z.B. Dübel, Räder, Achsen oder Möbelgriffe) verwendet, die kaum weiter bearbeitet werden müssen. Es wurden allerdings auch Bausätze aus Buchenholz verwendet, die ein erhebliches Maß an feinspanender Nacharbeit (manueller Schliiff) erforderten.





Ein besonderes Problem stellen *Spanplatten* und *Sperrholz* dar, die nicht selten von unbekannter Zusammensetzung sind (Geschenke, altes Möbelholz). Hier sollte die klare Empfehlung an die Schulen gehen, nur Platten ohne Buchen- und Eichenholzanteil zu bearbeiten.

Außerdem sollten keine Hölzer eingesetzt werden, die in der TRGS 907 nach gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnis als sensibilisierend ausgewiesen sind (siehe Anhang D).

12. Schultyp

In Abb. 16 a-c sind die Häufigkeitsverteilungen der Holzstaubmeßwerte aus den (raumbezogenen) Langzeitmessungen getrennt nach Schularten wiedergegeben, Abb. 16 d zeigt die entsprechenden Mittelwerte und Streuungen:

- GS: Gesamtschule, einschließlich integrierter Gesamtschule
- HS: Hauptschule
- RS: Realschule

Abb. 17 a-d zeigt die entsprechenden Verteilungen, Mittelwerte und Streuungen der Kurzzeitmeßwerte.

Die Langzeitmessungen an den Realschulen ergaben zwar die durchschnittlich niedrigsten Werte, insgesamt gesehen zeigt der Vergleich der Schultypen jedoch keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich der Meßergebnisse.

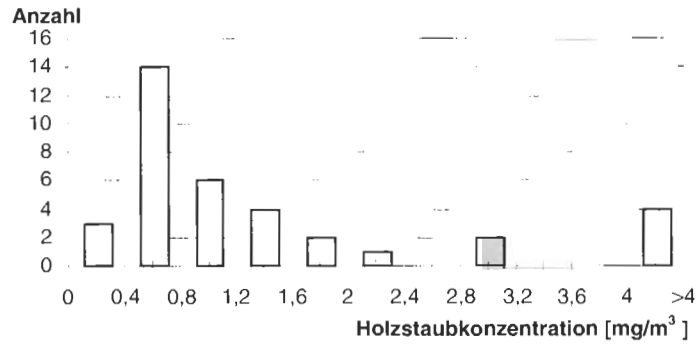


Abb. 16a Langzeitmessungen in Gesamtschulen

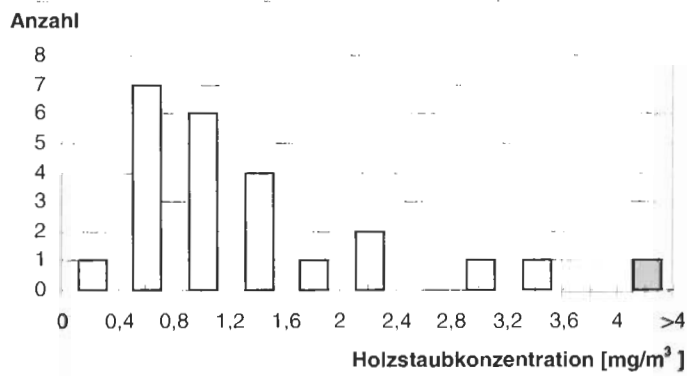


Abb. 16b Langzeitmessungen in Hauptschulen

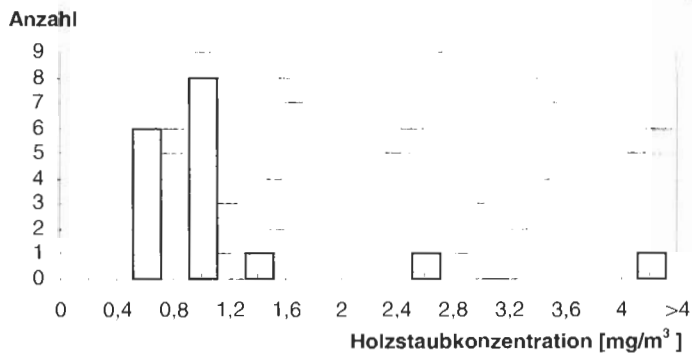


Abb. 16c Langzeitmessungen in Realschulen

Schultyp	Anzahl Meßwerte	arithm. Mittelwert [mg/m ³]	Standardabweichung [mg/m ³]	Median [mg/m ³]	95. Perzentil [mg/m ³]
Gesamtschulen	36	1,58	1,92	0,85	4,92
Hauptschulen	24	1,53	1,48	1,05	3,25
Realschulen	17	1,29	1,36	0,92	3,28

Abb. 16d Schultyp und Mittelwerte der Langzeitmeßwerte

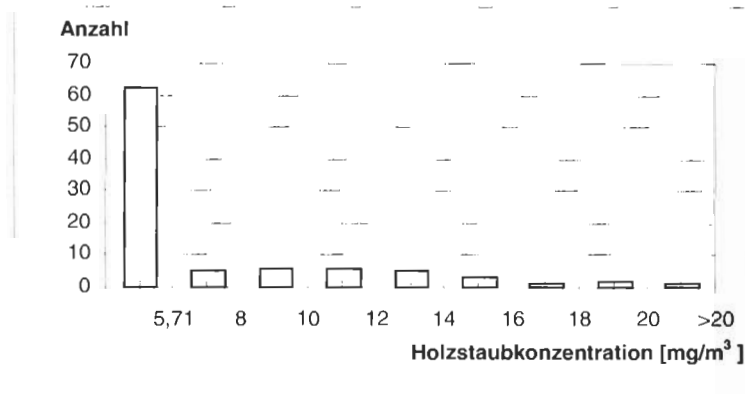


Abb. 17a Kurzzzeitmessungen in Gesamtschulen

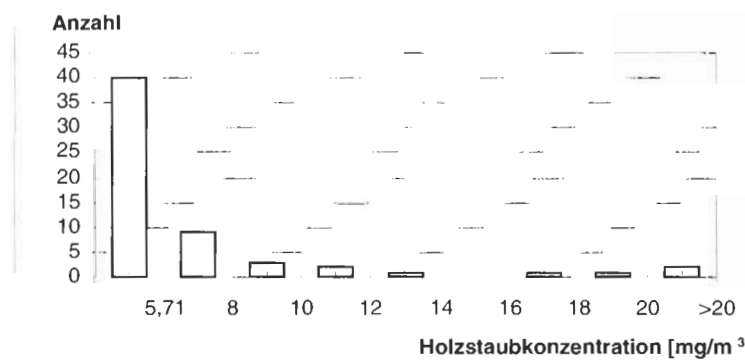


Abb. 17b Kurzzzeitmessungen in Hauptschulen

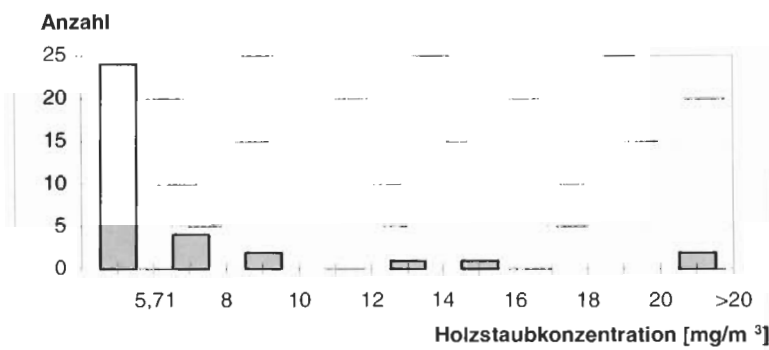


Abb. 17c Kurzzzeitmessungen in Realschulen

Schultyp	Anzahl Meßwerte	Median [mg/m ³]	95.Perzentil [mg/m ³]	Anzahl Grenzwert-überschreitungen	Anteil Grenzwert-überschreitungen
Gesamtschulen	91	5,71	15,33	24	26%
Hauptschulen	59	5,71	17,67	10	17%
Realschulen	34	5,71	17,93	6	18%

Abb. 17d Schultyp und Mittelwerte der Kurzzzeitmeßwerte

13. Einfluß der Raumebelegung

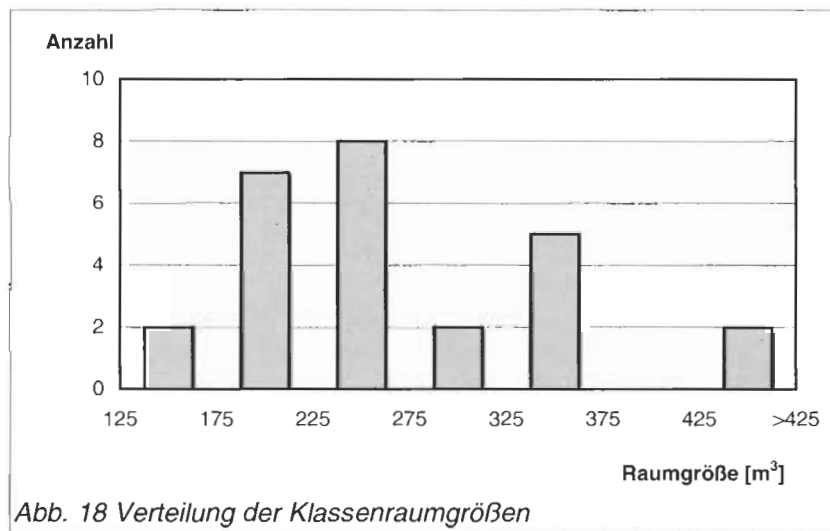
Zwei Randbedingungen, die für alle Messungen erhoben wurden, sind der Rauminhalt des Werkraums und die Zahl der anwesenden Schüler. Aus diesen beiden Größen läßt sich für den Zeitraum der Messung eine *Belegungsdichte* als Anzahl "Personen pro Kubikmeter" berechnen.

In Abb. 19 a ist der raumbezogene (Langzeit-)Holzstaubmeßwert als Funktion dieser Raumebelegungsdichte aufgetragen. Aus der Gesamtmenge der Meßpunkte läßt sich zunächst keine Tendenz ableiten. Dies insbesondere, da der höchste Meßwert nahezu der niedrigsten Raumebelegung zugeordnet ist. Deutet man die vier höchsten Meßwerte in dieser Grafik jedoch als Sonderfälle, beginnt sich eine leichte mit der Raumebelegung steigende Tendenz anzudeuten. Die Anpassung einer Geraden an diese Wertemenge (Abb. 19 b) ergibt eine Holzstaubbelastung von $0,97 \text{ mg/m}^3$ bei einer extrapolierten Raumebelegung mit 0 Personen und $2,26 \text{ mg/m}^3$ bei der maximal vorgefundenen Raumebelegung.

Reduziert man die Menge der betrachteten Punkte weiter, indem alle Werte oberhalb 2 mg/m^3 als primär tätigkeitsbestimmt ausgesondert werden, so ergibt eine lineare Anpassung wiederum eine mit der Raumebelegung steigende Gerade (Abb.19 c), die bei einer Belegung mit 0 Personen jetzt bei $0,58 \text{ mg/m}^3$ Holzstaub beginnt und bei der maximal vorgefundenen Raumebelegung von $0,129$ auf den Wert $1,40 \text{ mg/m}^3$ ansteigt.

Die Betrachtungen zeigen, daß insbesondere bei Vernachlässigung von Spitzenwerten die Raumebelegung in schulüblichen Größenordnungen sicher nicht der primäre, wohl aber ein nicht zu vernachlässigender Faktor ist, der die Holzstaubkonzentration im Technikunterricht beeinflusst.

Ein meßtechnisches Problem im Zusammenhang mit den Raumgrößen ist die Relation zwischen Raumgröße und Volumenstrom der Meßeinrichtung. In einschlägigen Meßvorschriften wird empfohlen, daß das Raumvolumen mindestens 10 mal so groß sein sollte wie das stündlich vom Probenahmesystem geförderte Volumen (BIA-Arbeitsmappe III/96 Nr.1305 und VDI-Richtlinie 2265 Ziffer 4), da in kleineren Räumen durch den "Reinigungseffekt" der Probenahme zu niedrige Staubkonzentrationen ermittelt werden könnten. Im Fall der raumbezogenen Holzstaubmessungen, die mit einem Volumenstrom von $22,5 \text{ m}^3/\text{h}$ durchgeführt wurden, bedeutet dies, daß ein Raumvolumen von mindestens 225 m^3 erforderlich ist. Dieser Anforderung konnte bei 9 von 26 (also 35%) untersuchten Klassenräumen nicht entsprochen werden. Abb. 18 zeigt die Verteilung der untersuchten Raumvolumina.



