

ARBEITSWISSENSCHAFTLICHE ERKENNTNISSE

Forschungsergebnisse für die Praxis

Schwingungsmessung - Sitzprüfungen und Messungen in Fahrzeugen

Riedel, St.

Einsatz von Mensch-Modellen (Schwingungsdummys) bei der Prüfung von Fahrzeugsitzen

Inhalt

- 1 Einleitung
- 2 Ganzkörper-Schwingungsmessungen
- 3 Schwingungsmodelle (Schwingungsdummys)
- 4 Ergebnisse der Ringmessung mit MOSIME 5
 - 4.1 Laborversuche
 - 4.2 Feldversuche
 - 4.3 Einsatz bei Sitzprüfungen
- 5 Schwingungsmessung mit Mensch-Modellen
 - 5.1 Allgemeine Hinweise für den Einsatz von Mensch-Modellen
 - 5.2 Bedienungshinweise für MOSIME 5
- 6 Zusammenfassung
- 7 Schrifttum
 - 7.1 Literatur
 - 7.2 Normen

Ergebnisse aus dem im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung, Bonn, und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, durchgeführten Forschungsvorhaben, dargestellt in der Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin - Forschung - Fb 1029 von

Riedel, St.

Erprobung neuentwickelter Schwingungsmodelle des sitzenden Menschen mittels Round-Robin-Test

Nachdruck und auszugsweise Wiedergabe nur mit ausdrücklicher vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, gestattet.

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 131

Schwingungsmessung - Sitzprüfungen und Messungen in Fahrzeugen

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2006

ISSN 0720-1699

1 Einleitung

Insassen von Transportmitteln wie Pkw oder Lkw sowie Fahrer von fahrbaren Arbeitsmaschinen sind Schwingungen ausgesetzt. Diese Vibrationen entstehen durch den Kontakt des Fahrzeugs mit der Straße und werden vom Chassis über den Fahrzeugsitz auf das Gesäß des Insassen übertragen (Ganzkörperschwingungen).

Die Höhe der Schwingungsbelastung wird dabei von sehr vielen Faktoren wie z.B. der Oberflächenbeschaffenheit des Untergrunds, der Fahrgeschwindigkeit und der Federung des Fahrzeugs aber auch der Schwingungscharakteristik des Fahrzeugsitzes bestimmt.

Neben einer Beeinträchtigung des Fahrkomforts und der Reduzierung der Leistungsfähigkeit des Fahrers kann diese Belastung bei entsprechender Höhe und Dauer auch zu einer Gesundheitsgefährdung [1] führen.

Zum Schutz des Kraftfahrers vor diesen gesundheitsschädlichen Schwingungen werden in selbstfahrenden Arbeitsgeräten wie zum Beispiel Baufahrzeugen, Sattelzugmaschinen, Gabelstaplern und Traktoren schwingungsisolierte Fahrzeugsitze eingebaut. Um zu gewährleisten, dass diese Fahrzeugsitze wirksam Schwingungen mindern können, müssen sie in einem Laborversuch normgemäß (DIN EN 30326-1, DIN EN ISO 7096) geprüft werden.

Auch in Personenkraftwagen werden von den Automobil- und den Fahrzeugsitzherstellern zunehmend Sitzprüfungen zur Optimierung des Sitzkomforts durchgeführt.

2 Ganzkörper-Schwingungsmessungen

Schwingungsmessungen am Chassis und auf dem Fahrzeugsitz geben Hinweise über den Schwingungskomfort bzw. die zu erwartenden Gesundheitsbeeinträchtigungen nach langjähriger Exposition [2].

Die Messungen werden mit dreiaxialen Beschleunigungsaufnehmern durchgeführt, wobei sich die Sensoren für die Messung der Sitzbeschleunigung in einer genormten gummierten Messscheibe befinden (DIN EN 30326-1). Diese Messscheibe wird an einer definierten Stelle zwischen dem Sitz und dem Gesäß der sitzenden Person platziert (**Bild 1**).

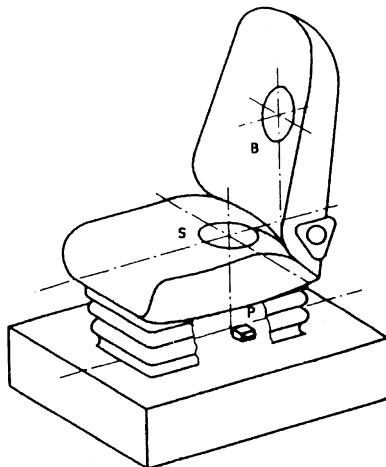


Bild 1: Lage der Sitz-Messscheibe auf dem Fahrzeugsitz (Quelle: DIN EN 30326-1)

Bei der Sitzprüfung beschreibt der Sitzübertragungsfaktor SEAT (Seat Effective Amplitude Transmissibility) die Wirksamkeit der Schwingungsisolierung des Sitzes. Er ist definiert als das Verhältnis des Effektivwertes der bewerteten Beschleunigung a_{wzS} auf der Sitzoberfläche (Sitzschwingung) in vertikaler Richtung zum Effektivwert der bewerteten Beschleunigung a_{wzP} am Chassis des Sitzes (Prüfeschwingung) in vertikaler Richtung [3].

$$SEAT = \frac{a_{wzS}}{a_{wzP}}$$

Um die Sitzprüfung unter möglichst realen Bedingungen durchzuführen, werden diese Messungen mit Versuchspersonen durchgeführt (**Bild 2**).

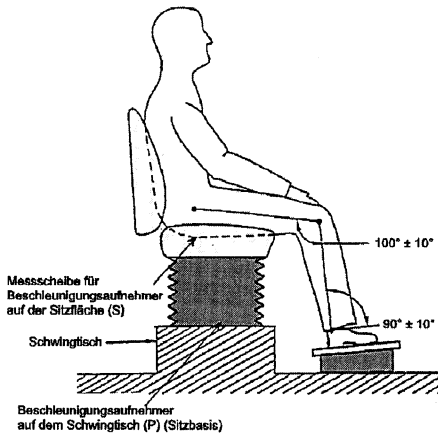


Bild 2: Haltung der Versuchsperson bei der Sitzprüfung (Quelle: DIN EN ISO 7096)

Dabei müssen zwei Personenprüfgruppen der Massen 55 kg und 98 kg eingesetzt werden.

