

## **Vibrationsbelastung des Hand-Arm-Systems durch handgeführte Maschinen in der Holzbearbeitung**

### **Exposure of hand-arm-vibrations by hand-guided woodworking machines**

Dr. **J. Wiegand**, BGAG, Dresden; Dipl. Ing. **U. Kaulbars**, BGIA, Sankt Augustin; Dr. **W. Kraus**, Dipl. Chem. **M. Seumel**, Dipl. Chem. **J. Mädler**, Holz-BG, München

#### **Kurzfassung**

In der Holzbearbeitung wird eine Vielzahl von kleineren, meist gehaltenen Maschinen eingesetzt. Mithilfe der Herstellerangaben zur bewerteten Schwingbeschleunigung konnte bisher eine Gefährdungsbeurteilung nur eingeschränkt durchgeführt werden. Diese beziehen sich oft nur auf die Richtung der stärksten Schwingbeschleunigung. Die Lärm-Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [2] legt jedoch den Schwingungsgesamtwert aller drei Raumrichtungen entsprechend DIN EN ISO 5349 [3] zugrunde. Um eine detailliertere Gefährdungsbeurteilung in den Betrieben zu ermöglichen, wurden in Kooperation zwischen der Holz-Berufsgenossenschaft (Holz-BG), dem BGIA - Institut für Arbeitsschutz sowie dem BGAG - Institut Arbeit und Gesundheit, beides Einrichtungen der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Messungen an Arbeitsplätzen in den Mitgliedsbetrieben der Holz-BG sowie im Labor des BGAG an einer Vielzahl von Maschinen durchgeführt. Die Ergebnisse der Arbeitsplatzmessungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die Maschinen, die hierbei besonders hohe Schwingungswerte aufwiesen, wurden anschließend in Labormessungen systematisch bezüglich verschiedener Einflussfaktoren untersucht. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Abschnitt 4 dargestellt.

Die ermittelten Messwerte zeigen oftmals eine Übereinstimmung mit den Herstellerangaben. Bei einzelnen Maschinen und bei verschiedenen Einsatzbedingungen konnten jedoch auch Abweichungen beobachtet werden, die nun detailliertere Gefährdungsermittlungen in der Holzbearbeitung erlauben.

## Summary

In the woodworking industry, various hand-guided machines are being used. According to 2002/44/EG (protecting workers from the risks arising from vibrations) [1] a work protection regulation for noise and vibration was published in Germany on the 6<sup>th</sup> of March 2007. Concerning the hand-arm-vibrations the risks can be assessed by measuring the frequency-weighted acceleration value, determined on the three orthogonal axes of the room. The risks can also be assessed by using the manufacturer's information about vibration.

Measurements at workplaces are very complex and often disturb the working process. That is why the manufacturer's information about vibration are of special interest. However, these data are often measured according to standards, which describe the emission of vibrations from the machine in only one, normally the strongest direction. Especially the risks belonging to neurological disturbances and vascular diseases can be estimated only in a limited way by this kind of procedure.

For the enterprises in the woodworking industry, a detailed assessment of risks is not possible. The aim of the present investigation is to offer a way of how risk assessment can be done systematically at workplaces and in the laboratory.

According DIN EN ISO 5349 [3], the daily exposure to hand-arm vibrations can be calculated by formula (1), where the knowledge of the exposure time and the vibration value is necessary.

In a preliminary talk between the Institution for statutory accident insurance and prevention in the woodworking industry (Holz-BG), the BGIA - Institute for Occupational Safety and Health and the BGAG - Institute Work and Health, both institutions of the German Social Accident Insurance, machines were selected, which are known to have an obvious vibrational effect on the worker.

Subsequently, these machines were being investigated in various research trials in member enterprises of the Holz-BG. It was tried to measure pneumatic and electrical machines from each type of machine in a comparable capability. Table 1 shows the most important results of these investigations.

In the next step, further investigations in the laboratory were planned for these machines, which show the highest values of vibration. These machines are:

- Random orbital sander
- Hand-hold router
- Reciprocating saw (jigsaw)
- Reciprocating saw (sword saw)

- Orbital sander
- and additionally an electrical planer

In chapter 4, the results of the laboratory measurements are illustrated. These measurements took into consideration the influence

- of the person who used the machine
- of new and used machines
- of the tools which were used
- of the settings of the machine, like the rpm
- of the hardness of the wood

The results show, in the majority of cases, a good accordance of the vibration values that are found in the manufacturer's information, independent from the person who used the machine.

However, in some cases, especially in the cases of jigsaw and the orbital sander, the exposure to vibration depends very strongly on the conditions of use or shows a clear difference between the measured results and the manufacturer's information.