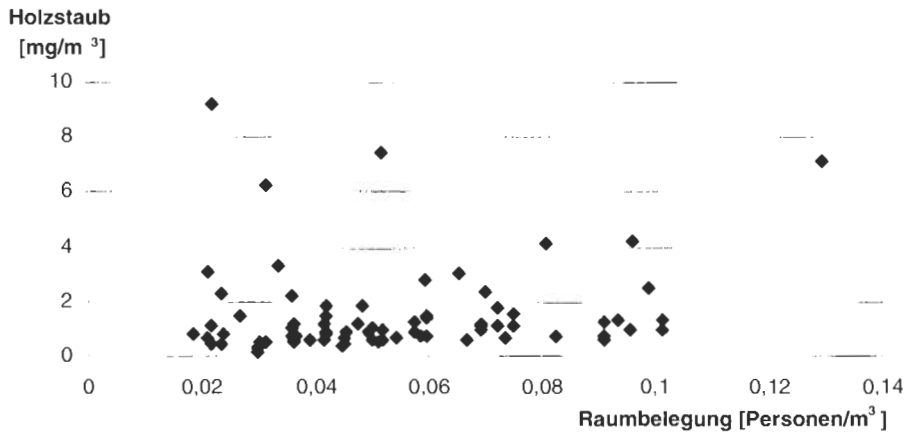


Abb. 19a Holzstaub-Meßwerte aus Langzeitmessungen in Abhängigkeit von der Raumbelegung

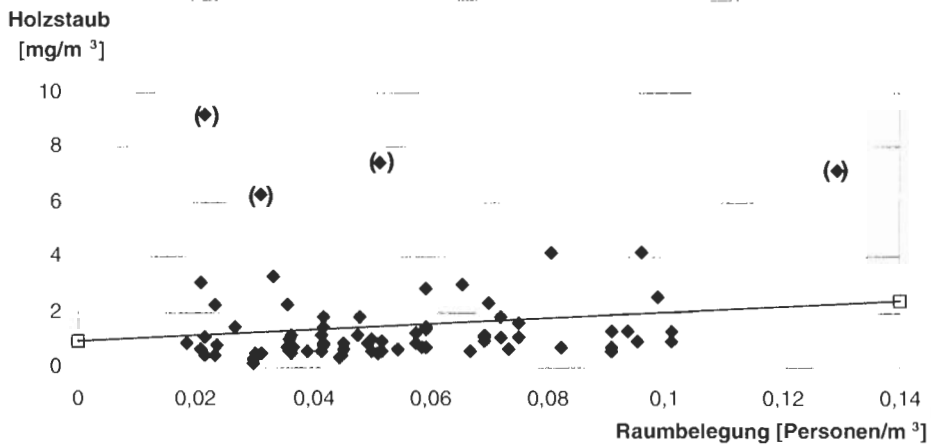


Abb. 19b Langzeitmeßwerte in Abhängigkeit von der Raumbelegung mit Trendgerade für Meßwerte < 5 mg/m³

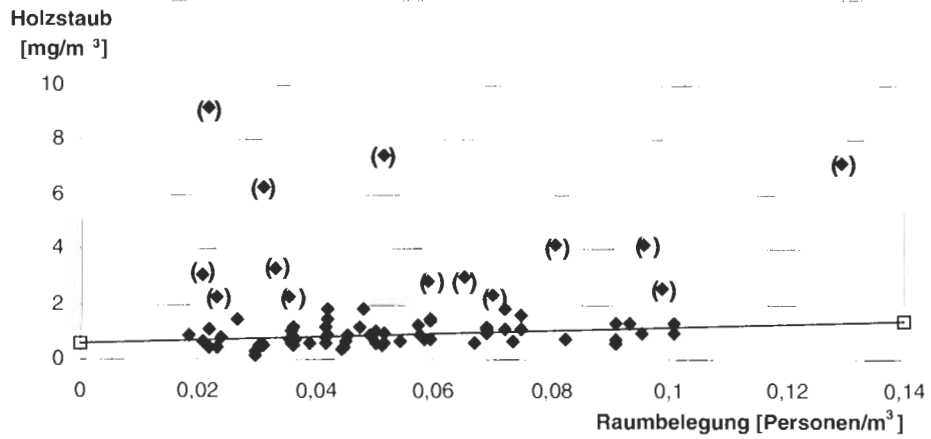
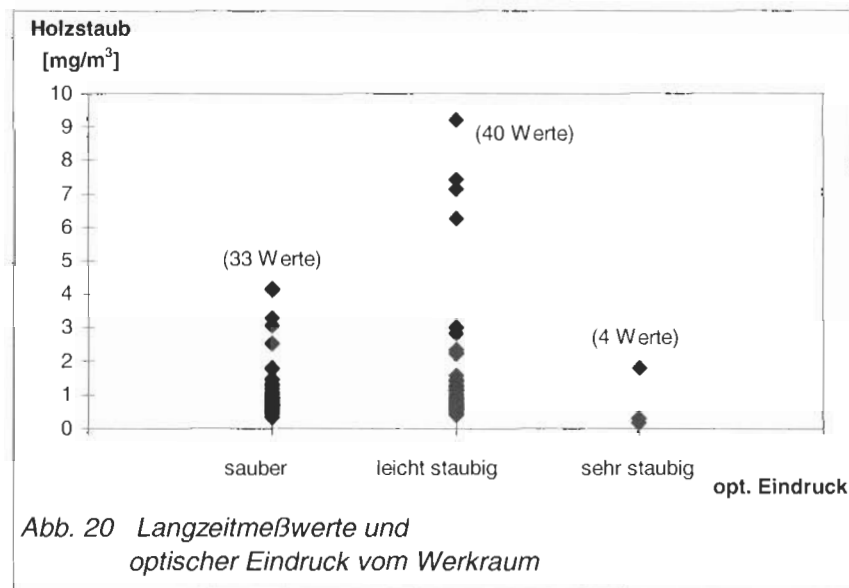


Abb. 19c Langzeitmeßwerte in Abhängigkeit von der Raumbelegung mit Trendgerade für Meßwerte < 2 mg/m³

14. Optischer Eindruck und Reinigung der Werkräume

Der Reinigungszustand, in dem sich die Werkräume zu Beginn des Unterrichts befanden, wurde von den Meßstellen beurteilt. Dazu wurde der Verstaubungsgrad entsprechend dem optischen Eindruck in die 3 Kategorien "sauber", "leicht staubig" und "sehr staubig" eingeteilt, um zu prüfen, ob sich eine Korrelation mit den Langzeitmeßergebnissen (aufgrund von aufgewirbeltem Staub) zeigt.



In Abb. 20 und Abb. 20a ist das Ergebnis der Bewertung wiedergegeben. Obgleich eine solche Bewertung sehr individuell geprägt ist, zeigt sich, daß im Mittel mit der Bewertung "leicht staubig" gegenüber "sauber" auch ein gewisser Anstieg der Holzstaubbelastung verbunden ist. Eine Betrachtung der Bewertung "sehr staubig" ist nicht sinnvoll, da hier zu wenig Meßwerte existieren. Die Daten mögen als Hinweis ausreichen, daß eine Überprüfung des Reinigungszustandes der Räume "nach Augenschein" durchaus sinnvoll ist. Einschränkend muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die Langzeitmeßwerte vor allem während der Holzbearbeitung ermittelt wurden und nicht während einer sonstigen Nutzung der Räume, bei der Holzstaub lediglich aufgewirbelt wird, so daß die Meßwerte primär auf die Tätigkeiten und nur

Holzstaubmeßwerte [mg/m ³] (Langzeitmessungen)	optischer Eindruck		
	sauber	leicht staubig	sehr staubig
Median	0,92	1,07	0,30
95. Perzentil	3,63	7,16	1,59
arithm. Mittelwert	1,29	1,76	0,65
Varianz	1,03	4,29	0,61
Anzahl Werte	33	40	4

Abb. 20a optischer Eindruck und mittlere Meßwerte

sekundär auf abgelagerten Holzstaub zurückzuführen sind. Dies zeigt sich deutlich in den hohen Meßwerten, die auch in den optisch sauberen Räumen erhalten wurden.

Der Einfluß der Reinigung auf die Holzstaubbelastung der Werkräume sollte sich am deutlichsten solchen Meßergebnissen entnehmen lassen, die bei Abwesenheit jeglicher Holzbearbeitung erzielt wurden. Die einzigen Langzeitmessungen, die diese Bedingung erfüllen, sind die Grundlastmessungen, die allerdings wiederum den Nachteil haben, daß sie bei Abwesenheit jeglicher Schüleraktivität erzielt wurden. Bereits sedimentierter Holzstaub vom Vortag oder den Vortagen, der im Technikunterricht durch die Schüleraktivität wieder aufgewirbelt werden könnte, wurde daher in diesen Messungen nicht erfaßt. Die Ergebnisse sind deshalb nur eingeschränkt für eine Beurteilung der Grundlast und für die Beurteilung der Effektivität der Reinigung zu verwenden.

In Tabelle Abb. 21 sind die 8 vorliegenden Grundlastmessungen in einer Kreuztabelle den Reinigungsintervallen (Reinigung durch Reinigungskräfte) gegenübergestellt. Das Symbol # steht für ein unbekanntes Reinigungsintervall. Aufgrund der unterschiedlichen Probenahmedauern ergaben sich unterschiedliche Bestimmungsgrenzen. Bis auf eine Ausnahme liegen alle Grundlastmeßergebnisse unter der Bestimmungsgrenze. Ein Rückschluß auf den Einfluß der Reinigungsperiode läßt sich daher nicht durchführen.

Grundlastmeßwerte und Intervalle der regelmäßigen Reinigung durch Reinigungskräfte				
Anzahl	Reinigungsintervall [Tage]			
Meßwert [mg/m^3]	#	1	2	Zeilensumme
< 0,07	1	0	2	3
< 0,08	0	0	1	1
< 0,09	0	2	0	2
< 0,12	0	1	0	1
0,19	0	0	1	1
Spaltensumme	1	3	4	8

Abb. 21 Grundlastmeßwerte und Intervalle der regelmäßigen Reinigung durch Reinigungskräfte "#" steht für "keine Angabe"

Auch bei den *Langzeitmessungen* wurden die Reinigungsmethoden und Reinigungsintervalle registriert. Allerdings tritt hier die Exposition aufgrund der aktuellen Holzbearbeitung in den Vordergrund, so daß Rückschlüsse auf eine Grundlast als Funktion des Reinigungsintervalls/der Reinigungsmethode mit der gebotenen Vorsicht zu betrachten sind. Dieses wird auch durch die Verteilung der Meßwerte in Abhängigkeit von den Reinigungsmethoden/Reinigungsintervallen bestätigt. Zudem ist nicht bekannt, ob am Tag der Messung im gleichen Raum bereits Technikunterricht/Holzbearbeitung stattgefunden hatte.

Die Abb. 22 und 23 zeigen die Langzeitmeßwerte aufgetragen mit dem Parameter Reinigungsmethode bzw. Reinigungsintervall. In den Tabellen in Abb. 24 und 25 sind Mittelwerte und Streuung der betrachteten Meßwerte in Abhängigkeit von den Reinigungsparametern wiedergegeben. Auffällig ist die hohe Holzstaubkonzentration beim Kehren sowie bei einem Reinigungsintervall von 7 Tagen. Die besten Ergebnisse zeigt die Methode Saugen & Naßreinigung sowie das Reinigungsintervall 3 Tage. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß zu diesen Parametern nur wenige Meßwerte vorliegen.

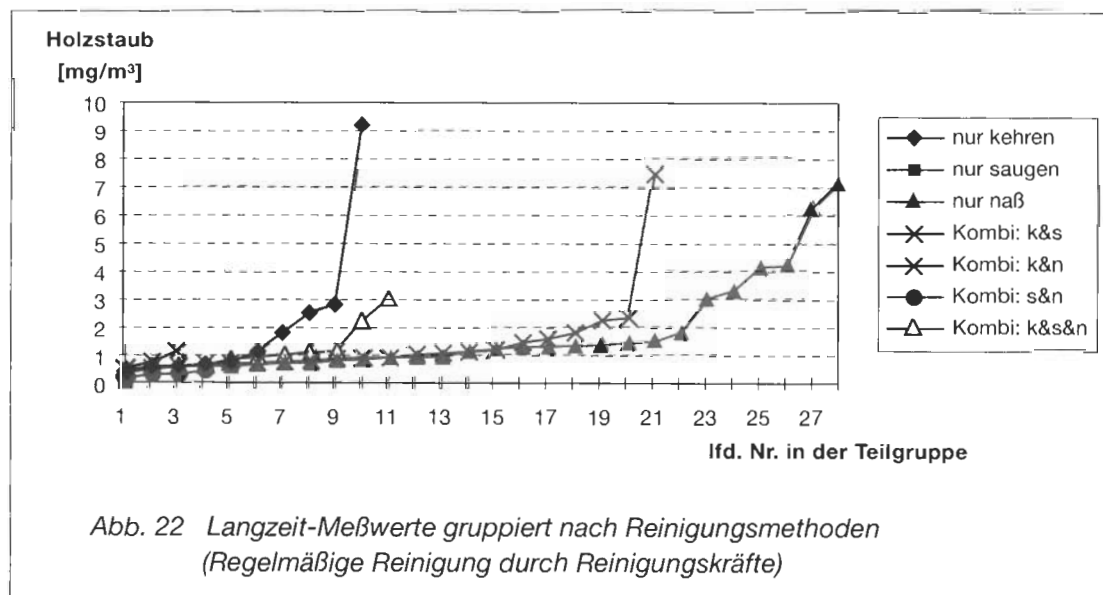


Abb. 22 Langzeit-Meßwerte gruppiert nach Reinigungsmethoden (Regelmäßige Reinigung durch Reinigungskräfte)

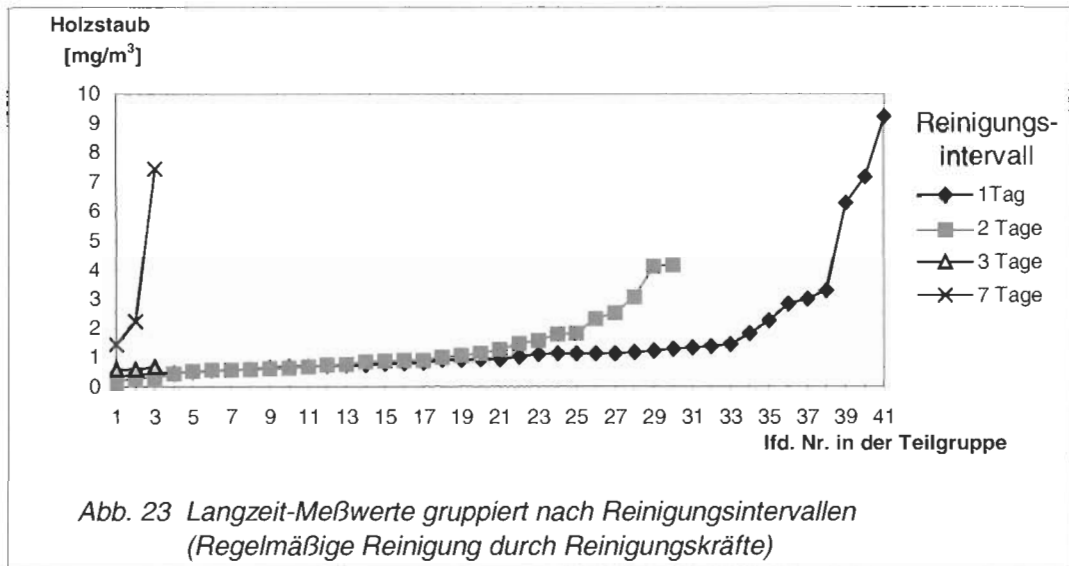


Abb. 23 Langzeit-Meßwerte gruppiert nach Reinigungsintervallen (Regelmäßige Reinigung durch Reinigungskräfte)

Langzeit-Meßwerte [mg/m ³] und Reinigungsmethode				
Reinigungs- methode	Median	arithmetischer Mittelwert	Standard- abweichung	Anzahl Werte
nur kehren	0,94	2,06	2,66	10
nur saugen	keine Werte			0
nur naß	1,19	1,77	1,73	28
kehren & saugen	0,75	0,81	0,30	3
kehren & naß	0,91	1,39	1,48	21
saugen & naß	0,30	0,30	0,11	4
kehren & saugen & naß	0,94	1,15	0,80	11

Abb. 24 Mittlere Langzeit-Meßwerte bei verschiedenen Reinigungsmethoden

Langzeit-Meßwerte [mg/m ³] und Reinigungsintervall				
Reinigungs- intervall	Median	arithmetischer Mittelwert	Standard- abweichung	Anzahl Werte
1 Tag	0,94	1,58	1,86	41
2 Tage	0,89	1,26	1,04	30
3 Tage	0,60	0,62	0,05	3
7 Tage	2,23	3,70	3,26	3

Abb. 25 Mittlere Langzeit-Meßwerte bei verschiedenen Reinigungsintervallen

15. Lagerung

Viele Werkräume dienen gleichzeitig der Lagerung von Holzvorräten für den Technikunterricht. Das zum Teil verstaubte Material erschwert die Reinigung der Räume, so daß der Parameter "*Lagerung im Werkraum*" von Einfluß auf eine Grundbelastung der Räume mit Holzstaub sein könnte. Es wurde deshalb registriert, ob die Werkräume gleichzeitig als Lager dienen. Hinsichtlich der Interpretation gilt hier jedoch die gleiche Einschränkung wie schon bei der Betrachtung der Reinigung: Die Grundlastmessungen führten zu keinen interpretierbaren Ergebnissen, bei den übrigen Messungen wird die Grundlastinformation durch die Holzstaubbelastung aufgrund der aktuellen Tätigkeit wesentlich beeinflußt. Dies gilt in besonderem Maße für die Kurzzeitmessungen.