Da bei Sitzprüfungen die Versuchspersonen einer unnötigen Schwingungsexposition ausgesetzt sind, ist der Einsatz von Mensch-Modellen bzw. Schwingungsdummys, die die dynamischen Eigenschaften des sitzenden Menschen nachbilden, sinnvoll.

Weitere Vorteile der Verwendung von Mensch-Modellen anstelle von Versuchspersonen sind:

- Vermeidung der Beeinflussung des Messwertes durch die Körperproportionen, die Körperhaltung und temporäre Muskelanspannungen der Versuchspersonen [4, 5]
- eine höhere Reproduzierbarkeit der Messergebnisse
- Vermeidung der hohen Sicherheitsanforderungen, die bei „Menschen-Versuchen“ notwendig sind (DIN EN ISO 13090-1)
- das Entfallen von Akquisition und Zeitplanung geeigneter Versuchspersonen

Mit einem adaptierbaren Modell können sogar mittels veränderbarer Massen unterschiedlicher Personengruppen nachgebildet werden.

3 Schwingungsmodelle (Schwingungsdummys)

Für die Bestimmung der Parameter derartiger Mensch-Modelle wird als maßgebliche Größe die Eingangsimpedanz des sitzenden Menschen als frequenzabhängiges Verhältnis von Kraft zur Geschwindigkeit an der Schnittstelle Mensch-Sitzfläche verwendet (ISO 5982).

In den letzten Jahren wurden unterschiedliche Mensch-Modelle entwickelt, die hier kurz chronologisch vorgestellt werden sollen:

- MOSIME 4 (Modell des sitzenden Menschen), Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAuA, vertikale und horizontale Schwingungsrichtungen
- MOSIME 5, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAuA, vertikale Schwingungsrichtung
- MEMOSIK® IV, Fachbereich Maschinenbau, Fachgebiet Maschinendynamik der Technischen Universität Darmstadt, vertikale Schwingungsrichtung
- *HVLab* Anthropodynamic Dummy, Institute of Sound and Vibration Research der Universität Southampton (UK), vertikale Schwingungsrichtung

- MOSIME 4

Das von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAuA entwickelte Mensch-Modell MOSIME 4 [6] wurde als doppelt symmetrisches Zweimassen-Modell konzipiert, welches für alle drei Schwingungsrichtungen angewendet werden kann. Es besteht aus einer Grundplatte, deren Abmessungen die Anwendung für alle bekannten Fahrzeugsitztypen gestattet, und 5 runden Teilmassen, durch deren entsprechende Kombination die schwingenden Massen von drei verschiedenen Personenprüfgruppen (55 kg, 75 kg oder 98 kg) simuliert werden können (**Bild 3**).

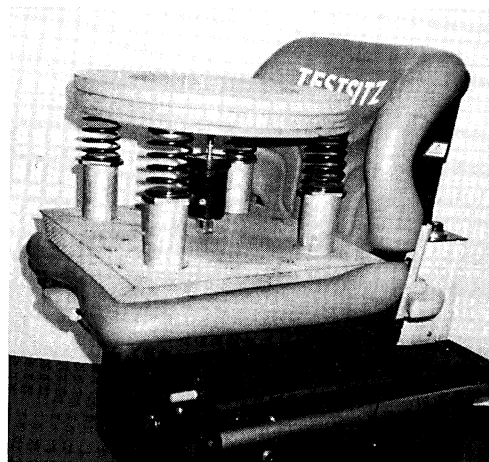


Bild 3: Aufbau des von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAuA entwickelten Mensch-Modells MOSIME 4

Die Dämpfung wird durch einen speziell konstruierten geschlossenen Flüssigkeitsdämpfer realisiert.

Alle danach bekannt gewordenen passiven Mensch-Modelle folgen den Grundüberlegungen dieser Modellierung.

- MOSIME 5

Dieses Mensch-Modell für die vertikale Schwingungsrichtung wurde auf der Grundlage des Modells MOSIME 4 entwickelt [7].

Der Grundkörper des Modells besteht aus einer Grundplatte (Gesäßnachbildung aus Schichtholz) und einem Schwingrahmen mit Federn und Dämpfern sowie einer Rückennachbildung (**Bild 4**).

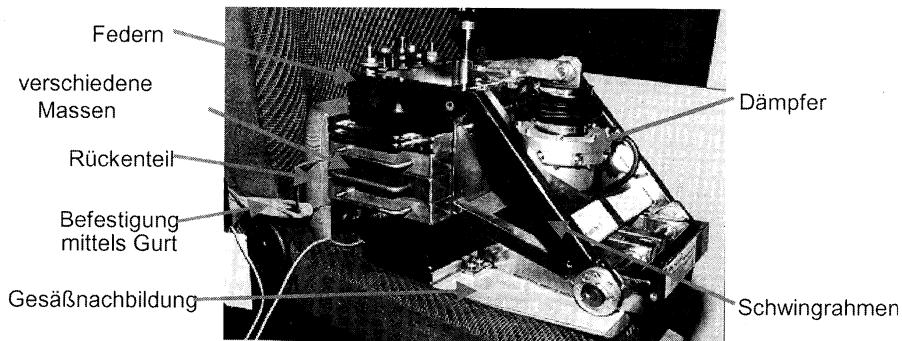


Bild 4: Aufbau des von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin BAuA entwickelten MOSIME 5

Durch die Verwendung von sechs plattenförmigen Massen können auch hier die schwingenden Massen von 3 verschiedenen Personenprüfgruppen (55 kg, 75 kg oder 98 kg) simuliert werden.

Angaben zu den starren und bewegten Massen können der Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Massenverteilung MOSIME 5

	55kg-Modell	75kg-Modell	98kg-Modell
m_1 (starre Masse)	13,9 kg	13,9 kg	18,9 kg
m_2 (bewegte Masse)	42,9 kg	47,8 kg	59,8 kg
$m_1 + m_2$ (Gesamtmasse)	56,8 kg	61,7 kg	78,7 kg

- MEMOSIK® IV

Der Fachbereich Maschinenbau, Fachgebiet Maschinendynamik der Technischen Universität Darmstadt unter Leitung von Prof. Wölfel entwickelte den Schwingungsdummy MEMOSIK® IV [8]. Zielrichtung war der Einsatz des Modells für Sitzkomfortuntersuchungen bei der PKW-Entwicklung.

Es handelt sich bei diesem Dummy um ein aktives Schwingungsmodell mit einem Freiheitsgrad (**Bild 5 und 6**).