The present investigation makes possible a detailed risk assessment for new and used hand-guided machines in the woodworking industry.

## **1. Einleitung**

Die EG-Richtlinie 2002/44/EG zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Vibrationen [1] ist durch die Veröffentlichung einer entsprechenden Verordnung im Bundesgesetzblatt am 6. März 2007 in der Bundesrepublik Deutschland [2] umgesetzt worden. Eine Gefährdungsbeurteilung für Hand-Arm-Vibrationen kann demnach durch Messung der frequenzbewerteten Beschleunigung oder durch eine Schätzung anhand von Herstellerangaben durchgeführt werden [4].

Da Arbeitsplatzmessungen sehr aufwändig sind und meist die Arbeitsabläufe stören, kommt den Herstellerangaben eine besondere Bedeutung zu. Eine Vielzahl von Herstellerangaben bezieht sich jedoch noch auf Emissionsnormen, die die Schwingbeschleunigung nur einer, der stärksten Richtung wiedergeben und die Vektorsumme der frequenzbewerteten Beschleunigung unberücksichtigt lassen. Insbesondere eine Gefährdung hinsichtlich neurologischer Störungen sowie Gefäßschädigungen in der Hand durch Vibrationen kann daher aufgrund der Herstellerangaben nur eingeschränkt beurteilt werden [3].

Für die Unternehmen in der Holzbearbeitung ist damit eine detaillierte Gefährdungsbeurteilung derzeit nur bedingt möglich. Die Untersuchung soll als Querschnittsstudie einen

Überblick über die Gefährdungsschwerpunkte aufzeigen und Grundlagen für die Gefährdungsbeurteilung und Präventionsarbeit liefern.

Mit den vorliegenden Ergebnissen kann unter Berücksichtigung der jeweiligen Expositionsdauer die Tages-Schwingungsbelastung der Mitarbeiter bestimmt werden.

Die Tages-Schwingungsbelastung ergibt sich nach DIN EN ISO 5349 [3]:

$$A_{(8)} = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 \cdot T_i} \quad (1)$$

mit:

$A_{(8)}$  Tages-Schwingungsbelastung in  $m/s^2$

$a_{hvi}$  Schwingungsgesamtwert der i-ten Teiltätigkeit

n Anzahl der einzelnen Schwingungseinwirkungen

$T_i$  Dauer der i-ten Tätigkeit

$T_0$  Bezugsdauer von 8 h

## 2. Durchführung der Messungen

In Vorgesprächen mit der Holz-Berufsgenossenschaft wurden handgeführte Maschinen festgelegt, die eine weite Verbreitung haben und von denen erfahrungsgemäß eine deutliche Vibrationsbelastung ausgeht. Bei den anschließenden Arbeitsplatzmessungen in Mitgliedsbetrieben der Holz-BG wurde nach Möglichkeit, jeweils ein elektrisch sowie ein pneumatisch betriebener Maschinentyp vergleichbarer Leistungsfähigkeit untersucht.

Die Maschinen, deren Ergebnisse eine besonders hohe Vibrationsbelastung ausweisen, wurden anschließend im Labor eingehender auf die Einflussparameter Einsatzbedingungen, Arbeitsvorgänge und Werkzeuge hin untersucht.

### 3. Ergebnisse der Arbeitsplatzmessungen

Zu Beginn der Untersuchung wurden handgeführte Maschinen für Arbeitsplatzmessungen (siehe Bild 1) festgelegt, deren Ergebnisse Tabelle 1 wiedergibt:



Bild 1: Vibrationsmessung beim Schleifen einer Pkw-Dekorleiste mit einem pneumatischen Excenterschleifer in einem Mitgliedsbetrieb der Holz-BG