In Abb. 26 sind Mittelwerte und Streuung der Meßwerte jeweils in Abhängigkeit vom Ort der Lagerung dargestellt. In Abb. 27a-c sind die Verteilungen der betrachteten Meßwerte wiedergegeben. Aus den Darstellungen ist ersichtlich, daß Werkräume, die nicht als Lager genutzt werden, geringere Holzstaubkonzentrationen in der Luft aufweisen als solche, die als Lager genutzt werden.

Auch unter den obigen Einschränkungen sollte dies als Hinweis auf einen verstaubungsfördernden Einfluß der Lagerung im Werkraum gewertet werden.

Langzeitmeßwerte und Ort der Lagerung	Anzahl Meßwerte	Median [mg/m ³]	arithm. Mittelwert [mg/m ³]	Standard- abweichung [mg/m ³]
keine Lagerung im Werkraum	49	0,91	1,21	1,20
Lagerung im Werkraum	15	1,15	1,73	1,81
keine Angabe	13	1,39	2,32	2,59

Abb. 26 Langzeitmeßwerte und Ort der Lagerung

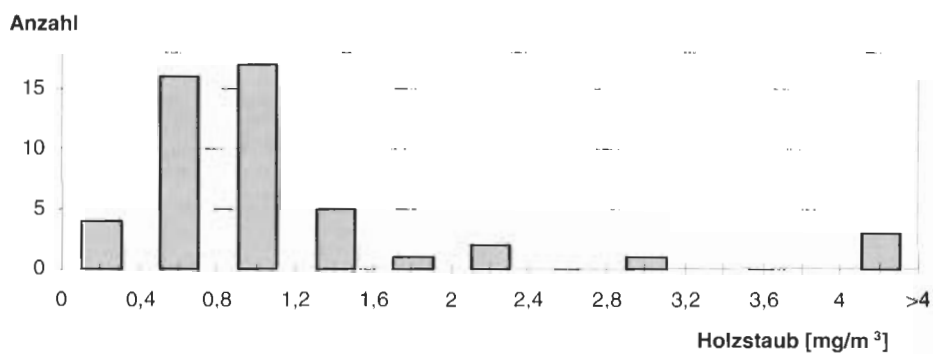


Abb. 27a "Werkraum nicht als Lager genutzt"
Verteilung der Langzeit-Meßwerte

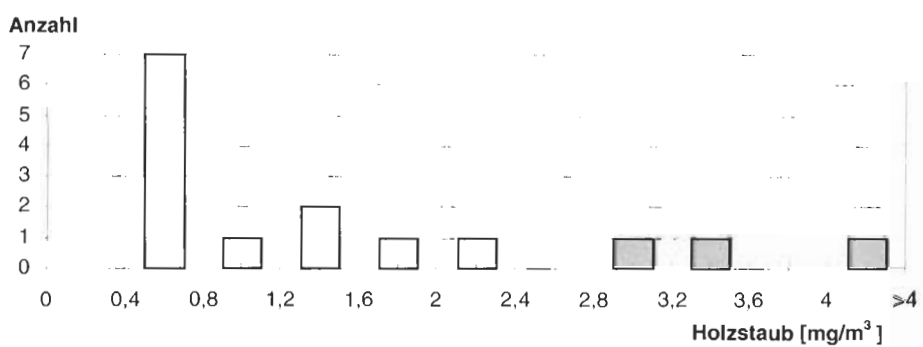


Abb. 27b "Werkraums als Lager genutzt"
Verteilung der Langzeit-Meßwerte

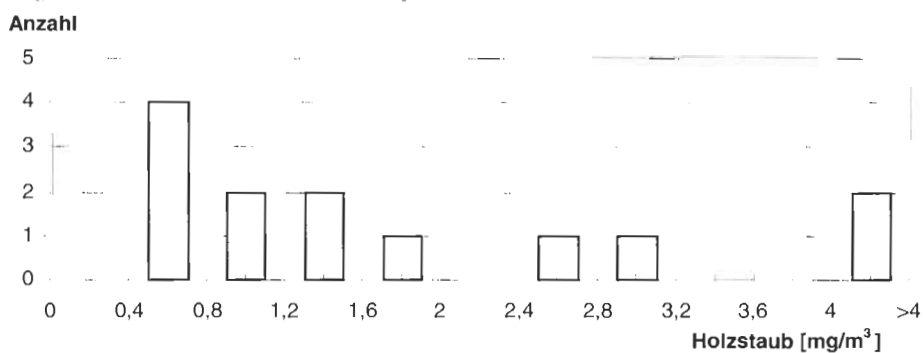


Abb. 27c "keine Angabe ob Werkraum als Lager dient"
Verteilung der Langzeit-Meßwerte

16. Kurzzeitmeßwerte und Art der Tätigkeit

In jeder begleiteten Unterrichtseinheit wurden parallel zur Langzeitmessung Kurzzeitmessungen (15 Minuten) zur Erfassung von Expositionsspitzen durchgeführt. Ausgewählt wurden dabei vorwiegend Arbeiten, die den Meßstellen als besonders staubintensiv auffielen.

Es ist zu erwarten, daß die Meßwerte um so größer ausfallen,

- a) je staubintensiver die Tätigkeiten während der Messung sind,
- b) je länger staubintensive Tätigkeiten während der Messung ausgeübt wurden.

Zu jeder Messung (Kurzzeit- und Langzeitmessungen) wurde darum durch die Meßstelle abgeschätzt, welchen Umfang

- maschinelle Holzbearbeitung
- manuelle Holzbearbeitung
- Reinigung (fegen)
- Reinigung (saugen)
- Nebentätigkeiten ohne Holzstauberzeugung

hatten.

Die Tätigkeitsgruppen wurden dabei noch weiter differenziert:

manuelle Holzbearbeitung:

- Schleifen
- Feilen
- Raspeln
- Hobeln
- Sägen
- Stemmen und Stechen (Stechbeitel)

maschinelle Holzbearbeitung:

- Standbohrmaschine
- Handbohrmaschine
- Bandschleifer
- Schwingschleifer
- Excenterschleifer
- Dekupiersäge
- Lochsäge
- Stichsäge

Nebentätigkeiten ohne Holzstauberzeugung:

- Theorie
- Zeichnen
- Leimen
- Endmontage
- Aufräumen
- Sonstiges

Für die folgende Betrachtung wurden die Datensätze der Kurzzeitmessungen nach Tätigkeiten mit und ohne Holzbearbeitung separiert, da die Exposition bei den letzteren Tätigkeiten – abgesehen vom aufgewirbelten Staub – ihre Quelle allein in der Holzstauberzeugung durch die Mitschüler hat. Die Reinigungsarbeiten Fegen und Saugen wurden wie Holzbearbeitung behandelt.

In allen 184 Datensätzen wurden die Anteile manueller und maschineller Holzbearbeitung (einschließlich Reinigungsarbeiten) addiert und die Datensätze

1. nach dem Zeitanteil der Holzbearbeitung sortiert
2. nach dem Meßwert sortiert

Das Ergebnis zeigt Abb. 28.

Tätigkeit (bzw. Arbeit mit:)	Anzahl Datensätze mit dieser Tätigkeit	Anzahl Datensätze mit Grenzwert- überschreitung	Relativer Anteil der Grenzwert- überschreitungen
	a	b	b/a
man. Schleifen	66	22	0,33
Feilen	27	7	0,26
Raspeln	19	3	0,16
Hobeln	0	0	--
man. Sägen	45	1	0,02
Stechbeitel	1	0	0,00
Fegen	44	7	0,16
Standbohrmaschine	9	0	0,00
Handbohrmaschine	7	0	0,00
Bandschleifer	11	2	0,18
Schwingschleifer	10	4	0,40
Excenterschleifer	1	1	1,00
Dekupiersäge	9	1	0,11
Lochsäge	3	0	0,00
Stichsäge	4	1	0,25
Saugen	4	0	0,00
Nebentätigkeiten	105	11	0,10
Summe Tätigkeiten	365	60	0,16
Summe Datensätze	184	40	0,22

Abb. 30 Vergleich der Grenzwertüberschreitungen bei Kurzzeitmessungen

Eine Schwachstelle obiger Betrachtungen ist, daß die Tätigkeiten zwar entsprechend der Häufigkeit ihres Auftretens in Relationen zu den Meßwerten gesetzt werden, daß jedoch nicht die Kombination mehrerer Tätigkeiten unter Berücksichtigung ihrer Anteile simultan erfaßt wird (eine entsprechende Methode wird weiter hinten angewendet, siehe Abschnitt 18). So kommt es zu Verzerrungen, wenn z.B. eine staubarme Tätigkeit in mehreren Datensätzen gemeinsam mit einer staubintensiven Tätigkeit auftritt. Wegen dieser Problematik wurden obige Betrachtungen nicht vertieft, sondern zur Veranschaulichung der Verhältnisse lediglich die mit jeder Teiltätigkeit korrespondierenden *Kurzzeitmeßergebnisse* in tätigkeitsbezogenen Diagrammen zusammengefaßt und in den *Anhang A* gestellt.

Entsprechende Diagramme für die *Langzeitmessungen* sind im *Anhang B* zusammengefaßt.

17. Kurzzeitmessungen bei einheitlichen Tätigkeiten

Es liegt eine begrenzte Anzahl Kurzzeitmessungen vor (siehe auch Anhang A), die während einheitlicher Tätigkeiten des Probanden, z.B. 100 % Feilen oder 100 % manuelles Schleifen, durchgeführt wurden. Abgesehen von untergrundbedingten Störungen geben diese Daten einen direkten Einblick in die Staubintensität der verschiedenen Tätigkeiten. Die Tabelle in Abb. 31 zeigt die Kurzzeitmeßergebnisse bei einheitlichen Tätigkeiten.

Tätigkeit (bzw. Werkzeug)	Anzahl Meßwerte	Meßwertbereich [mg/m ³]		Anzahl Werte		Anteil Grenzwert- überschreitungen
		min	max	< 8mg/m ³	> 8mg/m ³	
Excenterschleifer	1	--	37,14	0	1	100%
Bandschleifer	2	10,48	11,05	0	2	100%
Feilen	4	5,71	21,52	1	3	75%
man. Schleifen	19	5,71	37,90	8	11	58%
Schwingschleifer	2	6,65	9,89	1	1	50%
Fegen	10	5,71	14,00	5	5	50%
Dekupiersäge	4	5,71	17,52	3	1	25%
Raspeln	2	5,71	5,71	2	0	0%
Sägen	3	5,71	5,71	3	0	0%
Standbohrmaschine	2	5,71	5,71	2	0	0%
Lochsäge	3	5,71	5,71	3	0	0%
Theorie	2	5,71	5,71	2	0	0%
Endmontage	2	5,71	6,10	2	0	0%
Stechbeitel	1	5,71	--	1	0	0%

Abb. 31 Kurzzeitmeßwerte: Grenzwertüberschreitungen bei einheitlichen (100%-) Tätigkeiten

Das *Feilen* sowie das *manuelle Schleifen* treten mit bemerkenswerter Häufigkeit und erheblichen Grenzwertüberschreitungen in den Vordergrund. Die Ergebnisse für die Arbeit mit dem Bandschleifer und dem Excenterschleifer sind wegen der geringen Fallzahlen mit der gebotenen Vorsicht zu werten.

Interessant ist das Ergebnis für das *Fegen*. Hier ist zu erwarten, daß die Holzstaubbelastung nicht zuletzt von der Vorgeschichte abhängt. Mit anderen Worten, wenn vorab eine feinstaubende oder eine vorwiegend grobstaubende bis spanende Holzbearbeitung stattgefunden hat, könnte man erwarten, daß auch die Staubbelastung beim Fegen eher höher oder eher niedriger ausfallen wird.