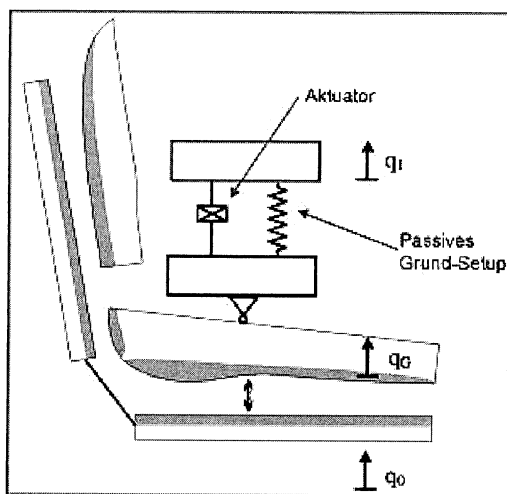


Bild 5: Aufbau des Schwingungsdummys MEMOSIK® IV [9]

Die Realisierung der Kennfunktion Eingangsimpedanz des sitzenden Menschen an der Mensch-Maschine-Schnittstelle erfolgt über geregelte Aktorik.

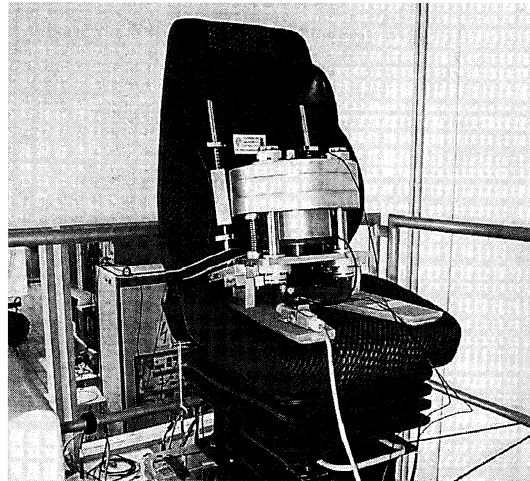


Bild 6: Schwingungsdummy MEMOSIK® IV

Es besteht in der Fachwelt das Vorurteil, dass aktive Modelle wesentlich bessere Ergebnisse liefern als passive. Im Falle der für die beschriebene Anwendung vorgenommenen Modellierung wird einerseits ein sehr hoher Vereinfachungsgrad gegenüber der Realität erreicht. Andererseits wird das Ergebnis wesentlich von dem beschriebenen Messverfahren der Schwingungen auf Fahrersitzen bestimmt, vgl. Punkt 2. Gemessene SEAT-Werte wiesen aus, dass keine Modellart einen entscheidenden Vorteil vor der anderen hat.

- HVLab Anthropodynamic Dummy

Bei dem Modell der Universität Southampton [10] handelt es sich um ein passives Einmassen-Modell für die vertikale Schwingungsrichtung (**Bild 7**).

Es wurde auf der Grundlage der Nachbildung der Scheinbaren Masse eines sitzenden Menschen im Frequenzbereich bis 30 Hz entwickelt. Die Gesamtmasse beträgt 53,4 kg. Die schwingende Masse besteht aus zehn Einzelmassen von zusammen 46,0 kg. Dadurch kann das Modell einfach transportiert und am Einsatzort zusammengebaut werden.

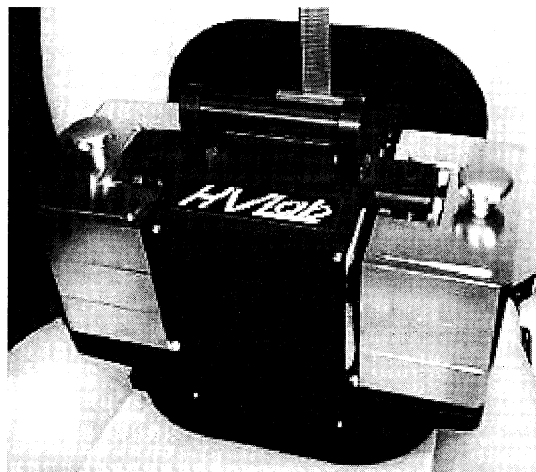


Bild 7: HVLab Anthropodynamic Dummy [10]

4 Ergebnisse der Ringmessung mit Mosime 5

4.1 Laborversuche

Mensch-Modelle können erst dann Versuchspersonen bei bestimmten Anwendungen ersetzen, wenn nachgewiesen ist, dass das Schwingungsverhalten der Modelle dem der Versuchspersonen ähnlich ist und die zu erwartende Abweichungen zwischen Modell und Mensch möglichst gering sind.

In einer von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin geförderten Ringmessung wurden in Labor- und in Feldversuchen die Schwingungseigenschaften des Schwingungsmodells MOSIME 5 für drei verschiedene Körpermassen von Versuchspersonen (55 kg, 75 kg und 98 kg Masse) bei Sitzprüfungen umfassend und statistisch gesichert überprüft und mit den Schwingungseigenschaften von Versuchspersonen verglichen.

Als Bewertungsmaß wird hierzu die Modellgüte M definiert. Sie wird aus dem Verhältnis des Sitzübertragungsfaktors SEAT der Modelle zu dem Sitzübertragungsfaktor der Versuchspersonen berechnet.

$$\text{Modellgüte: } M = \frac{\text{SEAT}(\text{Mensch} - \text{Modell})}{\text{SEAT}(\text{Versuchsperson})}$$

Für die Laborversuche wurden vier verschiedene Fahrzeugsitze (Erdbaumaschine, Sattelzugmaschine, Radtraktor, Flurförderfahrzeug) ausgewählt. Diese Sitze wurden von sieben Prüfstellen mit entsprechenden Erregersignalen auf ihre Schwingungseigenschaften hin untersucht. Die Sitztypen und die dazugehörigen Spezifikationen wie die Höhe der bewerteten Beschleunigung (a_{wP}) und der Frequenzbereich (f_3 und f_4) der Prüfsignale sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Ausgewählte Fahrzeugsitze und ihre Prüfsignale

Fahrzeugsitz	Prüfsignal	a_{wP12}	f_3	f_4
Sattelzugmaschine	2 aus DIN 45678	0,80 m/s ²	1,5 Hz	3 Hz
Erdbaumaschine	EM 6 aus DIN EN ISO 7096	1,61 m/s ²	5,0 Hz	12 Hz
Flurförderfahrzeug	IT 2 aus DIN EN 13490	1,89 m/s ²	2,9 Hz	3,6 Hz
Radtraktor	AG 1 aus ISO 5007	0,96 m/s ²	2,5 Hz	5 Hz

An den Sitzprüfungen waren neben dem Schwingungsmodell MOSIME 5 insgesamt 17 Versuchspersonen à drei Körpermassen (55 kg, 75 kg, 98 kg) beteiligt. Mit den Messungen konnte nachgewiesen werden, dass sowohl für die Versuchspersonen als auch für die Mensch-Modelle die SEAT-Abweichungen der drei Wiederholungen innerhalb der jeweiligen Messung einer Prüfstelle bei allen Messungen unter $\pm 5 \%$ liegen.