Arbeitsgerät	Antriebsart	Leistung (W)/ Arbeitsdruck (bar)	Drehzahl/ Hubzahl (min <sup>-1</sup> )	Arbeitsgang/ Material
Excenterschleifer	pneumatisch	6,2 bar <sup>3.)</sup>	12000	PKW- Decorleiste schleifen, Multiplex- Leimholz m. Lack
		6,0- 8,0 bar <sup>4.)</sup>		
Excenterschleifer	elektrisch	340 W <sup>1.)</sup>	12000- 24000	Schleifen einer Holzplatte, Eichenholz
		300 W <sup>2.)</sup>		
Excenterschleifer	pneumatisch	6,3 bar <sup>3.)</sup>	10000	Pressspanplatte schleifen, Ahorn- Echtholz furnier
		7,1- 7,5 bar <sup>4.)</sup>		
Exzeterschleifer	elektrisch	310 W <sup>1.)</sup>	6000- 10500	lackierte Holzplatte schleifen, Kunstharzlack
Exzeterschleifer	pneumatisch	6,2 bar <sup>3.)</sup>	12000	lackierte Holzplatte schleifen, Kunstharzlack
		8,0 bar <sup>4.)</sup>		
Oberfräse	elektrisch	1010 W <sup>1.)</sup>	10000- 24000	Profilfräsen einer Holzplatte, Kiefernholz
Oberfräse	elektrisch	1850 W <sup>1.)</sup>	8000- 20000	Nuten fräsen Pressspanplatte E1 bearbeiten
Drehschrauber	pneumatisch	3-6 bar <sup>3.)</sup>	1600	Montage von Möbelrahmen Flachkopfschr. Ø 7X 70 mm
		6,1 bar <sup>4.)</sup>		
Akku- Bohrschrauber	elektrisch	12 V, 2 Ah	0- 1200	Montage von Unterschränken Flachkopfschr. Ø 7X 50 mm
Schwingschleifer	elektrisch	220 W <sup>1.)</sup>	6000- 13000	Holzplatte schleifen Buchenholz
		210 W <sup>2.)</sup>		
Schwingschleifer	pneumatisch	5,9 bar <sup>3.)</sup>	20000	Holzbearbeitung, Hartfaserleimholz
		6,0 bar <sup>4.)</sup>		
Handbohrmaschine	pneumatisch	6,0 bar <sup>3.)</sup>	22000	Bohrungen herstellen, Multiplex- Schichtleimholz
		6,7 bar <sup>4.)</sup>		
Handfräsmaschine	pneumatisch	6,2 bar <sup>3.)</sup>	22000	Furnier abstechen, Kunststoffurnier (Profil Nr.15)
		7,5 bar <sup>4.)</sup>		
Handfräsmaschine	elektrisch	705 W <sup>1.)</sup>	10000	Nuten fräsen in verleimtes Fichtenholz
Handbürst- strukturmaschine	elektrisch	1400 W <sup>1.)</sup>	1850	Oberfläche strukturieren, Fichtenholz
Stichsäge	elektrisch	650 W <sup>1.)</sup>		Formsägen, Pressspanplatte E1 sägen
			500- 3100	
Hand-Kreissäge	elektrisch	1100 W <sup>1.)</sup>	5000	Holzplatte sägen, Buchenholz
		1210 W <sup>2.)</sup>		
Säbelsäge	elektrisch	1000 W <sup>1.)</sup>	0-2800	Holz sägen, Fichtenholz

Tabelle 1: Zusammenstellung aller Vibrationsmesswerte, die im Rahmen der Arbeitsplatzmessungen ermittelt wurden unter Angabe der Einsatzbedingungen und des Arbeitsganges

Einsatzwerkzeug	Messpunkt	gleitender Effektivwert der bewerteten Beschleunigung		Herstellerangabe ahw/ ahv (ms <sup>-2</sup> ) Korrektur nach [4]	
		Unterarmrichtung ahw (ms <sup>-2</sup> )	Vektorsumme ahv (ms <sup>-2</sup> )	mit	ohne
Schleifteller, Ø 150mm, P 360	Hauptgriff	3,46 ±0,29	5,22 ±0,39		k.A.
	Seitengriff	6,65 ±0,75	7,57 ±0,84		
Schleifteller, Ø 125 mm, P 100	Hauptgriff	4,11 ±4,2	4,53 ±0,32	6,0	4,0
	Seitengriff	1,35 ±0,09	3,53 ±0,32		
Schleifteller, Ø 150 mm, P 180	Hauptgriff	2,39 ±0,12	10,74 ±0,34	3,8	< 2,0
Schleifteller Titan 2, Ø 100 mm, P 320	Hauptgriff	2,17 ±0,10	4,94 ±0,30	9,0	6,0
	Seitengriff	0,74 ±0,06	3,61 ±0,22		
Schleifteller, Ø 77 mm, P 600	Hauptgriff	1,46 ±0,24	4,56 ±0,89	3,8	2,0
Profilfräser Ø 25 mm	Hauptgriff	1,93 ±0,25	3,47 ±0,26	6,0	4,0
	Seitengriff	1,52 ±0,59	3,24 ±0,60		
Hartmetallfräser Ø 22 mm	Hauptgriff links	2,83 ±1,05	4,37 ±0,86	8,4	5,6 *
	Hauptgriff rechts	6,49 ±2,32	10,01 ±1,46		
Einsteckwerkzeug (Bit)	Hauptgriff	1,54 ±0,08	2,83 ±0,19	3,8	< 2,5
	Seitengriff	2,42 ±0,18	3,75 ±0,18		
Einsteckwerkzeug (Bit)	Hauptgriff	1,06 ±0,16	1,66 ±0,21	3,8	< 2,5
Schleifpapier, P 100	Hauptgriff	7,51 ±0,77	13,28 ±1,62	3,8	< 2,5
Schleifpapier, P 600	Hauptgriff oben	3,02 ±0,61	4,15 ±1,12	3,8	1,7
	Hauptgriff unten	2,31 ±0,20	4,02 ±0,25		
HSS- Bohrer Ø 8 mm	Hauptgriff	2,35 ±0,48	3,5 ±1,04	3,8	1,0
Hartmetall-, Radiusfräser Ø 3mm	Hauptgriff	3,93 ±0,74	4,31 ±0,67	3,8	< 2,5
Hartmetall-, Scheibenfräser	Hauptgriff	1,8 ±0,20	2,37 ±0,32	-	k.A.
Strukturrolle	Hauptgriff rechts	0,74 ±0,12	2,66 ±0,13	3,8	< 2,5
	Hauptgriff links	0,91 ±0,03	2,77 ±0,15		
HSS Holzsägeblatt	Hauptgriff	2,86 ±0,89	4,05 ±0,82	3,8	< 2,5
	Seitengriff	6,73 ±1,98	10,08 ±1,55		
HM- Sägeblatt Ø 167X 2X 20 mm	Hauptgriff	0,85 ± 0,05	1,90 ±0,11	3,8	< 2,5
	Seitengriff	1,71 ±0,12	3,16 ±0,12		
Holzsägeblatt	Hauptgriff	7,41 ±0,77	9,76 ±0,47	9,5	4,7 *
	Seitengriff	3,76 ±1,15	8,81 ±0,86		