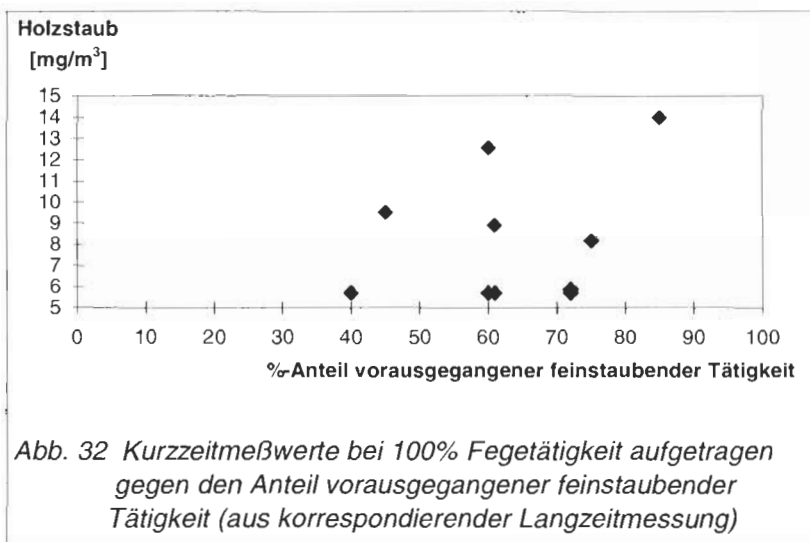


Abb. 32 Kurzzeitmeßwerte bei 100% Fegetätigkeit aufgetragen gegen den Anteil vorausgegangener feinstaubender Tätigkeit (aus korrespondierender Langzeitmessung)

Um diese These zu prüfen, wurden zunächst als "*feinstaubende Tätigkeit*" jede Tätigkeit definiert, die in Abb. 31 Grenzwertüberschreitungen aufwies.

Jedem Kurzzeitmeßwert für 100% Fegetätigkeit wurde die Summe der Anteile feinstaubender Tätigkeiten in der korrespondierenden Langzeitmessung zugeordnet. In Abb. 32 ist das Ergebnis dargestellt. Die Grafik zeigt nicht die erwartete Tendenz, sondern eine breite Streuung – ein Hinweis, daß Fegen auch nach feinspannenden Tätigkeiten geringeren Umfangs zu Grenzwertüberschreitungen führen kann.

keiten geringeren Umfangs zu Grenzwertüberschreitungen führen kann.

18. Gemittelter Einfluß der Tätigkeiten auf die Holzstaubkonzentration

Will man eine Abschätzung für den spezifischen Einfluß jeder der Tätigkeiten auf die Holzstaubkonzentration ermitteln, muß für möglichst alle Tätigkeiten und Datensätze *gleichzeitig* eine Anpassung an die Meßwerte erzielt werden.

Da in den vorliegenden Datensätzen gleichbenannte Tätigkeiten von Klasse zu Klasse und Schüler zu Schüler sehr unterschiedlich ausgeübt wurden, ist eine breite Streuung der tätigkeitsspezifischen Holzstaubraten zu erwarten. Dennoch wurde der Versuch unternommen, den einzelnen Tätigkeiten mit Hilfe eines Fitverfahrens spezifische Holzstaubraten zuzuordnen.

Dazu wurde ein einfaches lineares Modell gewählt, in dem die Staubkonzentration linear mit dem Anteil der Tätigkeit wächst. Hinsichtlich der Heterogenität der Datenbasis aufgrund der großen Unterschiede zwischen den untersuchten Unterrichtseinheiten scheint ein komplexerer Ansatz nicht angebracht.

Fit an die Langzeitmessungen:

Unter der getroffenen Annahme wurde auf die Datensätze der Langzeitmessungen ein multilinearer Fit hinsichtlich der Parameter Holzstaubkonzentrationen und Tätigkeitsanteile angewendet.

Das Ergebnis der Rechnung ist in den Abbildungen 33 bis 35 dargestellt. Die Staubraten beschreiben die mittlere Holzstaubkonzentration je Tätigkeitsanteil. Die Gütemaße in Tabelle Abb. 34 zeigen, daß das einfache lineare Modell die Verhältnisse nicht zutreffend beschreibt bzw. sind ein Beleg für die extreme Heterogenität der Daten. Eine präzise Erfassung der Staubentwicklung bei verschiedenen Tätigkeiten und unterschiedlichem Geräteeinsatz müßten unter Laborbedingungen erfolgen. Insbesondere das Auftreten negativer Staubraten zeigt, daß die Aussagekraft des Datenmaterials hier an eine Grenze gelangt. Die Streubreite ist zu groß und die Aufgaben in den verschiedenen Unterrichtsstunden sind zu unterschiedlich, so daß – auch bei gleichen Teiltätigkeiten – eine zu unterschiedliche Staubentwicklung resultiert.

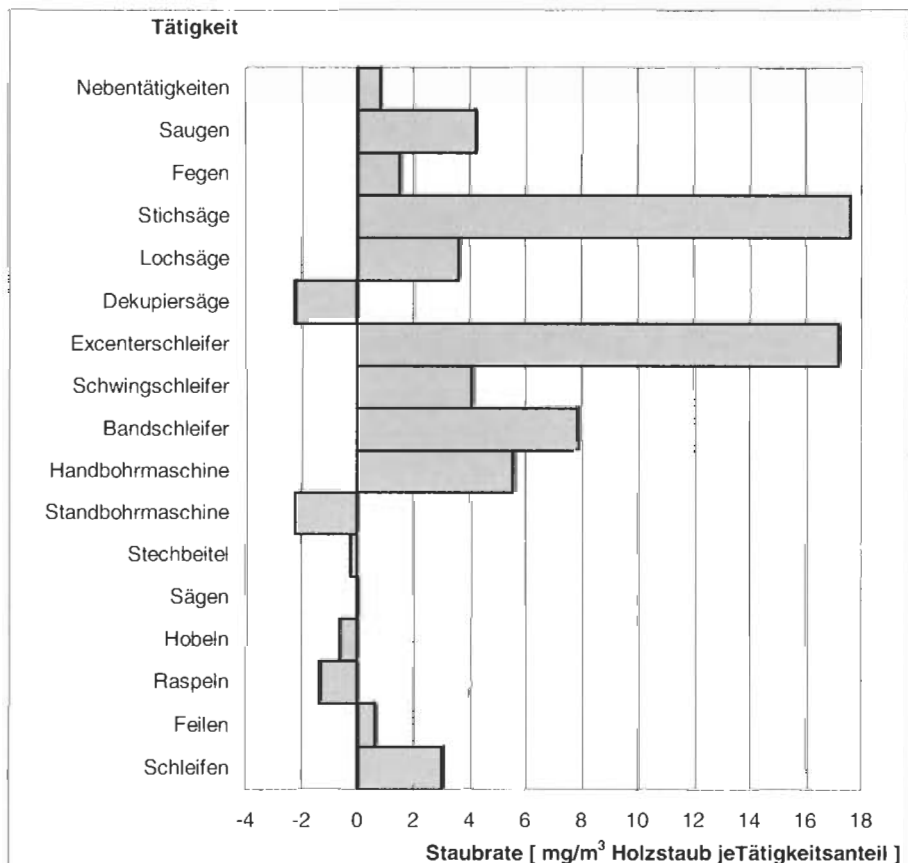


Abb. 33 FIT-Ergebnis an die Langzeit-Meßwerte

Tätigkeit		FTI-Ergebnis: Holzstaubraten mg/m ³ je Tätigkeitsanteil	Standardfehler der Holzstaubraten mg/m ³ je Tätigkeitsanteil
manuelle Holzbearbeitung			
	Schleifen	3,04	0,62
	Feilen	0,65	2,16
	Raspeln	-1,35	2,28
	Hobeln	-0,63	7,10
	Sägen	0,02	0,72
	Stechbeitel	-0,22	3,60
maschinelle Holzbearbeitung			
	Standbohrmaschine	-2,21	4,77
	Handbohrmaschine	5,57	3,48
	Bandschleifer	7,87	10,49
	Schwingschleifer	4,10	3,63
	Excenterschleifer	17,20	1,87
	Dekupiersäge	-2,23	4,80
	Lochsäge	3,63	3,21
	Stichsäge	17,60	9,57
Reinigungsarbeiten			
	Fegen	1,52	4,46
	Saugen	4,24	6,38
nichtstaubende Tätigkeiten			
	Nebentätigkeiten	0,84	0,71

Korrelationskoeffizient r 0,676
 Standardfehler des Fits 1,38 mg/m³

Abb. 34 Ergebnis einer LSQ-Anpassung an die LANGZEIT-Messwerte unter Annahme einer linearen Beziehung zwischen den Tätigkeitsanteilen und der Holzstaubkonzentration

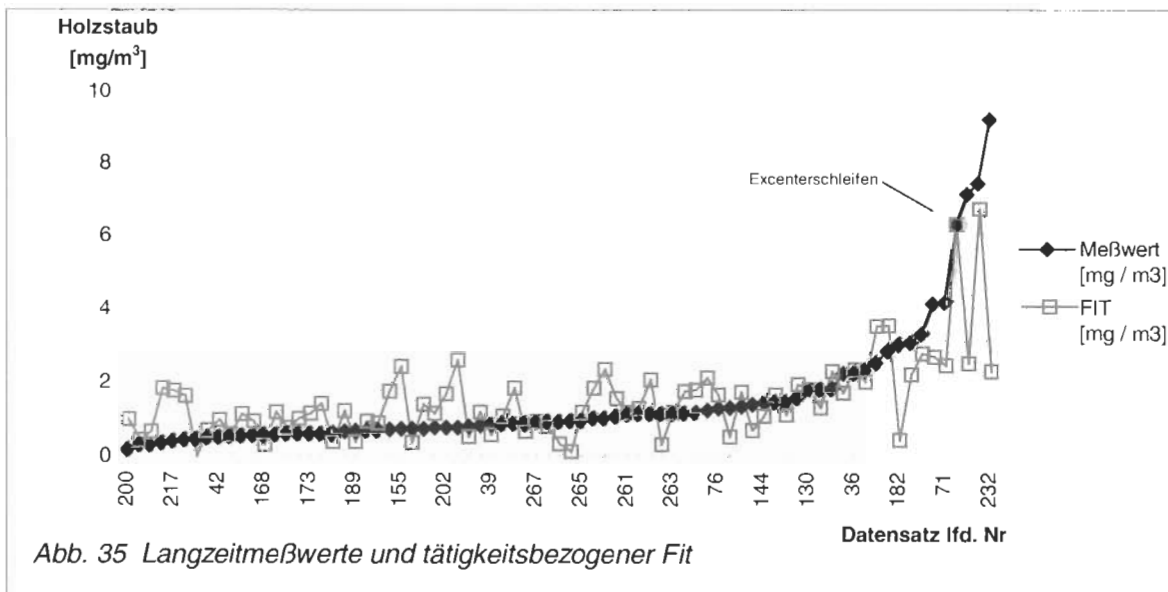


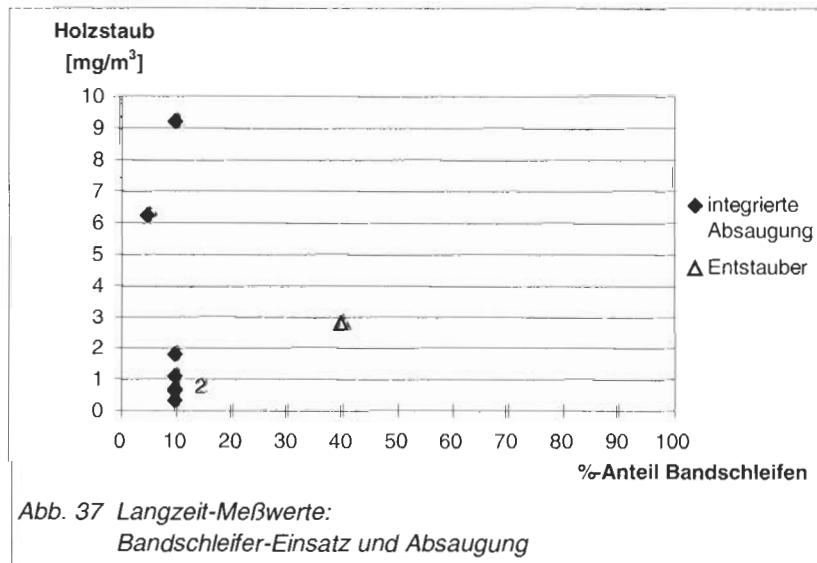
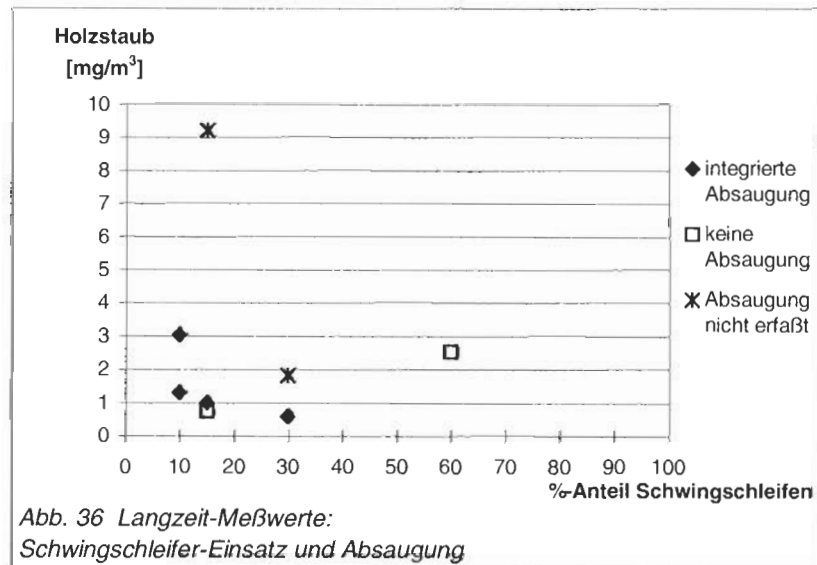
Abb. 35 Langzeitmeßwerte und tätigkeitsbezogener Fit

Um das Ergebnis der Ausgleichsrechnung grafisch darzustellen, wurde die jedem Datensatz entsprechende "theoretische" Holzstaubkonzentration mit Hilfe der anteilspezifischen Staubraten errechnet. In Abb. 35 ist das Ergebnis den Meßwerten gegenübergestellt (die Meßwerte wurden nach der Größe sortiert aufgetragen). Das Ergebnis der Ausgleichsrechnung streut mit einer relativ großen Bandbreite

um die Kurve der Originalmeßwerte, wobei insbesondere die hohen Meßwerte nicht durch das Ergebnis der Ausgleichsrechnung dargestellt werden können. Dies kann ein Hinweis auf besonders extreme Randbedingungen sein, die durch die Verhältnisse im durchschnittlichen Technikunterricht nicht beschrieben werden können. Dabei ist zu bedenken, daß neben den sehr unterschiedlichen Arbeitsaufgaben ein wesentlicher Faktor, der persönliche Arbeitsstil, nicht registriert wurde.