Auf Grund der Bauart der unterschiedlichen Fahrzeugsitze und der verschiedenen Anregungssignale (unterschiedliche Frequenzen und Amplituden) unterscheiden sich die vier Fahrzeugsitze in ihren Schwingungseigenschaften stark voneinander (Bild 8).

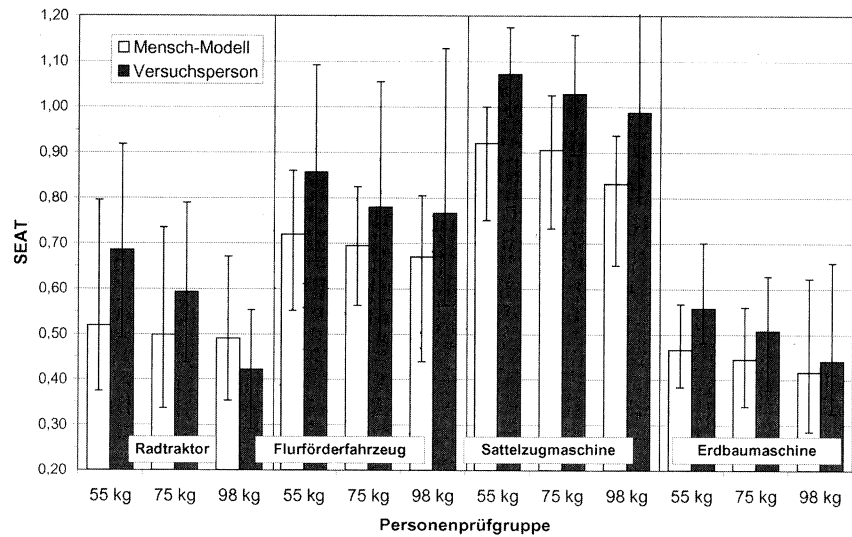


Bild 8: Vergleich der SEAT-Faktoren der Mensch-Modelle mit denen der Versuchspersonen

Wie in Bild 8 weiterhin zu erkennen ist, liegen die SEAT-Faktoren der Mensch-Modelle für alle Fahrzeugsitze und Personenprüfgruppe unter den SEAT-Faktoren der Versuchspersonen. Die SEAT-Faktoren der Mensch-Modelle weisen jedoch im Mittel geringere Streuungen auf.

Die Modellgüte M ist sowohl vom Sitztyp als auch von der Personenprüfgruppe abhängig. Sie liegt zwischen 0,83 bis 0,96, wobei mit dem 75kg-Modell und dem 98kg-Modell die Schwingungseigenschaften der Versuchspersonen am besten nachgebildet werden können (im Durchschnitt 0,90). Bei dem 55kg-Modell beträgt die Modellgüte M im Mittel 0,86 (**Bild 9**).

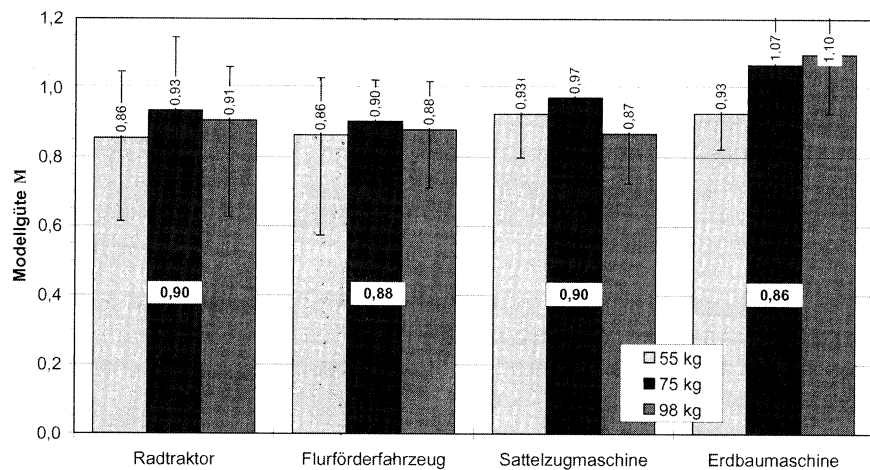


Bild 9: Die Modellgüte M in Abhängigkeit vom Sitztyp (Mittelwerte über alle Prüfstellen, ohne Ausreißer)

Am besten können die Modelle auf dem Erdbaumaschinensitz (B-575) mit automatischer Gewichtseinstellung die Schwingungseigenschaften der Versuchspersonen nachbilden.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass mit den Modellen eine im Durchschnitt um 11,2 % höhere Isolierwirkung der Fahrersitze gemessen wird als mit Versuchspersonen.

An den Feldversuchen nahmen vier Prüfstellen teil. Die Testbedingungen wie z.B. Testfahrzeug, Versuchspersonen, Umgebungseinflüsse waren für alle Prüfstellen identisch. Die Teststrecke wurde bei dreimaliger Wiederholung mit drei unterschiedlich schweren Testpersonen und den drei Mensch-Modellen insgesamt sechsmal mit einem Radtraktor abgefahren (Dauer ca. 220 s). Der SEAT-Faktor beträgt bei den Modellen je nach Personenprüfgruppe zwischen 0,62 und 0,74 bei den Versuchspersonen zwischen 0,69 bis 0,82. Das 75kg-Modell bildet die Schwingungseigenschaften der 75kg-Versuchsperson korrekt ab (Modellgüte $M = 1,0$). Die Modellgüte M beträgt für das 55kg-Modell 0,90 und für das 98kg-Modell 0,86 (**Bild 10**). Im Durchschnitt liegen die SEAT-Faktoren der Modelle um 7,9 % unter denen der Versuchspersonen.