- 1.) Nennleistung laut Herstellerangabe
- 2.) Aufnahmeleistung während der Messung
- 3.) Betriebsdruck laut Herstellerangabe
- 4.) Betriebsdruck während der Messung
- \*) Angabe eines vergleichbaren Gerätes

Aus diesen Ergebnissen wurden für die anschließenden Labormessungen folgende Maschinen ausgewählt:

- Excenterschleifer; elektrisch
- Handoberfräse
- Stichsäge; elektrisch
- Säbelsäge
- Schwingschleifer; elektrisch
- sowie zusätzlich eine Handhobelmaschine

#### **4. Ergebnisse der Laboruntersuchungen**

Bei den anschließenden Laboruntersuchungen sollten für die im vorhergehenden Abschnitt aufgeführten Maschinen zumindest teilweise folgende Einflussparameter variiert werden:

- verschiedene Versuchspersonen
- neue bzw. gebrauchte Maschinen
- feine bzw. grobe Einsatzwerkzeuge
- verschiedene Härten bzw. Stärken des Materials
- Variation z. B. der Maschinendrehzahl / des Pendelhubes etc.

Die Ergebnisse dieser Messungen werden nun zusammenfassend beschrieben:

##### Excenterschleifer:

Bild 2 gibt die Ergebnisse für die Excenterschleifer wieder. Hierbei handelte es sich um ein neuwertiges Gerät, das zweihändig zu bedienen ist. Darüber hinaus standen ein ebenfalls zweihändig, sowie ein einhändig zu bedienendes Altgerät (Bj. 2001) zur Verfügung. Die Leistungsaufnahme der Excenterschleifer (Gewicht ca. 3,5 kg) betrug ~750 Watt bzw. 200 Watt für das Einhandgerät (Gewicht ca. 2 kg). Für das Neugerät lag eine Herstellerangabe von 5 m/s<sup>2</sup> vor. Für die Altgeräte konnten Herstellerangaben von 7 m/s<sup>2</sup> für das Zweihandgerät sowie 9 m/s<sup>2</sup> für das Einhandgerät recherchiert werden.