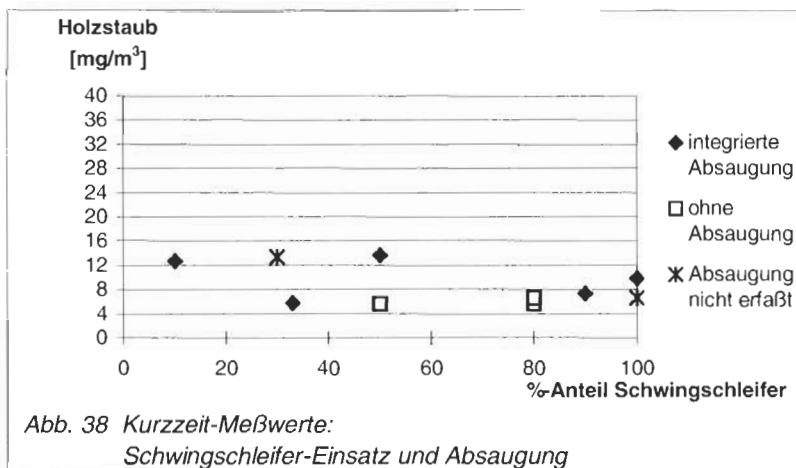
Der Versuch, aus dem vorliegendem Datenmaterial typische tätigkeitspezifische Holzstaubraten mit Hilfe der Ausgleichsrechnung zu ermitteln, führt also zu keinen aussagekräftigen Ergebnissen.

19. Wirkung der Absaugung

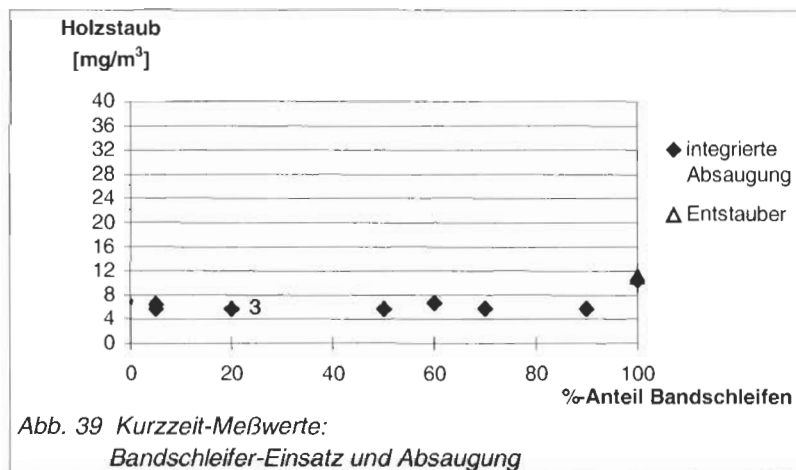


Ein Teil der Datensätze zur maschinellen Holzbearbeitung enthält Hinweise auf die Art der Absaugung bzw. ob eine Absaugung verwendet wurde. Diese Datensätze sind in den Abbildungen 36 bis 39 dargestellt. Zahlen neben den Diagrammpunkten stehen für mehrfach zu zählende Werte. Die Langzeitmessungen (Abb. 36 u. 37) geben hinsichtlich der Wirksamkeit der Absaugung praktisch keine Auskunft, da der Anteil der Maschinenbenutzung hier relativ gering ist und die Effekte der übrigen Tätigkeiten stark überdeckend wirken.

Am aussagekräftigsten sind die Kurzzeitmessungen bei 100% Einzeltätigkeit:



Unter den Kurzzeitmeßdaten gibt es für die Arbeit mit dem *Schwingschleifer* zwei Meßwerte für 100 % Schwingschleifereinsatz, davon einer bei integrierter Absaugung (9,89 mg/m³) und ein anderer ohne Hinweis, ob eine Absaugung vorhanden war oder nicht (6,6 mg/m³). Der Meßwert mit der integrierten Absaugung liegt über dem Kurzzeitgrenzwert.



Für den *Bandschleifer* existieren zwei Datensätze mit 100 % Tätigkeit am Bandschleifer. Ein Datensatz bezieht sich auf eine integrierte Absaugung, der andere auf den Einsatz eines Entstaubers. In beiden Fällen kommt es zu deutlichen Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes: 10,48 mg/m³ bei der integrierten Absaugung, 11,05 mg/m³ bei Einsatz des Entstaubers.

Für die Arbeit mit der *Lochsäge* liegen 3 Kurzzeitmessungen bei 100 % Einsatz vor, alle mit Absaugung und alle mit Meßergebnis unter der Bestimmungsgrenze.

Es handelt sich bei diesen Daten jedoch um Einzelergebnisse, die nicht verallgemeinert werden können. Für die Beurteilung der Wirksamkeit von Absaugungen an Holzbearbeitungsmaschinen sollte auf die Ergebnisse des BIA oder einer anderen anerkannten Prüfstelle zurückgegriffen werden. Dort besteht die Möglichkeit, Messungen unter reproduzierbaren Laborbedingungen durchzuführen [Literaturhinweis: "Die BG" 1/98, 36-44].

20. Zusammenfassung

Untersucht wurde die Exposition von Schülern gegenüber Holzstaub im Technikunterricht an allgemeinbildenden öffentlichen Schulen. Das vorgelegte Datenmaterial bildet zwei wesentliche Gruppen:

Langzeitmessungen – Ermittlung der durchschnittlichen Belastung, gemittelt über die gesamte Unterrichtseinheit (in der Regel 1,5 Stunden)

Kurzzeitmessungen – Ermittlung von Spitzenbelastungen (15 min-Mittelwerte)

20.1 Meßergebnisse

Zieht man zur Beurteilung der **Langzeitmeßwerte** das Grenzwertkonzept der TRGS 900 heran, so zeigt sich, daß in allen Fällen der 8h-Schichtmittelwert von 2 mg/m^3 eingehalten ist.

- Bei dieser Bewertung der Langzeitmessungen ist jedoch zu bedenken, daß für Schüler keine speziellen Grenzwerte vorliegen. Der vorhandene Grenzwert für Holzstaub gemäß TRGS 900 ist ein Schichtmittelwert und wurde für berufstätige Beschäftigte mit in der Regel täglich achtstündiger Exposition, bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit von 40 Stunden aufgestellt.
- Bei verkürzter Exposition ist es zwar möglich (wie im Bericht auch geschehen), aus dem auf eine 8h-Schicht bezogenen Grenzwert eine höhere zulässige Konzentration für den verkürzten Zeitraum zu errechnen – in jedem Fall sind jedoch die Kurzzeitbedingungen einzuhalten.
- Zu berücksichtigen ist, daß die Schüler nicht täglich Technikunterricht erhalten. In dieser Untersuchung wurden maximal 90 h/Jahr Technikunterricht ermittelt, gegenüber einer durchschnittlichen Arbeitszeit von 1570 h/Jahr für eine vollbeschäftigte Person.
- Ebenfalls ist zu berücksichtigen, daß die Grenzwerte in der TRGS 900 nicht für Kinder, sondern für Erwachsene formuliert wurden.
- Andererseits werden in § 3 Absatz 4 Gefahrstoffverordnung Schüler Arbeitnehmern gleichgestellt.

Die Spitzenkonzentrationen (**Kurzzeitmessungen**) zeigen in erheblicher Zahl deutliche Überschreitungen der Grenzwerte für Arbeitsplätze (8 mg/m^3).

- Bei Kurzzeitmeßwerten ist jedoch insofern Vorsicht geboten, als das Probenahmesystem sich in der Mehrzahl der Messungen direkt am Körper des Schülers befindet und somit nicht ausgeschlossen ist, daß sich bei der Arbeit auch einmal ein gröberer Span auf dem Filter niederschlagen und so zu einer Verfälschung des Meßergebnisses führen kann.
- Zur Ermittlung von worst-case Situationen wurden für diese Messungen besonders staubintensive Tätigkeiten ausgewählt.
- Die angewendeten Kurzzeitgrenzwerte wurden zwar ebenfalls nicht für Kinder und Jugendliche aufgestellt, eine Orientierung an diesen Werten ist jedoch weniger problematisch, da sie für einen Erhebungszeitraum von 15 Minuten definiert sind, der bei den vorliegenden Messungen eingehalten wurde.

Für eine abschließende Beurteilung der ermittelten Expositionen ist deshalb eine ergänzende medizinische Stellungnahme über die zulässige Exposition von Kindern und Jugendlichen gegenüber Holzstaub notwendig.

20.2 Holzmaterialien

Die Untersuchung zeigt, daß auch noch heute – wenn auch in geringem Umfang – Buchen- und Eichenholz im Unterricht Verwendung finden und zum Teil auch feinspanend und damit staubend bearbeitet werden.

Buchen- und Eichenholz sind gemäß TRGS 905 in die Kategorie 1 krebserzeugender Stoffe eingestuft. Die besonderen Anforderungen der §§ 36-38 Gefahrstoffverordnung gelten jedoch nur dann, wenn bezogen auf den gesamten jährlichen Holzeinsatz in erheblichem Umfang Buchen- und Eichenholz be- oder verarbeitet wird ("Erheblich" im Sinne der TRGS 553 ist ein Anteil von mehr als 10 % bezogen auf die jährliche Fertigungsmenge).

Holzstaub ist in der Regel nicht akut toxisch, andererseits ist jedoch die Gefahr einer Sensibilisierung insbesondere bei bestimmten tropischen Hölzern gegeben. Ist diese erst einmal erfolgt, kann es auch schon bei geringen Konzentrationen zu heftigen Reaktionen kommen.

Empfehlung:

- Soweit *Buchen- und Eichenholz* im Technikunterricht Verwendung finden, sollte es grundsätzlich nicht feinspanend bearbeitet werden. Formstücke, z.B. Dübel oder Fertigteile, die keiner feinspannenden Bearbeitung bedürfen, sind unproblematisch.
- Es sollten keine Spanplatten und kein Sperrholz unbekannter Herkunft verwendet werden. Nur Sperrhölzer und Spanplatten ohne Buchen- und Eichenholzanteil sollten eingesetzt werden.
- Die Bearbeitung von Hölzern, die gemäß TRGS 907 "*Verzeichnis sensibilisierender Stoffe*" nachweislich *sensibilisierend* sind, ist zu vermeiden. (vgl. Anhang D, sowie Anhang 6 TRGS 553).

20.3 Tätigkeiten

Die Messungen zeigen, daß Schleifarbeiten aller Art stark stauberzeugend sind. Besonderes Augenmerk ist auf das leicht zu unterschätzende *manuelle Schleifen* und das *Feilen* zu legen, da hier unerwartet hohe und häufige Überschreitungen der Kurzzeitgrenzwerte gefunden wurden.

Empfehlung:

Die Holzbearbeitung darf nicht zur Übung in Ausdauer eingesetzt werden, indem grobe Formstücke durch langwieriges Schleifen in ihre endgültige Form gebracht werden. Auch in der Schule sollte der Werkzeugeinsatz nach dem professionellen Prinzip:

grobe Arbeit – grobes Werkzeug

feine Arbeit – feines Werkzeug

optimiert werden.

20.4 Arbeitsstil

Der Arbeitsstil der einzelnen Schüler wurde durch diese Untersuchung nicht erfaßt. Gerade dieser individuelle Parameter kann jedoch – insbesondere bei den Kurzzeitwerten – zu erheblichen Unterschieden in der Holzstaubbelastung führen (Werkstück in Gesichtsnähe bearbeiten, Schleifen auf den Körper zu oder weg vom Körper, heftiges oder ruhiges Schleifen, Schleifstaub beiseiteblasen,...).

Empfehlung:

Ein guter Arbeitsstil muß erst einmal erworben werden. Der Lehrer sollte im Rahmen der Unterweisung die Schüler über den sachgerechten Umgang mit Holzbearbeitungsgeräten unterrichten sowie auf allgemeine hygienische Regeln eingehen, wobei auch eine Erläuterung zur besonderen Bedeutung der Reinigungsmaßnahmen nicht fehlen sollte. Interessant – sicher auch für die Schüler – ist, daß aus einem zunächst harmlosen, alltäglichen Stoff wie Holz durch seine Bearbeitung (Zerkleinerung) ein Gefahrstoff werden kann.

20.5 Reinigung

Die Reinigung der Werkräume durch die Schüler erfolgt häufig mit dem Besen. Insbesondere nach feinspanender Holzbearbeitung – auch geringeren Umfangs – kann es dabei zu Spitzenbelastungen durch Holzstaub kommen, die durch den Einsatz eines geeigneten Staubsaugers zu vermeiden wären.

Empfehlung:

Bei Reinigungsarbeiten im Anschluß an die Holzbearbeitung sollten die Schüler grundsätzlich einen geeigneten Staubsauger und keinen Besen verwenden. Darüber hinaus sollte der Werkraum mindestens alle 3 Tage vom Reinigungspersonal gereinigt werden.

ANHANG

In **Anhang A** sind für jede Tätigkeit in einem separaten Diagramm die mit ihr verbundenen *Kurzzeit*-Holzstaubmeßwerte dargestellt. Auf der Abszisse ist der auf den Zeitraum der Messung bezogene Anteil der betrachteten (Teil-)Tätigkeit aufgetragen. Repräsentiert ein Punkt mehrere Datensätze, ist dies durch eine Zahl beim Diagrammpunkt gekennzeichnet.

In **Anhang B** sind für jede Tätigkeit in einem separaten Diagramm die mit ihr verbundenen *Langzeit*-Holzstaubmeßwerte dargestellt. Auf der Abszisse ist der auf den Zeitraum der Messung bezogene Anteil der betrachteten (Teil-)Tätigkeit aufgetragen.

Anhang C enthält eine Liste der gemäß Abschnitt 4 ausgesonderten Datensätze. Kriterien für die Aussonderung waren:

- Hinweise auf Fremdbeeinflussung
- Nichteinhaltung der vorgeschriebenen Probenahmedauer bei Kurzzeitmessungen.

Anhang D enthält eine *Auflistung sensibilisierender Holzarten* gemäß TRGS 907 "Verzeichnis sensibilisierender Stoffe".