4.2 Feldversuche

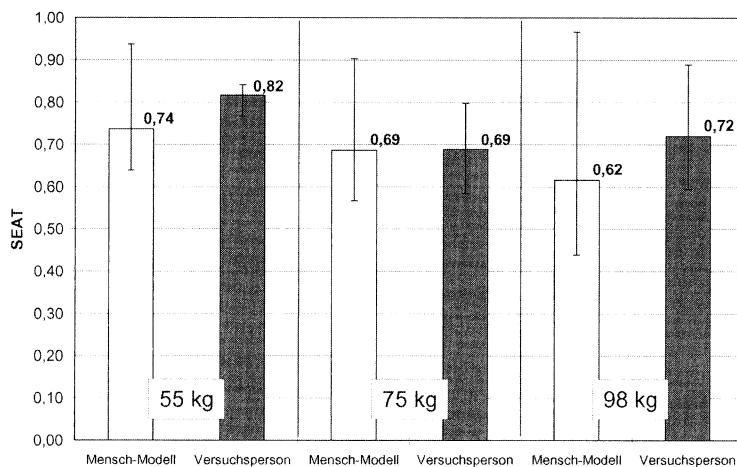


Bild 10 Sitzübertragungsfaktor SEAT für die z-Richtung (Mittelwert aller Prüfstellen)

Die systematisch höhere Isolierwirkung der Fahrersitze, die mit MOSIME 5 ermittelt wurde, führte zu der Entscheidung, die ursprüngliche Modellauslegung beizubehalten und alle SEAT-Werte am Modell mit einem einheitlichen Korrekturfaktor k_{M5} zu beaufschlagen, um so die Unterschiede zwischen Versuchspersonen und Mensch-Modellen mathematisch auszugleichen [11]:

4.3 Einsatz bei Sitzprüfungen

$$SEAT_{(MOSIME5)} = \frac{a_{wS}}{a_{wP}} \cdot k_{M5}$$

Als Modell-Korrekturfaktor k_{M5} wurde bei MOSIME 5 der arithmetische Mittelwert aller ermittelten Abweichungen gewählt. Er liegt bei 1,15. Die damit erzielten relativen prozentualen Abweichungen des Modells bezogen auf die Versuchsperson sind in **Bild 11** dargestellt.

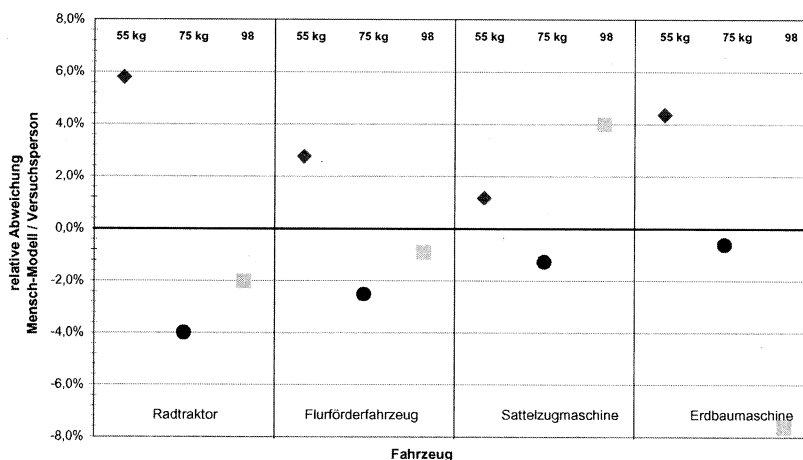


Bild 11: Prozentuale Abweichungen des Modells mit SEAT-Korrekturfaktor bezogen auf die Versuchspersonen

Alle mit dem Korrekturfaktor beaufschlagten SEAT-Faktoren liegen mit Ausnahmen von zwei Messwerten nun in einem Toleranzband von $\pm 5\%$. Das Verfahren mit einem Korrekturfaktor könnte auch für die Ergebnisse der Feldversuche angewendet werden.

5 Schwingungsmessung mit Mensch-Modellen

5.1 Allgemeine Hinweise für den Einsatz von Mensch-Modellen

Für eine korrekte Funktion der mechanischen Modelle ist vor Beginn der Messung eine Einlaufzeit zu gewährleisten (siehe Kapitel 5.2).

Es ist darauf zu achten, dass das Modell auf dem Fahrzeugsitz gegen Herunterfallen gesichert wurde.

Des Weiteren sollte darauf geachtet werden, dass die Messungen von erfahrenem Prüfpersonal durchgeführt wird. Mit der Ringmessung (siehe Kapitel 4.1) konnte ein Einfluss der Messerfahrungen der Prüfstellen auf die Modellgüte M festgestellt werden.

Bild 12 zeigt, dass die Modellgüte M bei erfahrenen Prüfstellen deutlich höher ist ($\bar{M} 0,92$) als bei unerfahrenen ($\bar{M} 0,82$).

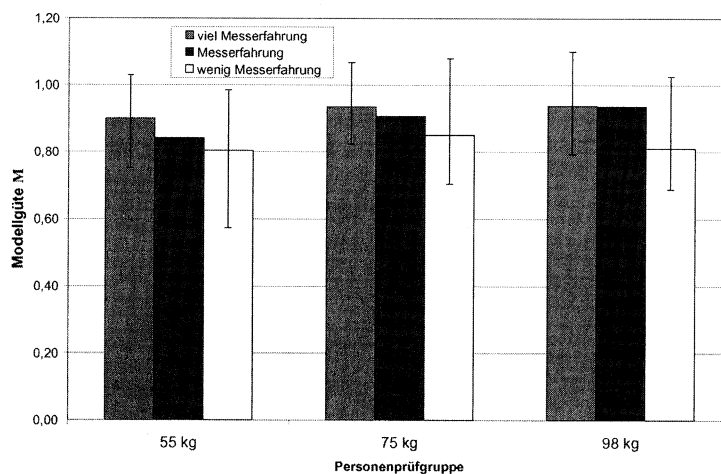


Bild 12: Einfluss der Messerfahrung der Prüfstellen auf die Modellgüte M (Mittelung über alle untersuchten Fahrzeugsitze)

- Aufbau des Modells

**5.2 Bedienungshinweise
für MOSIME 5**

Das Modell MOSIME 5 besteht, wie in Bild 4 dargestellt, aus dem Grundkörper (Grundplatte, Schwingrahmen mit Federn und Dämpfer, Rückennachbildung) den sechs plattenförmigen Massen (3, 4, 5, 15, 15, 15 kg), die entsprechend der Personenprüfgruppe (vgl. **Tabelle 3**) in den Schwingrahmen eingeschoben werden und zwei Zusatzmassen, die für das 98kg-Modell zusätzlich an der Grundplatte befestigt werden.