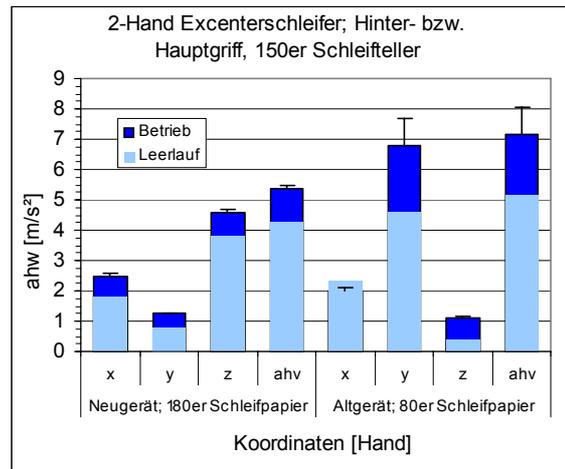
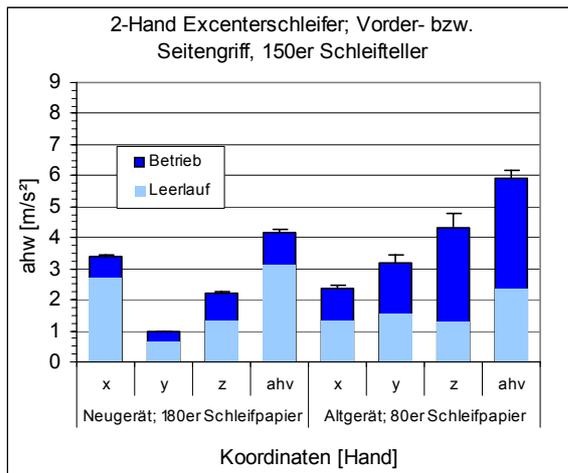


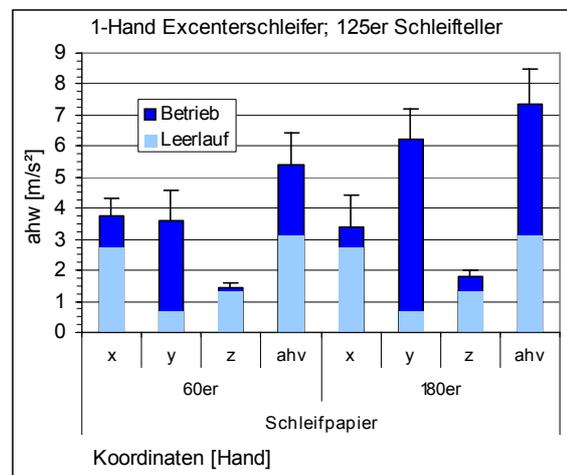
Bild 2: Vergleich der Vibrationsbelastung von Excenterschleifern

- unterschiedlichen Alters
- für beide Griffpositionen

bei Bedienung durch verschiedene Personen

sowie ein Excenterschleifer mit

- verschiedenen Schleifpapieren



Über alle Griffpositionen ergibt sich eine Spanne des Schwingungsgesamtwertes  $a_{hv}$  von 4,5 bis 7,5  $m/s^2$ . Es ist jeweils ein höherer Schwingungsgesamtwert am hinteren Griff zu beobachten. Ein signifikanter Einfluss des Schleifmittels kann dagegen nicht festgestellt werden. Die Messwerte sind scheinbar auch nicht personenabhängig, da die Streuung der Werte (im Balkendiagramm ist die Standardabweichung nur positiv aufgetragen) davon nicht beeinflusst wird. Tabelle 2 gibt die wichtigsten Einzelwerte wieder:

Tabelle 2: Zusammenstellung der Vibrationskennwerte für die untersuchten Excenter-schleifer mit Angabe der Benutzungsdauer bis zum Erreichen des Auslösewerts

Excenter-schleifer	Vorder-/Seitengriff				Haupt-/Hintergriff			
	$a_{HV}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$a_{HW;Z}$ [m/s <sup>2</sup> ]	Leerlauf	$T_{2,5}$	$a_{HV}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$a_{HW;Z}$ [m/s <sup>2</sup> ]	Leerlauf	$T_{2,5}$
2-Hand, neu	5,4	2,5	98%	103 min	4,2	2,2	75%	172 min
2-Hand, alt	5,9	4,3	41%	86 min	7,2	1,1	72%	59 min
1-Hand, alt	7,3	1,6	42%	56 min	-	-	-	-

$a_{HV}$  – Schwingungsgesamtwert /  $a_{HW;Z}$  – Frequenzbewertete Beschleunigung in Unterarmrichtung

Leerlauf – Prozentualer Anteil des Leerlaufs am Schwingungsgesamtwert

$T_{2,5}$  – Expositionsdauer in Minuten bis zum Erreichen des Auslösewerts

Der hohe Leerlaufanteil am Schwingungsgesamtwert  $a_{HV}$  ist bei allen Maschinen auffällig und könnte eine Erklärung für den geringen Einfluss äußerer Rahmenbedingungen sein. Der Leerlaufanteil fällt bei den Altgeräten etwas niedriger aus.