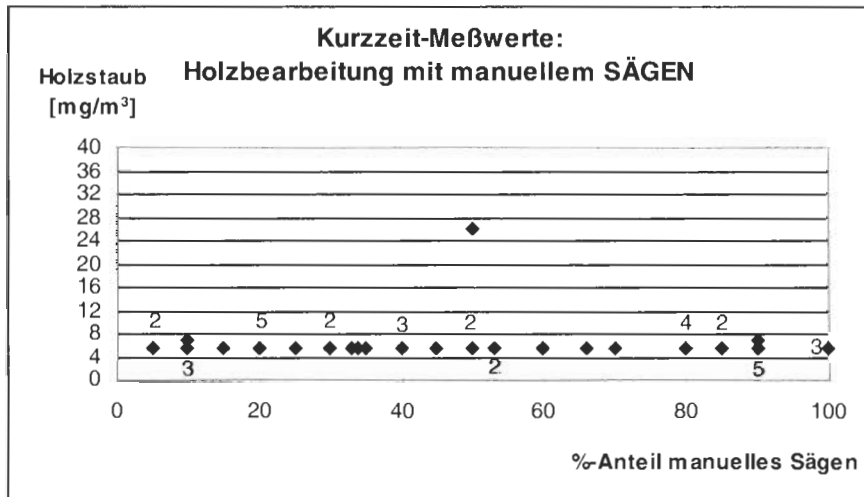


Abb. A-1.4

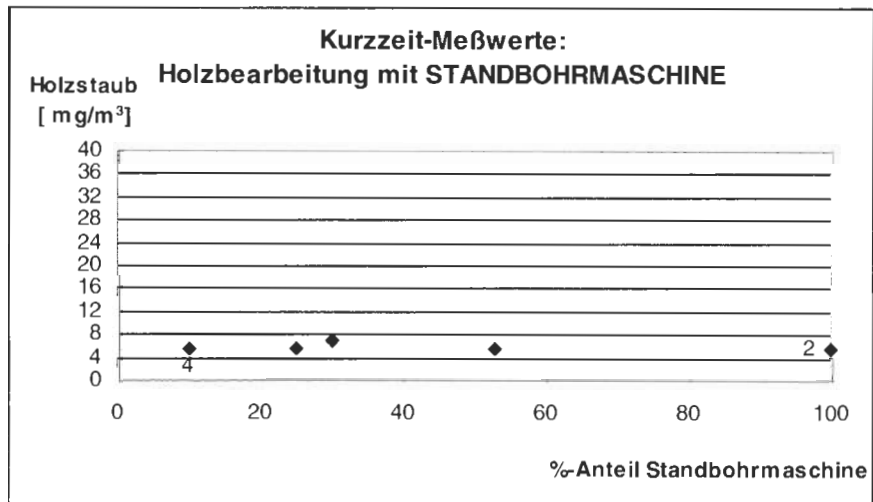


Abb. A-1.5

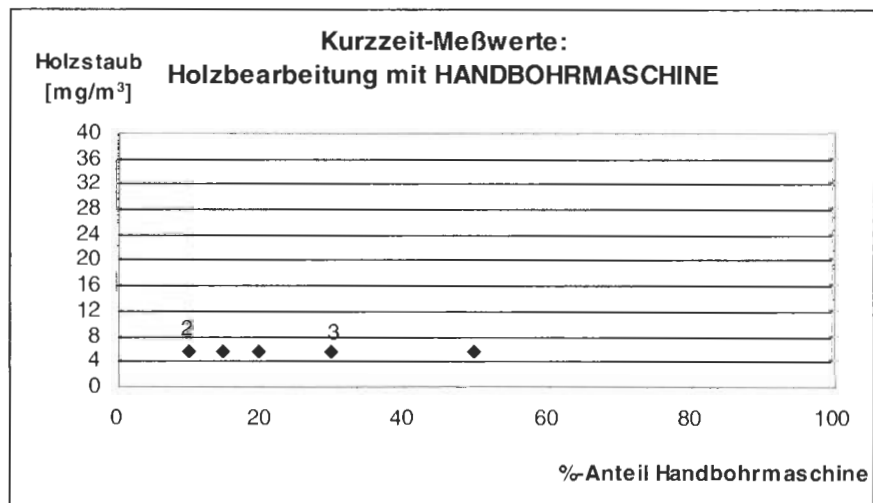


Abb. A-1.6

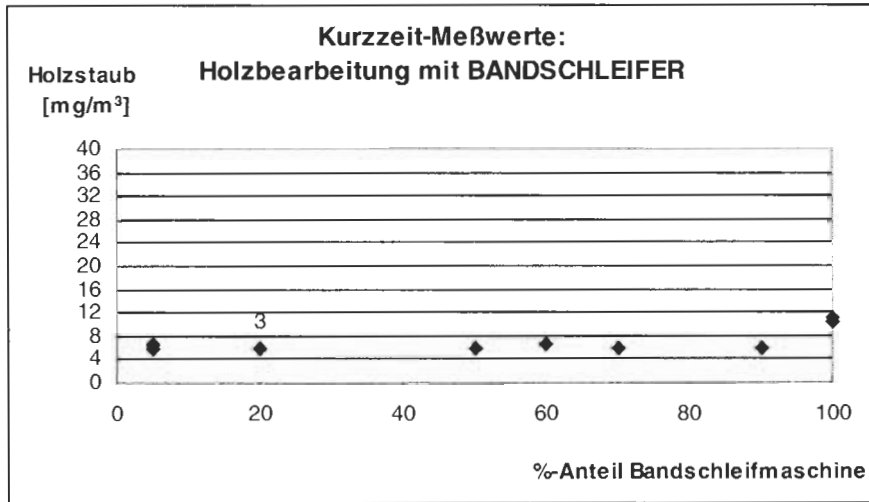


Abb. A-1.7

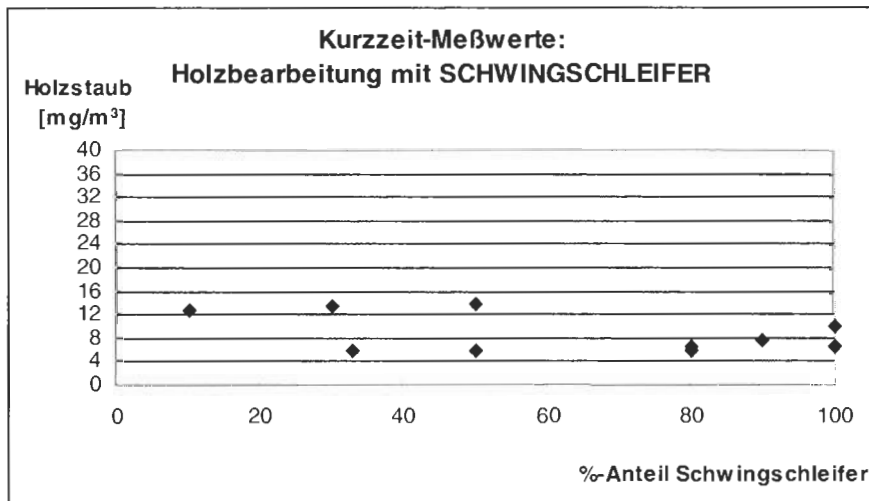


Abb. A-1.8

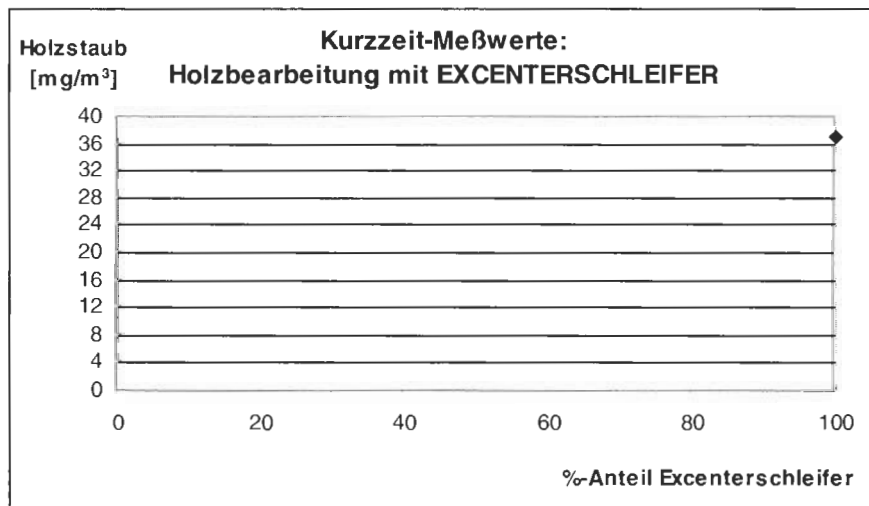


Abb. A-1.9

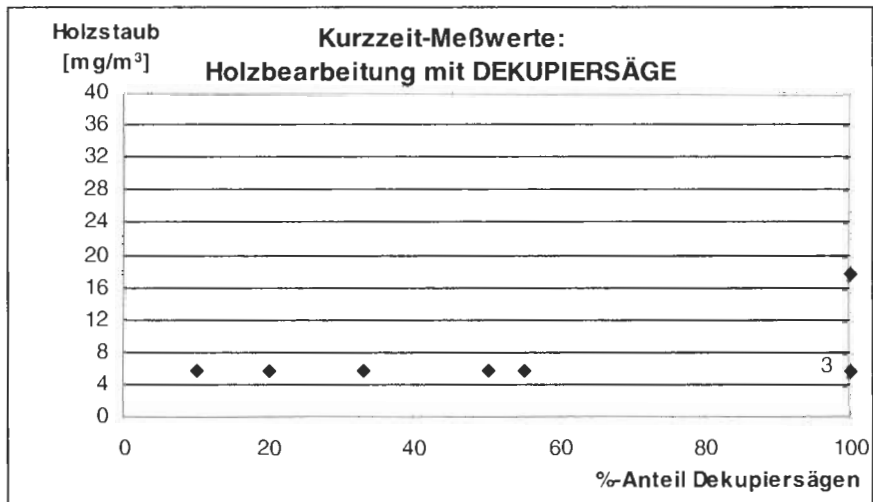


Abb. A-1.10

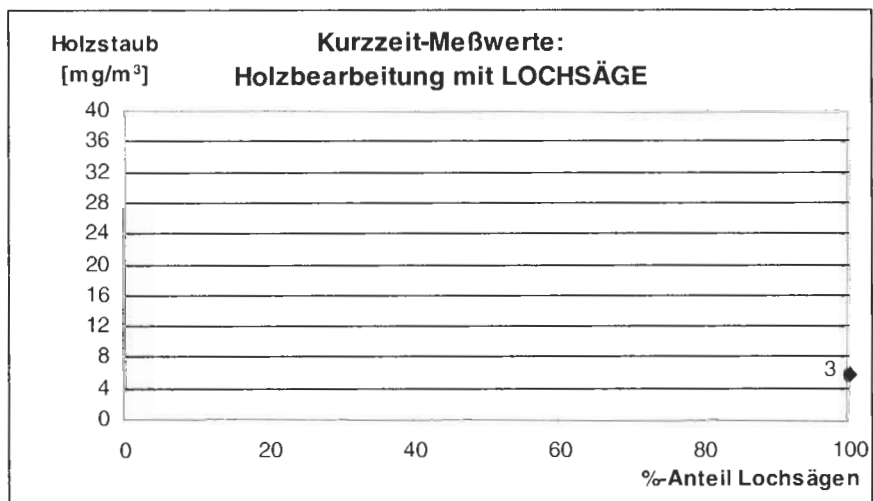


Abb. A-1.11

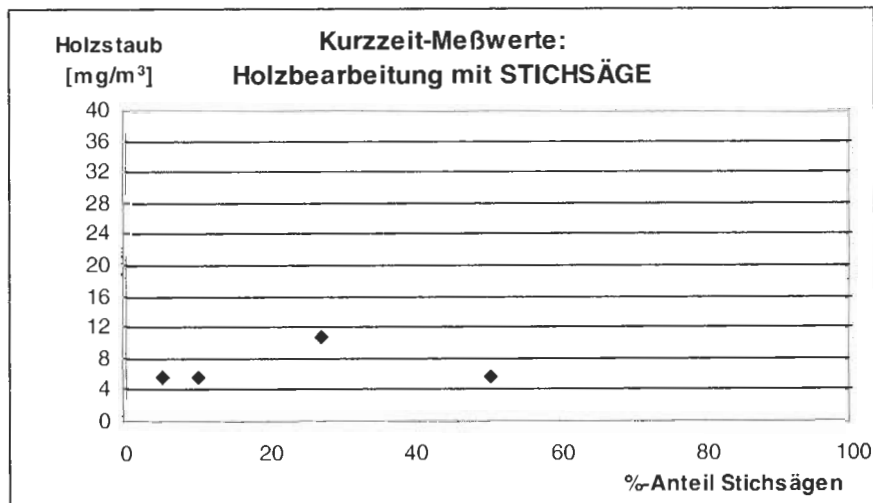


Abb. A-1.12

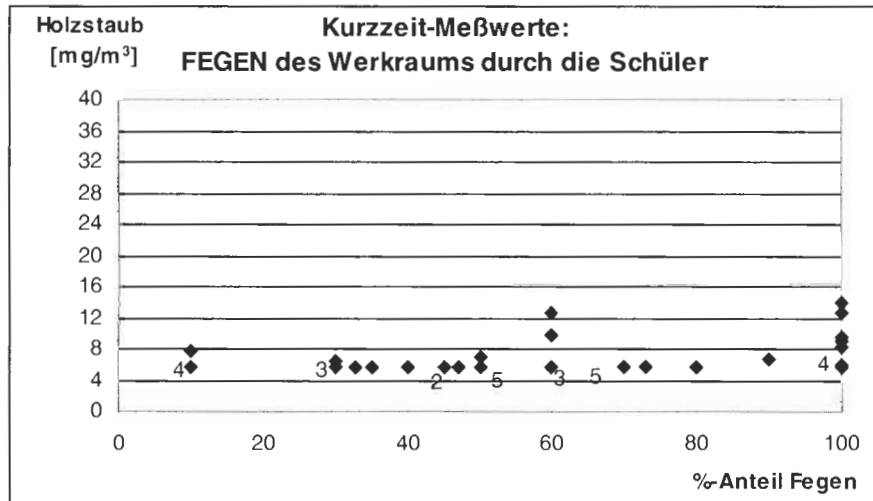


Abb. A-1.13

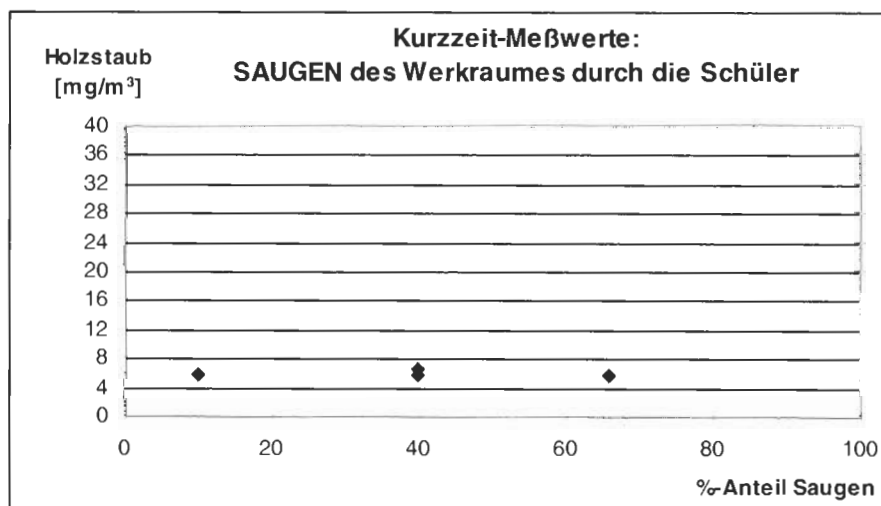


Abb. A-1.14

Hobeln: Es liegen keine Kurzzeitmeßwerte vor
Stechbeitel: Es gibt einen Meßwert (100%): < BSG (5,71mg/m³)