Tab. 3: Auswahl der Massen und Federn

	55kg-Modell	75kg-Modell	98kg-Modell
Massen	15 + 15 + 4 + 3	15 + 15 + 5 + 4 + 3	15 + 15 + 15 + 5 + 4 + 2 Zusatzmassen an der Grundplatte
Federn	2	2	3

Zum Transport des Modells, zum Klemmen/Lösen der mittleren Feder beim 98kg-Modell und zur Einstellung der Neigung des Verstellrahmens sind die Massen aus der Schwinde zu entfernen.

- Vorbereitungen

Die Benutzung des Modells unter +5°C sollte insbesondere im Freifeld vermieden werden.

Vor der Inbetriebnahme des Modells ist die Entlüftungsschraube am Oberteil des Dämpfers zu entfernen. **Vorsicht, Verschmutzungsgefahr!**

Vor jedem Einsatz des Modells ist eine Funktionsprüfung des Dämpfers vorzunehmen. Dazu ist der Dämpfer durch mehrmaliges Herunterdrücken der Schwinde bis zum unteren Anschlag auf eingeschlossene Luft im Dämpfermedium zu überprüfen. Steigen während dieser Bewegung im Bypass (transparenter Kunststoffschlauch) Luftblasen auf, ist die Schwinde solange weiter zu bewegen, bis alle Luftblasen in den oberen Ausgleichsbehälter entwichen sind. Der Ölstand ist danach zu kontrollieren. Wenn der Kunststoffschlauch nicht vollständig gefüllt ist, so ist Öl **HLP 68** aufzufüllen.

Nach der Überprüfung des Modells ist eine Einlaufzeit für das Modell zu realisieren. Dazu wird das Modell mittels Schwingungserreger für 15 min bis 30 min in Betrieb genommen. Hierzu wird das Modell auf dem Schwingerreger platziert und mit einer harmonischen Anregung bei $f = 4$ Hz oder einer breitbandigen Anregung mit $1 \text{ Hz} < f < 20 \text{ Hz}$ exponiert. Der Effektivwert der Beschleunigung der Anregung sollte zwischen 1 ms^{-2} und $1,5 \text{ ms}^{-2}$ liegen ($1 \text{ ms}^{-2} \leq \ddot{a}_{\text{err}} \leq 1,5 \text{ ms}^{-2}$).

- Betrieb

Bei Messungen mit dem Schwingungsmodell muss der Verstellrahmen (untere Auflage der Federn und des Dämpfers) waagrecht sein. Zur Anpassung des Modells an die Neigung der Sitzfläche ist die Klemme am Raststab zu lösen, der Verstellrahmen waagrecht zu stellen und die Klemme wieder zu fixieren. Dazu ist ggf. die Rückennachbildung ganz herunterzuklappen.

Die Neigung der Rückennachbildung ist der Lehne des Sitzes anzupassen. Das Modell ist mit einem Spanngurt, der durch die an den Seiten der Rückennachbildung angebrachten Ösen zu führen ist, an der Sitzlehne zu befestigen. Die Spannkraft des Gurtes sollte etwa 100 N betragen.

Die für das 98kg-Modell notwendige dritte Feder ist im entlasteten Zustand (ohne eingelegte Massen) fest zu spannen.

Nach Befestigung des Grundkörpers auf dem Fahrersitz sind die plattenförmigen Massen - mit den 15kg-Massen beginnend - in den Schwingrahmen einzuschieben (Zentrierzapfen zeigt nach unten) und mittels Gewindespindel zu arretieren.

6 Zusammenfassung

Zur Überprüfung der Schwingungseigenschaften von Fahrzeugsitzen (Sitzprüfung) und zur Ermittlung des Fahrkomforts in Fahrzeugen werden Messungen mit Versuchspersonen durchgeführt.

Die Versuche mit realen Versuchspersonen haben jedoch den Nachteil, dass die intraindividuellen Unterschiede zwischen den einzelnen Personen sehr hoch sind und die Messergebnisse durch Körperproportionen, Körperhaltung und temporäre Muskelanspannungen der Versuchspersonen beeinflusst werden können.

Die Verwendung von Mensch-Modellen sogenannten Schwingungsdummys, führt zu einer höheren Reproduzierbarkeit der Messergebnisse. Daneben wird eine unnötige Schwingungsexposition der Versuchspersonen vermieden.

Beim Einsatz von Mensch-Modellen ist darauf zu achten, dass Schwingungsmessungen in erster Linie von erfahrenen Personen durchgeführt werden, um große Messabweichungen zu vermeiden.

Das Modell MOSIME 5 ist derzeit der einzige Schwingungsdummy für Sitzprüfungen, der im Rahmen eines Round/Robin/Tests untersucht wurde.

Damit sind allein für diesen Dummy die Einsatzbedingungen hinreichend untersucht und seine Einsetzbarkeit für Sitzprüfungen nachgewiesen worden.

7 Schrifttum

7.1 Literatur

- [1] Dupuis, H.: Erkrankungen durch Ganzkörper-Schwingungen. In: Konietzko, J.; Dupuis, H. eds. Handbuch der Arbeitsmedizin, 9. Ergänzungslieferung 4/93, Landsberg 1993.
- [2] Griffin, M. J.: Handbook of Human Vibration. London: Academic Press 1990.
- [3] Schenck, Th.: Messeinrichtung zur personengebundenen Messung von Hand-Arm- und Ganzkörperschwingungen am Arbeitsplatz. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 130 Schwingungsmessung – Personengebundene Messung am Arbeitsplatz. Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 2002
- [4] Hinz, B.; Seidel, H.; Menzel, G.; Blüthner, R.; Gericke, L.: Biodynamik und Wirbelsäulenbeanspruchung bei Exposition mit praxisrelevanten Ganzkörperschwingungen unter Einsatz realer Fahrersitze. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 1999 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Fb 843)
- [5] Hinz, B.; Seidel, H.; Menzel, G.; Blüthner, R.; Gericke, L.: Biodynamik und Kraftwirkungen in der Wirbelsäule von Vibrationsexponierten auf Fahrersitzen mit und ohne Rückenlehne. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 2002 (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Fb 948)
- [6] Kinne, J.; Melzig-Thiel, R.; Seidel, E.: Mechanische Modelle des sitzenden Menschen mit unterschiedlicher Masse für die normgerechte Prüfung von Fahrersitzen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz 1996 Abschlussbericht F 1171, unveröffentlicht.
- [7] Richter, B.; Werdin, S.: Überarbeitung der Konstruktion und Bau von mechanischen Schwingungsmodellen des sitzenden Menschen. Interner Abschlussbericht der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin F1687, Dortmund 1998.
- [8] Cullmann A.: Ein aktiver Schwingungsdummy des sitzenden Menschen. Fortschritt-Berichte Sachgebiet: Verkehrstechnik/Fahrzeugtechnik Band Nr.: 492, 2002
- [9] <http://www.tu-darmstadt.de/fb/mb/fmd/memosik.html> (16.02.2006)
- [10] <http://www.hvlab.com/Lab/Lab.htm> (16.02.2006)
- [11] Schwarz, M.; Riedel, S.: Labortechnische Applikation mechanischer Schwingungsmodelle für Fahrzeugsitzprüfungen anstelle von Versuchspersonen. Z. Arb. wiss. 01/2005, GfA-Press, Dortmund