Handoberfräse:

Zur Untersuchung der Vibrationsbelastung durch Handoberfräsen standen zwei Maschinen (Gewicht: ca. 3 kg neu /ca. 4 kg alt) zur Verfügung, die jeweils eine Nennleistung von ~1000 Watt aufwiesen. Sie wurden für die Bearbeitungsvorgänge mit identischen Werkzeugen bestückt. Bild 3 zeigt die Ergebnisse dieser Messungen.

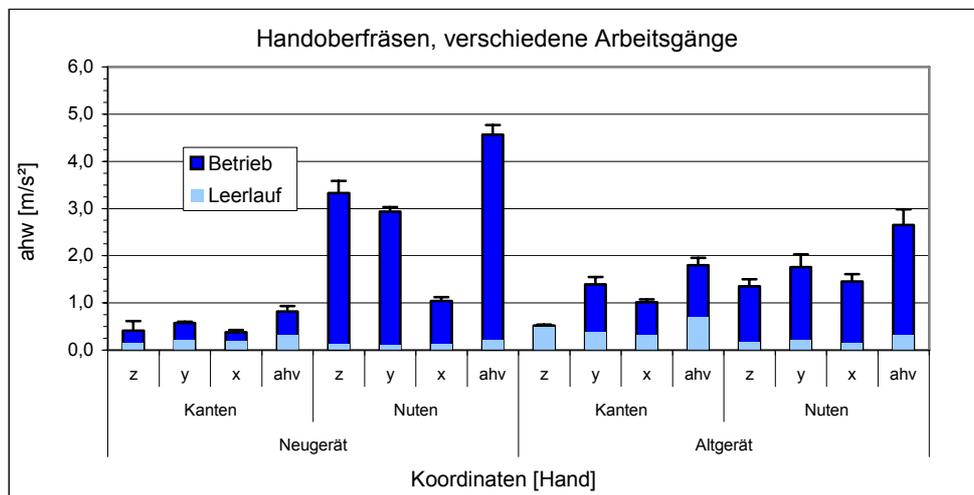


Bild 3: Vibrationsmesswerte für zwei Handoberfräsen

Die höheren Messwerte beim Nutfräsen mit der neuwertigen Oberfräse haben keine offensichtliche Ursache. Das Werkzeug, ein 10er-Nutfräser, scheidet als Ursache aus, da es zwi-

schen den Maschinen gewechselt wurde. Für das Neugerät lag eine Herstellerangabe von  $5,5 \text{ m/s}^2$  vor. Das Nachfolgemodell des Altgeräts wird mit  $5,6 \text{ m/s}^2$  angegeben.

**Stichsäge:**

Bei den Messungen zu den zwei vorliegenden Stichsägen wurde stets dieselbe leichte Schweifung (Schablone) von Buchenbrettern der Dicken 15 bzw. 25 mm abgesägt. Des Weiteren wurden die Sägeblätter mit einem Sägezahnabstand von 1,4 bzw. 4 mm variiert.

Die Diagramme zeigen zunächst die Ergebnisse für die neuwertige Stichsäge im Vergleich der beiden Sägeblätter. Die Leistungsaufnahme war mit 720 Watt angegeben (Gew. 2 kg), der Gesamtschwingungswert  $a_{HV}$  mit  $6 \text{ m/s}^2$ . Bei diesem Arbeitsvorgang konnte wie bei dem Excenterschleifer keine Abhängigkeit der Vibrationsmesswerte von der Bedienperson beobachtet werden.