ANHANG B

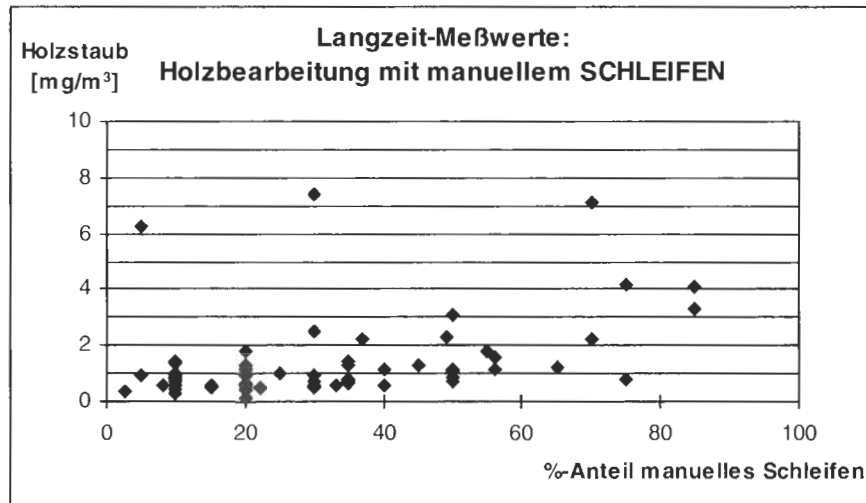


Abb. B-1.1

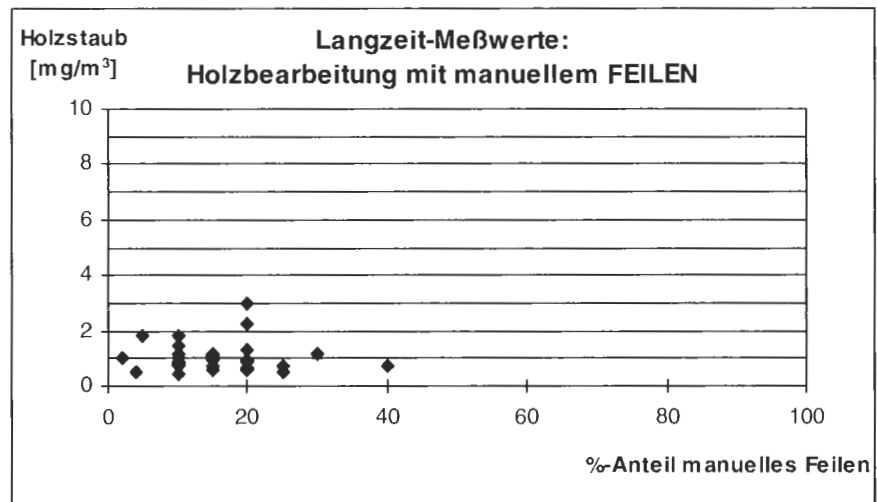


Abb. B-1.2

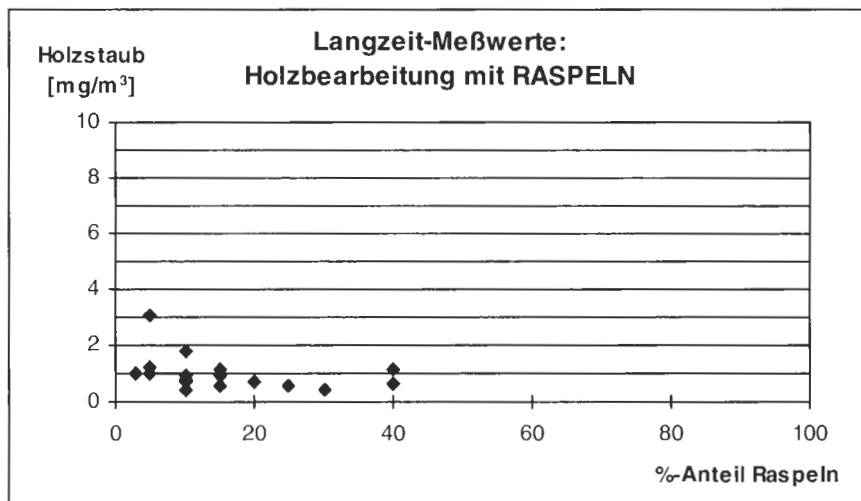


Abb. B-1.3

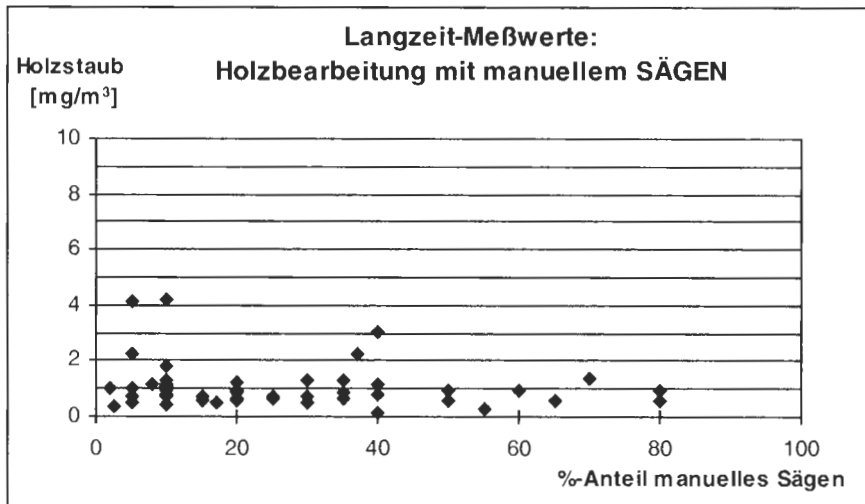


Abb. B-1.4

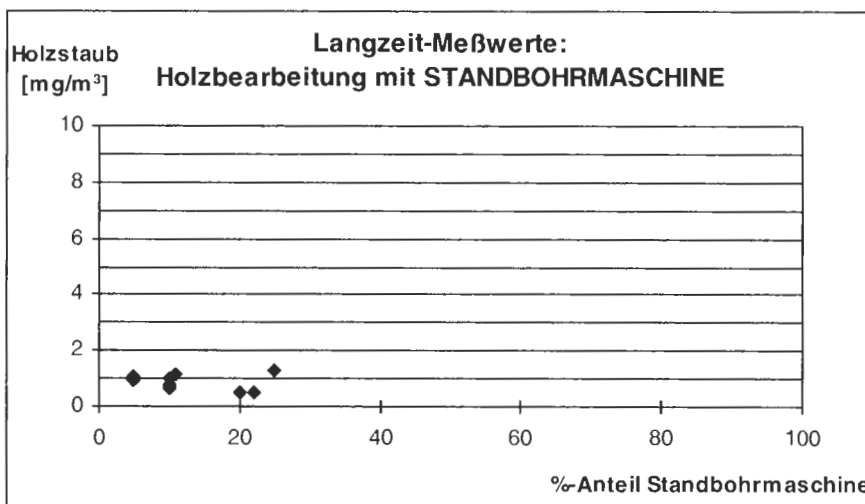


Abb. B-1.5

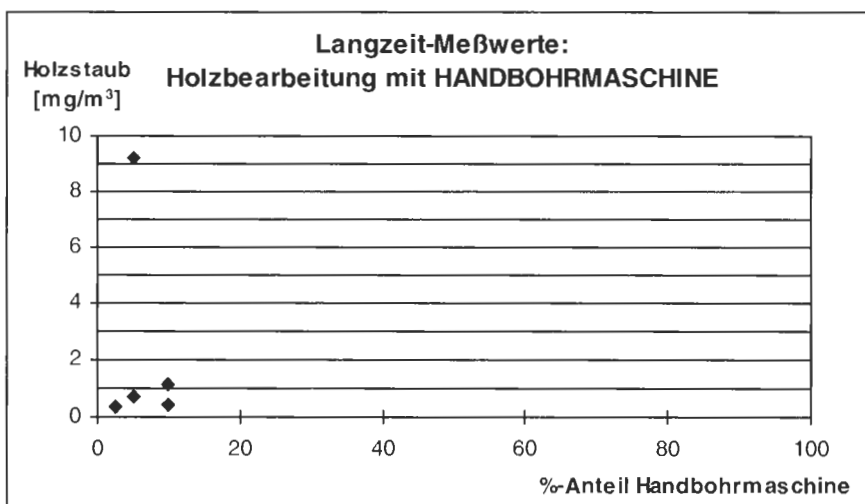


Abb. B-1.6

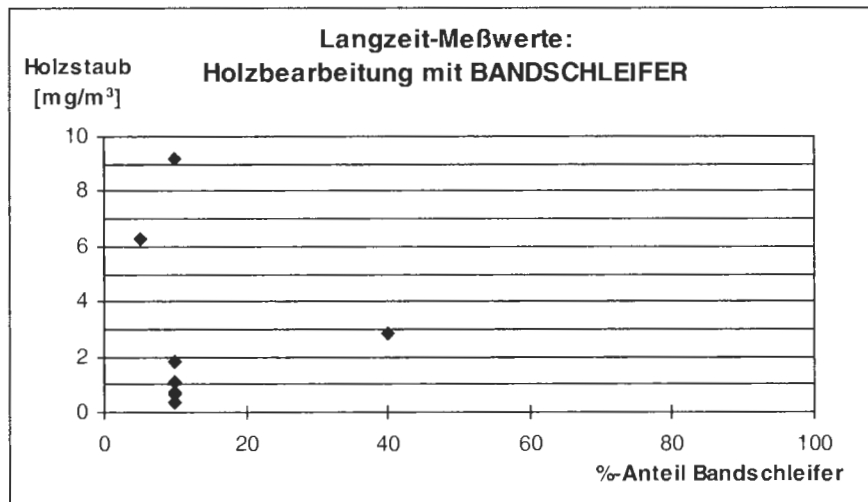


Abb. B-1.7

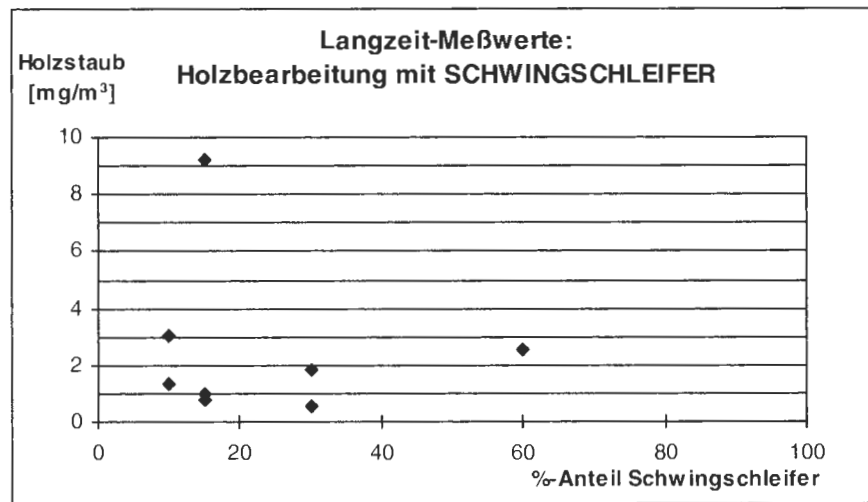


Abb. B-1.8

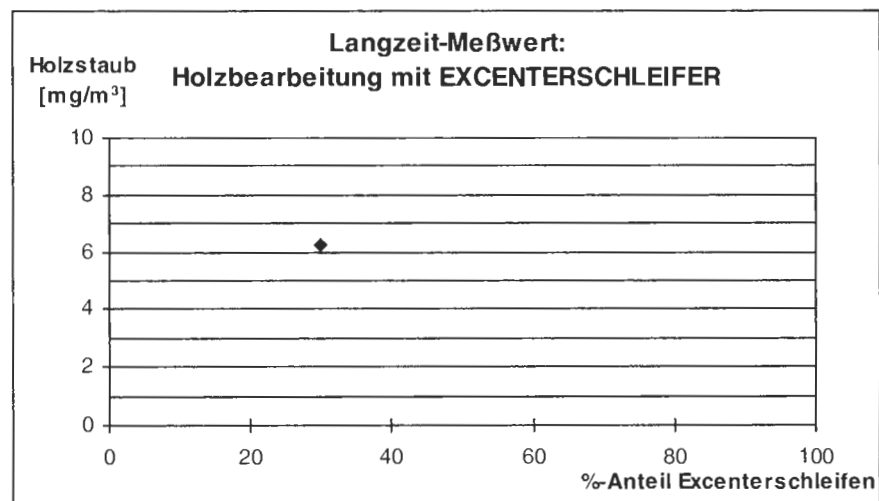


Abb. B-1.9

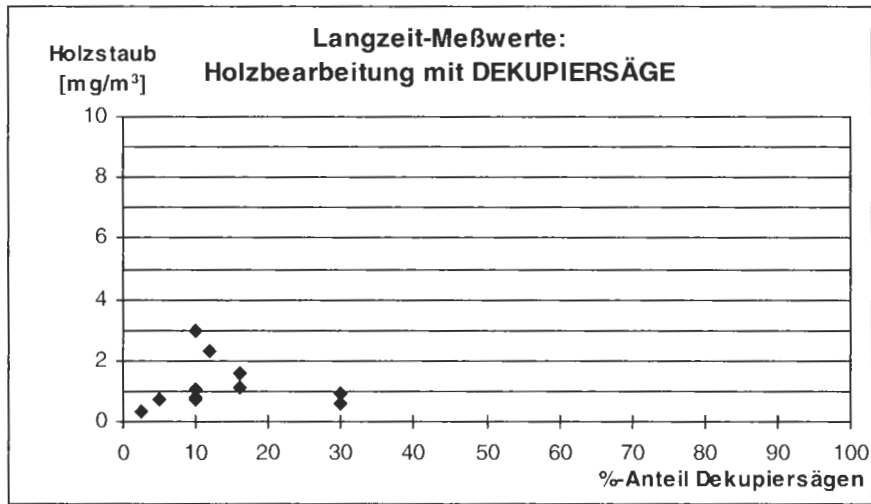


Abb. B-1.10

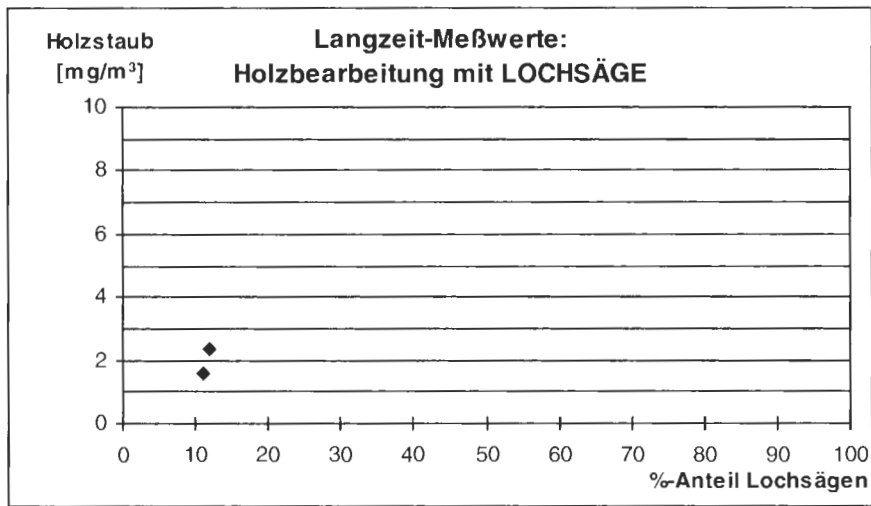


Abb. B-1.11

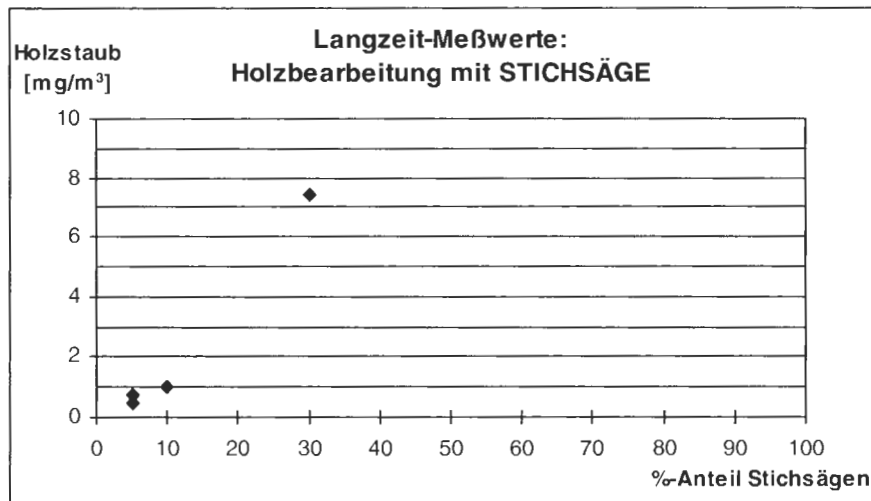


Abb. B-1.12

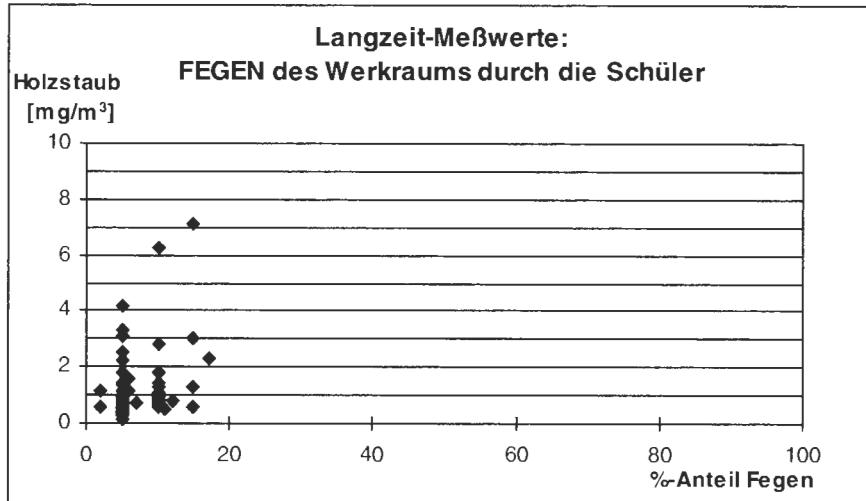


Abb. B-1.13

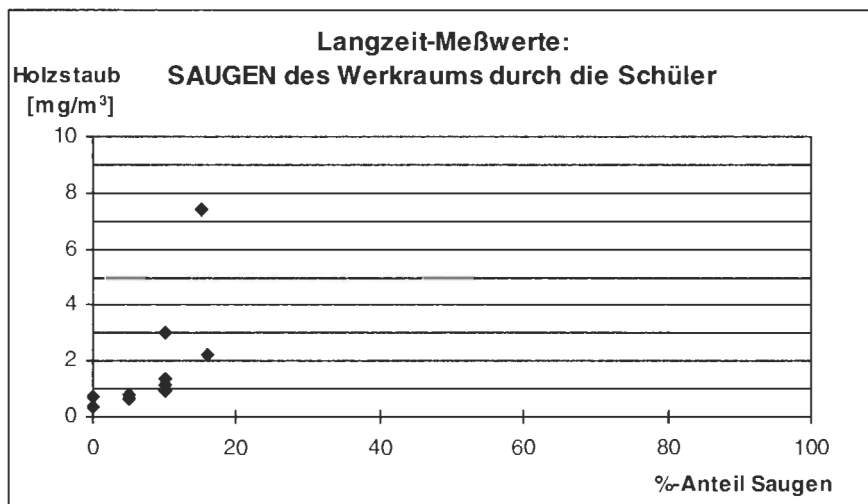


Abb. B-1.14

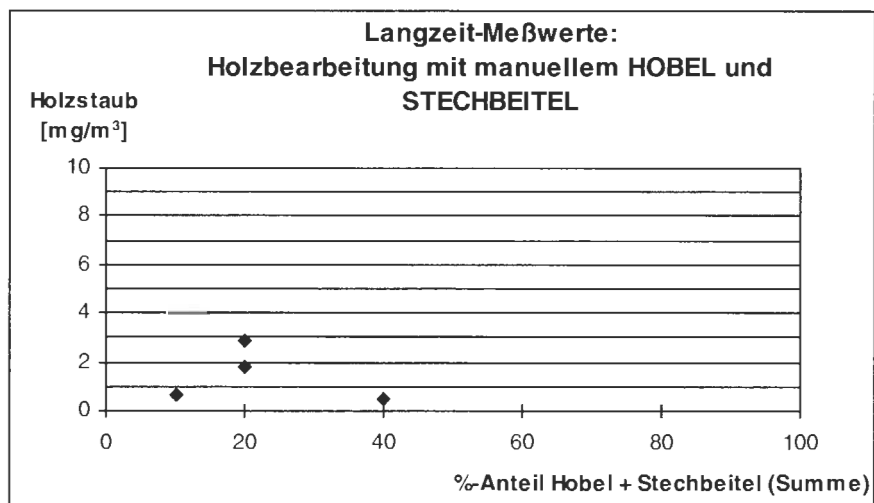


Abb. B-1.15

ANHANG C

Ausgesonderte Datensätze (vgl. Abschnitt 4.)

lfd.Nr	Zahl der Exponierten	Rauminhalt Werkraum [m³]	manuelle Tätigkeiten [%]							maschinelle Tätigkeiten [%]							Nebentätigkeiten [%]	Expositions- messung		Probe- nahme- system		Volumen- strom		Probenahmedauer [h]	Langzeitmeßwert [mg / m³]	Kurzzeitmeßwert [mg / m³]	Bemerkungen der Meßstellen und Hinweis auf ungeeignete Probenahmedauer bei Kurzzeitmessungen (Zeit!)			
			Schleifen	Feilen	Raspeln	Hobeln	Sägen	Stechbeitel	Fegen	Bohren	Schleifen	Sägen	stationär	personenge-tragen	VC - 25 G	PAS - GSP		m³ / h	l / min											
207	17	182	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	j	n	j	n	22,50	#	0,917	6,02	#	Manipulation nicht ausgeschlossen
209	17	182	80	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	j	n	n	j	#	3,5	0,75	2,62	#	Manipulation nicht ausgeschlossen
283	14	270						10			60	30							0	0	j	n	j	n	22,5	#	1,5	27,91	#	Kann nicht gewertet werden, da absichtlich hohe Holzstaubkonzentration herbeigeführt wurde.
64	8	139	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n	j	n	j	#	3,5	0,33	#	6,72	(Zeit!)
78	18	198	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n	j	n	j	#	3,5	0,13	#	10,74	(Zeit!)
83	15	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	n	j	n	j	#	3,5	0,33	#	472,2	(Zeit!)
208	17	182	0	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n	j	n	j	#	3,5	0,25	#	64,95	Manipulation nicht ausgeschlossen
210	17	182	80	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n	j	n	j	#	3,5	0,25	#	5,71	Manipulation nicht ausgeschlossen
218	6	276	20	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	5	0	65	0	0	n	j	n	j	#	3,5	1,383	#	1,03	Sägen: Hilfestellung an Kreissäge, Pers.-bez. Langzeitmessung
225	6	276	0	0	0	0	0	5	0	15	15	0	0	0	0	0	0	65	0	0	n	j	n	j	#	3,5	1,367	#	1,11	(Zeit!)
233	6	276	0	0	0	0	0	0	0	5	10	15	0	0	0	0	0	70	0	0	n	j	n	j	#	3,5	1,5	#	0,95	(Zeit!)
239	6	276	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	n	j	n	j	#	3,5	0,2	#	7,14	(Zeit!)