7.2 Normen

DIN 45671 Teil 2	12/01	Messung mechanischer Schwingungen am Arbeitsplatz Messverfahren
DIN 45678	10/94	Mechanische Schwingungen - Sattelkraftfahrzeuge - Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen von Fahrzeugsitzen
DIN EN 13490	02/02	Mechanische Schwingungen - Flurförderzeuge - Laborverfahren zur Bewertung sowie Spezifikation der Schwingungen des Maschinenführersitzes
DIN EN 30326 Teil 1	06/94	Mechanische Schwingungen - Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen von Fahrzeugsitzen Grundlegende Anforderungen (ISO 10326-1:1992)
DIN EN ISO 7096	11/01	Erdbaumaschinen - Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen des Maschinenführersitzes (ISO 7096:2000)
DIN EN ISO 8041	07/05	Schwingungseinwirkung auf den Menschen - Messeinrichtung (ISO 8041:2005)
DIN ISO 13090 Teil 1	10/98	Mechanische Schwingungen und Stöße - Leitlinien zur Sicherheit von Prüfungen und Versuchen mit Menschen Einwirkung von mechanischen Ganzkörper-Schwingungen und wiederholten Stößen (ISO 13090-1:1998)
ISO 2631 Teil 1	05/97	Mechanische Schwingungen und Stöße - Bewertung der Einwirkung von Ganzkörper-Schwingungen auf den Menschen Allgemeine Anforderungen
ISO 5007	03/03	Landwirtschaftliche Traktoren mit Rädern - Fahrersitz - Laborprüfverfahren zur Schwingungsmessung
ISO 5982	11/01	Mechanische Schwingungen und Stöße - Bereiche typischer Werte biodynamischer Kenngrößen des sitzenden Menschen bei Einwirkung vertikaler Schwingungen
ISO 10326 Teil 1	11/92	Mechanische Schwingungen; Laborverfahren zur Bewertung der Schwingungen von Fahrzeugsitzen Grundlegende Anforderungen; Deutsche Fassung EN 30326-1:1994
VDI 2057 Teil 1	11/99	Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen Ganzkörperschwingungen

Jetzt griffbereit in

4 SAMMELBÜCHERN

Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse

Forschungsergebnisse für die Praxis

mit allen bisher erschienenen Ausgaben

Anrecht auf Nachlieferung an die Abonnenten

Inhaltsverzeichnis

„Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse“

Band 1

- 1/79 Lärminderung durch Abschirmung
- 2/79 Bildschirmarbeitsplätze (2. Aufl. 1989)
- 3/79 Werkzeuge - Schraubendreherhefte
- 4/79 Werkzeuge - Feilenhefte
- 5/79 Lärminderung - Behälterfertigung 1
- 6/79 Lärminderung - Druckluftauslaß
- 7/79 Lärminderung - Getränkeabfüllung 1
- 8/79 Lärminderung - Holzbearbeitung 1
- 9/79 Lärminderung - Putztrommel
- 10/79 Lärminderung - Schnellläuferpresse 1
- 11/79 Lärminderung - Begriffssammlung

- 1/80 Kassenarbeitsplätze
- 2/80 Lärminderung - Zangenvorschub 1
- 3/80 Lärminderung - Druckluftnagler
- 4/80 Lärminderung - Schwingförderer
- 5/80 Lärminderung - Gleitschleifmaschinen
- 6/80 Lärminderung - Schnellläuferpresse 2
- 7/80 Lärminderung - Druckluftanwendung 1
- 8/80 Lärminderung - Behälterfertigung 2
- 9/80 Lärminderung - Blechcontainer 1
- 10/80 Lärminderung - Blechcontainer 2
- 11/80 Lärminderung - Blechcontainer 3
- 12/80 Lärminderung - Schleifpapierherstellung

- 1/81 Lärminderung - Förderbandaufgabestation
- 2/81 Lärminderung - Luftansauggeräusche
- 3/81 Lärminderung - Hydraulikpresse
- 4/81 Lärminderung - Zangenvorschub 2
- 5/81 Stehbelastung - Verkaufspersonal
- 6/81 Schwingungsminderung - Fahrersitze

- 1981 Keine weiteren Veröffentlichungen
- 1982 Keine weiteren Veröffentlichungen

- 1/83 Personensicherungssysteme
- Einzelarbeitsplätze
- 2/83 Innerbetriebliche Verkehrsdiagnose
- 3/83 Innerbetriebliche Verkehrstherapie
- 4/83 Schienenfahrzeuge - Rangierhilfen

Ab 1984 neue Numerierung nach dem Dezimalstellensystem

- 1 Lärminderung - Holzbearbeitung 2
- 2 Lärminderung - Holzbearbeitung 3
- 3 Lärminderung - Holzbearbeitung 4
- 4 Lärminderung - Holzbearbeitung 5
- 5 Lärminderung - Holzbearbeitung 6
- 6 Lärminderung - Holzbearbeitung 7
- 7 Lärminderung - Holzbearbeitung 8
- 8 Lärminderung - Körperschalldämpfung
- 9 Lärminderung - Abschirmung 2
- 10 Lärminderung - Getränkeabfüllung 2
- 11 Lärminderung - Metallbearbeitung 1
- 12 Lärminderung - Metallbearbeitung 2
- 13 Lagerung von Coils
- 14 Lagerung von Bandstahlringen
- 15 Lärminderung - Dämpfungsbelege
- 16 Lärminderung - Getränkeabfüllung 3
- 17 Arbeitsplatzgestaltung - Sehbehinderte