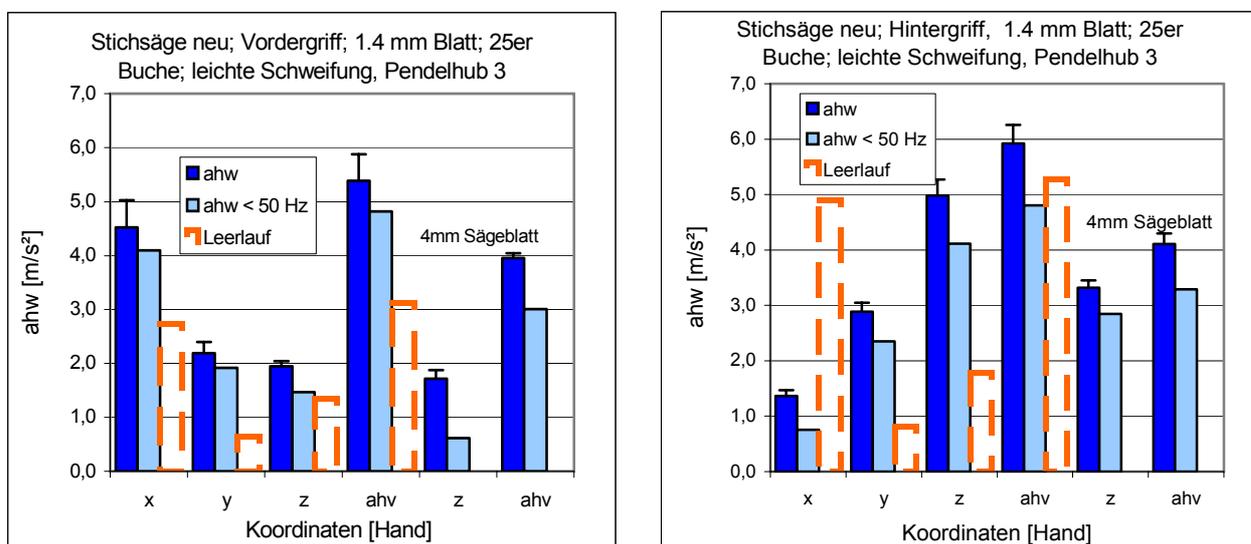


Bild 4: Vibrationsmesswerte an den Griffen einer Stichsäge in Abhängigkeit des Sägezahnabstands sowie Darstellung des tieffrequenten Schwingungsanteils

Das Altgerät (Gewicht ca. 2,5 kg) aus dem Jahr 1997 hatte eine etwas niedrigere Leistungsaufnahme mit 600 Watt. Aus der Variation von Brettstärke, Sägeblatt und Pendelhub ist klar erkennbar, dass die größten Schwingungswerte bei dem größeren Blatt auftreten, ggf. noch verstärkt durch einen größeren Pendelhub.

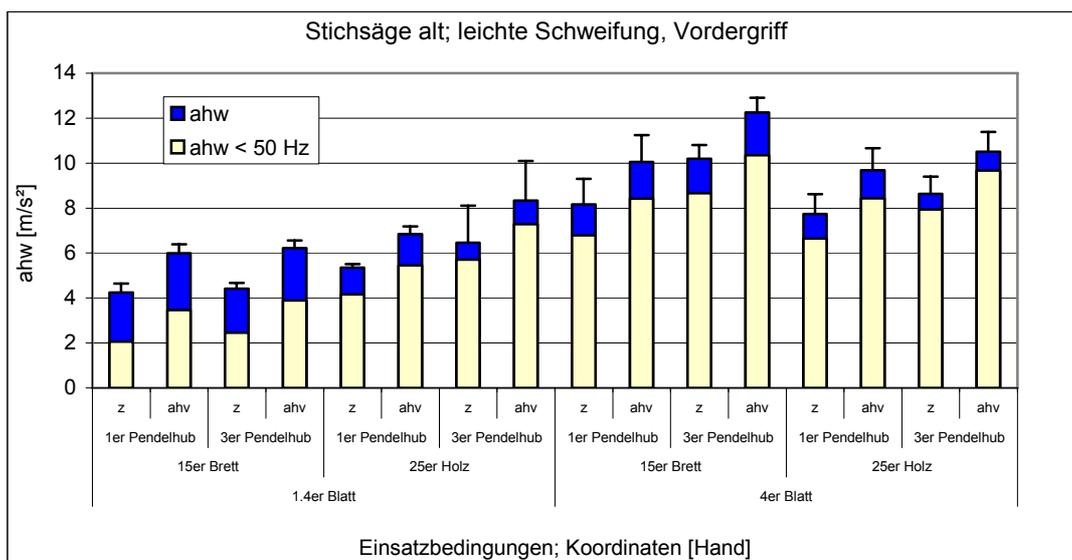


Bild 5: Vibrationsmesswerte für eine Stichsäge in Abhängigkeit des Sagezahnabstands, der Brettstärke und des Pendelhubs

Insgesamt sind in Bild 5 Schwingungsgesamtwerte  $a_{HV}$  zwischen 6 und 12 m/s<sup>2</sup> zu beobachten. Ein Nachfolgemodell des Altgerätes wird mit 9 m/s<sup>2</sup> vom Hersteller angegeben. Im Leerlauf war ein Schwingungsgesamtwert von  $a_{HV} = 10$  m/s<sup>2</sup> festzustellen.

Bei den vorliegenden Stichsägen erreicht man bei einer Nutzung von minimal 20 bis maximal 90 Minuten den Auslösewert. Die Stichsägen weisen einen hohen Anteil im Frequenzbereich bis 50 Hz auf. Bezüglich tieffrequenter Schwingungen wird eine höhere Gefährdung bezüglich Gelenksarthrosen angenommen.