241	18	178	20	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	n	j	n	j	#	3,5	0,25	#	334,88	Verdacht auf Manipulation
250	17	178	20	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	n	j	n	j	#	3,5	1,05	#	1,59	Personenbezogene Langzeitmessung
284	14	270	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	j	n	n	j	#	3,5	0,25	#	28,19	Kann nicht gewertet werden, da absichtlich hohe Holzstaubkonzentration herbeigeführt wurde

ANHANG D

Sensibilisierende Holzarten

(Auszug aus der TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe“)

Die TRGS 907 enthält ein Verzeichnis der Stoffe, bei denen davon auszugehen ist, daß sie nach gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen als sensibilisierend nach Anhang I der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) einzuordnen sind, die jedoch bisher noch nicht mit den entsprechenden R-Sätzen eingestuft sind.

3.1 Stoffe, bei denen nach gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnis von einer *atemwegssensibilisierenden Wirkung* auszugehen ist und die in der Bekanntmachung nach § 4a der GefStoffV noch nicht mit R42 bzw. R42/43 eingestuft sind.

Auszug:

Stoff	MAK-Kommission	Synonyme/Einzelsubstanzen/Untergruppen/-arten
Holzstäube	Sah	Holzarten: <i>Thuja plicata</i> , Riesenlebensbaum, Rotzeder <i>Triplochiton scleroxylon</i> , Abachi, Obeche <i>Terminalia superba</i> , Limba
	Sah	

Sah = Atemwegs- und hautsensibilisierender Stoff

3.2 Stoffe, bei denen nach gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnis von einer *sensibilisierenden Wirkung durch Hautkontakt* auszugehen ist und die in der Bekanntmachung nach § 4a GefStoffV noch nicht mit R43 bzw. R42/43 eingestuft sind.

Auszug:

Stoff	MAK-Kommission	Synonyme/Einzelsubstanzen/Untergruppen/-arten
Hölzer, Holzstaub	Sh	Holzarten: <i>Acacia melanoxylon</i> , tropische Akazie <i>Brya ebenus</i> , Cocusholz <i>Chlorophora excelsa</i> , Iroko, Kambala <i>Dalbergia latifolia</i> , ostindische Palisander <i>Dalbergia melanoxylon</i> , afrikanisches Grenadillholz <i>Dalbergia nigra</i> , Rio Palisander <i>Dalbergia retusa</i> , Cocobolo <i>Dalbergia stevensonii</i> , Honduras Palisander <i>Distemonanthus benthamianus</i> , Ayan, Movingui <i>Grevillea robusta</i> , australische Silbereiche <i>Khaya anthotheca</i> , afrikanisches Mahagoni <i>Macherium scleroxylon</i> , Santos Palisander <i>Mansonia altissima</i> , Bété <i>Paratecoma peroba</i> , Peroba do campo, Peroba jaune <i>Tectona grandis</i> , Teak <i>Thuja plicata</i> , Riesenlebensbaum, Rotzeder <i>Triplochiton scleroxylon</i> , Abachi, Obeche
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sh	
	Sah	
	Sah	

Sh = Hautsensibilisierender Stoff
Sah = Atemwegs- und hautsensibilisierender Stoff