Band 2

- 18 Lärminderung - Blechbearbeitung 1
- 19 Lärminderung - Metallbearbeitung 3
- 20 Lärminderung - Blechbearbeitung 2
- 21 Lärminderung - Blechbearbeitung 3
- 22 Lärminderung - Getränkeabfüllung 4
- 23 Lärminderung - Getränkeabfüllung 5
- 24 Lärminderung - Rutschen
- 25 Lärminderung - Schmiedepressen
- 26 Lärminderung
- Schleifscheiben-Fertigdrehmaschine
- 27 Lärminderung
- mechanische Schneidpresse
- 28 Lärminderung - Schnellläuferpresse 3
- 29 Lärminderung - Bandsäge
- 30 Lärminderung - Gußkästenausleerstation
- 31 Schwingungsminderung - Fahrersitze 2
- 32 Schwingungsminderung - Fahrersitze 3
- 33 Schwingungsminderung - Krankabinen
- 34 Schwingungsminderung - Motorkettensägen
- 35 Schwingungsminderung - Elektrobohrhämmer
- 36 Gestaltung von Schmiedezangen
- 37 Arbeitssitze 1
- 38 Metallbearbeitung 4
- 39 Arbeitssitze 2
- 40 Lärminderung
- Bohr- und Gewindehalbautomat
- 41 Lärminderung - Transporteinrichtung 1
- 42 Lärminderung - 350-KN Exzenterpresse

- 43 Lärminderung - Drahtflechtmaschine
- 44 Lärminderung - Transporteinrichtung 2
- 45 Lärminderung - Transporteinrichtung 3
- 46 Lärminderung - Metallbearbeitung 5
- 47 Lärminderung - Transporteinrichtung 4
- 48 Lärminderung - Drahtabkühlrolle
- 49 Lärminderung - Transporteinrichtung 5
- 50 Lärminderung - Schweißautomat
- 51 Lärminderung - Kathodenofen
- 52 Lärminderung - Wendelwickelmaschine
- 53 Lärminderung
- Offsetrotationsdruckmaschine
- 54 Verwendung von Stehhilfen
- 55 Arbeitsplatzcomputer - Geräuschemission
- 56 Lärminderung - Verschleißmaschine
- 57 Lärminderung - Blechbearbeitung 4
- 58 Lärminderung - Blechbearbeitung 5
- 59 Lärminderung
- Kunststoffspritzgießmaschine
- 60 Lärminderung - Metallkreissäge
- 61 Lärminderung - Vorschmelzofen
- 62 Lärminderung - Zusammenbau
- 63 Korrekturbrillen am Arbeitsplatz
- 64 Lichttechnische Gestaltung von
Halleneinfahrten
- 65 Persönliche Schutzausrüstung 1
- 66 Persönliche Schutzausrüstung 2
- 67 Persönliche Schutzausrüstung 3
- 68 Lärminderung - Transporteinrichtung 6
- 69 Lärminderung - Transporteinrichtung 7
- 70 Lärminderung - Transporteinrichtung 8

Band 3

- 71 Lärminderung - Materialauswurf 1
- 72 Lärminderung - Materialauswurf 2
- 73 Lärminderung - Rohrreinigung
- 74 Lärminderung - Rohrbearbeitung
- 75 Lärminderung - Nibbelmaschine
- 76 Lärminderung - Rommeln
- 77 Lärminderung - Druckluftbohrmaschine
- 78 Reinigung von Fliesen in Großküchen
- 79 Lärminderung an Kommunalfahrzeugen
- 80 Einsatz von Steinverlegegeräten
- 81 Handgeschobene Wagen
- 82 Lärminderung - Metallbearbeitung 6
- 83 Stellteile
- 84 Beleuchtungsanlagen
- 85 Geräuschdatenblatt
- 86 Kfz-Werkstätten
- 87 Hochseefischerei
- 88 Geräuschemission 1
- 89 Geräuschemission 2
- 90 Geräuschemission 3
- 91 Geräuschemission 4
- 92 Mischarbeit in Büro und Verwaltung 1
- 93 Mischarbeit in Büro und Verwaltung 2

- 94 Mischarbeit in Büro und Verwaltung 3
- 95 Arbeitsschutz beim Schweißen
- 96 Goldschmiede- und Schmuckarbeiten
- 97 Lärmbeurteilung - Gehörschäden
- 98 Lärmbeurteilung - Extra-aurale Wirkungen
- 99 Arbeitsschutz für leistungsgewandelte
ältere Arbeitnehmer
- 100 Lärmbeurteilung - Steuerungs- und
Überwachungstätigkeiten
- 101 Lärmbeurteilung - Büro-Arbeitsplatz
- 102 Lärmbeurteilung - Montage-Tätigkeiten
- 103 Lärmbeurteilung - Schule, Aus- und
Weiterbildung
- 104 Schwingungsminderung - Bohrwerkzeuge
- 105 Verhütung von Unfällen beim Be- und
Entladen

Band 4

- 106 Die systemische Beurteilung von
Bildschirmarbeit
- 107 Geräuschemission 5
- 108 Internationale anthropometrische Daten
- 109 Kfz-Werkstätten 2
- 110 Kfz-Werkstätten 3
- 111 Kfz-Werkstätten 4
- 112 Händigkeitsgerechte Gestaltung von
Arbeitsmitteln
- 113 Sicherheit und Gesundheitsschutz beim
Räuchern
- 114 Anforderungen an die Softwareentwicklung
- 115 Sicherheits- und gesundheitsgerechte
Gestaltung von Telearbeit
- 116 Psychische Belastung und Beanspruchung
- 117 Arbeitsschutzmanagement
- 118 Schwingungsminderung – Einsatz von
Prüfständen
- 119 Schwingungsminderung – Vermeidung
von Messfehlern
- 120 Gruppenarbeit 1
- 121 Ergonomische Gestaltung von
Kältearbeitsplätzen
- 122 Gruppenarbeit 2
- 126 Qualitätsmanagement bei der Gestaltung
technischer Arbeitsmittel
- 128 Körpermaße des Menschen
- 129 Barrierefreie Raum- und Zugangsgestaltung
- 130 Schwingungsmessung - Personengebundene
Messung am Arbeitsplatz
- 131 Schwingungsmessung - Sitzprüfungen und
Messungen in Fahrzeugen

Stand: April 2006