#### Säbelsäge:

Labormessungen für Säbelsägen stehen z. Z. noch aus. Die Ergebnisse der Arbeitsplatzmessungen (s. Tab. 2) für diesen Gerätetyp können jedoch als typisch für die Vibrationsbelastung beim Bearbeiten von Holz angesehen werden, da neuere Herstellerangaben diesen Maschinentyp materialunabhängig mit bis zu 20 m/s<sup>2</sup> ausweisen.

#### Schwingschleifer:

Frühere Labormessungen an diesem Maschinentyp zeigten Messwerte von  $a_{HV} = 17,2 \pm 2,2$  m/s<sup>2</sup> und stehen in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Arbeitsplatzmessungen.

### Handhobel:

Der Handhobel, neuwertig mit stark gebrauchtem Hobelmesser sowie bei maximalem Materialabtrag von 4mm, weist geringe Vibrationswerte auf und ist damit vergleichsweise unkritisch.

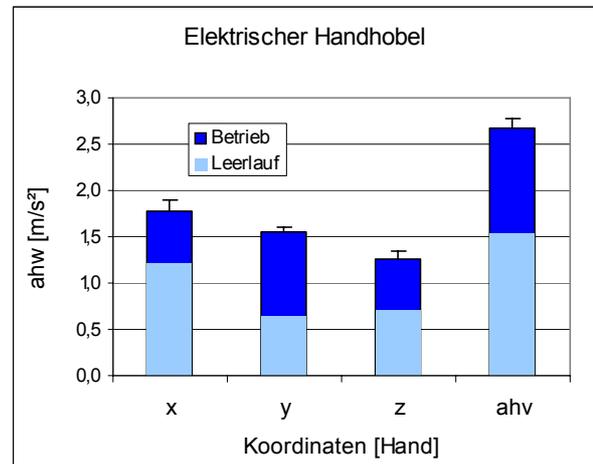


Bild 6: Vibrationsmessung an einem elektrischen Handhobel mit Ergebnissen

Der Handhobel liegt mit einem Schwingungsgesamtwert  $a_{hv}$  von  $2,7 m/s^2$  nur knapp über dem Auslösewert. Die Herstellerangabe von  $2,5 m/s^2$  kann damit als zutreffend angesehen werden. Bild 6 zeigt die Messergebnisse. Sie weisen einen relativ hohen Leerlaufanteil auf.

## 5. Zusammenfassung

Die Beurteilung der Gefährdung für das Hand-Arm-System durch Vibrationen erfordert neben der Ermittlung der Expositionsdauer die Kenntnis des Schwingungsgesamtwertes  $a_{hv}$ . Für viele handgehaltene Maschinen erfolgt die Angabe des Vibrationskennwertes aufgrund von Emissionsnormen jedoch nur für die Richtung der stärksten Schwingbeschleunigung. Eine Gefährdungsbeurteilung mittels entsprechender Abschätzverfahren unter Verwendung der Herstellerangabe nach DIN V 45694 [4] führt unter Berücksichtigung der Ermittlungsgenauigkeit in der Regel zu einer ausreichenden Abschätzung der Gefährdung durch Vibrationen.

Zur Ermittlung von Gefährdungsschwerpunkten in der Holzbearbeitung wurden an einer Vielzahl von Maschinen in Mitgliedsbetrieben der Holz-Berufsgenossenschaft Messungen durchgeführt. Anschließend erfolgte für die Maschinentypen, die hierbei hohe Schwingungsgesamtwerte aufwiesen, eine systematische Untersuchung im Labor. Dabei wurden die Ma-

schinen von verschiedenen Personen bedient, unterschiedliche Einsatzwerkzeuge und Maschineneinstellungen gewählt.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die gefundenen Schwingungsgesamtwerte im Allgemeinen den Herstellerangaben entsprechen. Bei einzelnen Maschinen, insbesondere bei Stichsägen und Schwingschleifern, kann es jedoch zu erheblichen Abweichungen aufgrund der Einsatzbedingungen kommen.

Mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung können im Bereich der Holzbearbeitung Präventionsschwerpunkte festgelegt werden.

## 6. Literatur

- [1] Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Schwingungen) (16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)
- [2] Lärm- und Vibrations-Arbeitschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) vom 6. März 2007. BGBl. I (2007), S.261
- [3] DIN EN ISO 5349-1:2001. Europäisches Normungskomitee (2001): Mechanische Schwingungen - Messung und Bewertung der Einwirkung von Schwingungen auf das Hand-Arm-System des Menschen
- [4] DIN V 45694: Mechanische Schwingungen - Anleitung zur Beurteilung der Belastung durch Hand-Arm-Schwingungen aus Angaben zu den benutzten Maschinen einschließlich Angaben von den Maschinenherstellern (CEN/TR 15350:2006)