

Das Ergonomielabor besteht aus

- Laborraum
- Meßraum
- Maschinen- und Lagerräumen.

Der Laborraum wird an Decke und Wänden schallabsorbierend ausgekleidet. Der so entstandene Raum läßt Schalleistungsmessungen für bestimmte Maschinengruppen zu. Weiterhin besteht die Möglichkeit zum Einbau quasistationärer Anlagen. So ist vorgesehen, einen anthropometrischen Versuchstand zur maßlichen Gestaltung des Arbeitsplatzes mobiler Maschinen einzurichten. Kernstück des Labors ist ein Fahr Simulator zur Tätigkeitsuntersuchung von Operateuren mobiler Maschinen (Bild 2). Er setzt sich aus zwei unabhängigen Simulationssystemen für Informationen und Umweltbedingungen zusammen. Darüber hinaus können in dieser Stufe Aufbau und Gestaltung des Arbeitsplatzes variiert werden. Grundlage für die Konstruktion des Simulators bildet der Regelkreis Mensch-Maschine (Bild 3). Der Mensch übernimmt die Funktion des Reglers im System Umwelt-Mensch-Maschine. Er nimmt Informationen auf, aus deren Verarbeitung er Bedienhandlungen ableitet, die wiederum auf die Informationsquellen zurückwirken. Die für eine sichere Ausführung der Aufgabe notwendigen Informationen entstehen aus drei Quellen:

- Umwelt bzw. Feld
- Schnittstellen Umwelt-Maschine und Maschine-Maschine (äußerer Prozeß)
- Arbeits- und Antriebsorgane (innerer Prozeß).

Die angebotenen Informationen werden vom Operateur bewertet. Zur Simulation darf kein Informationsstrom vernachlässigt werden. Ausgehend von einer Analyse der Handlungsstrukturen beim Fahren verschiedener Mährescher konnten wesentliche, allgemeingültige Tätigkeitsanforderungen gefunden werden. Diese werden im Simulator mit Hilfe der Computeranimation dargeboten. Entwickelt wurde eine vierdimensionale Aufgabe mit sensorischen Koordinationsleistungen (Tracking). Die Darbietung soll auf zwei übereinander angeordneten Bildschirmen erfolgen.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, das Verhalten an anderen Maschinen mit Hilfe eines

mehrfarbigem Leuchtenfeldes zu simulieren. Die zum Bedienstand gehörenden Anzeigeelemente werden ebenfalls angesteuert. Durch diese drei Displays werden zwei Informationsquellen nachgebildet. Informationen aus Feld und Umwelt werden der Versuchsperson mündlich durch den Versuchsleiter vermittelt.

Die Ansteuerung aller Displays erfolgt von einer zentralen Rechneinheit. Derzeit wird mit der Erstellung des Simulationsprogramms begonnen.

Als Testarbeitsplätze sind serienmäßige Bedienstände oder im Entwicklungsprozeß entstandene Muster vorgesehen. Diese sind mit allen Bedienelementen ausgerüstet, so daß die Möglichkeit der Rückkopplung der Bedienhandlungen auf den Simulationsrechner besteht.

Als Alternative zu diesem Verfahren wurde die Möglichkeit eines auf Videotechnik beruhenden Fernsehsimulators geprüft. Dabei sind jedoch zu große Kompromisse an die Variabilität der Anlage für andere Maschinen einzugehen. Deshalb erhielt die Computersimulation den Vorzug.

Die Arbeitsumweltfaktoren stellen für mobile Maschinen wichtige Ausführungsbedingungen dar. Sie beeinflussen das Leistungsverhalten des Operateurs so entscheidend, daß sie nicht vernachlässigt werden dürfen. Außerdem wirken sie teilweise als Informations-träger. Deshalb ist vorgesehen, die Arbeitsumweltfaktoren Lärm, Klima und Schwingungen in praxisrelevanten Grenzen zu simulieren (vgl. Tafel 1).

Das erfolgt aus technischen Gründen im wesentlichen unabhängig von der Tätigkeitssimulation. Lediglich bei der Geräuschsimulation werden informationstragende Komponenten gesondert behandelt.

Probleme bereitet die Überprüfung der Gültigkeit des Verfahrens zur Tätigkeitssimulation. Dabei soll auch ein Ausdruck für die Simulationsgüte bestimmt werden. Ein solcher Wert muß das Verhältnis von Simulation und Feldsituation zum Ausdruck bringen. Der Vergleich ist auf verschiedenen Ebenen möglich. Solche sind z. B.

- Vollständigkeit der Handlungsstruktur
- Häufigkeit und Wertigkeit von Fehlhandlungen

Tafel 1. Simulationsbereiche für Arbeitsumweltfaktoren

Arbeitsumweltfaktoren	Bereich
Lärm	
Äquivalenter Dauerschallpegel	$L_{eq} = 60 \dots 90 \text{ dB (A)}$
Ganzkörperschwingung	
Schwingbeschleunigung	$\ddot{a}_b = 0 \dots 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
Erregerfrequenz	$f_{err} = 1 \dots 50 \text{ Hz}$
Schwingweg	$\dot{x} = 0 \dots 100 \text{ mm}$
Klima	
Lufttemperatur	$t_L = 25 \dots 40^\circ \text{C}$
Luftfeuchte	$\phi_L = 30 \dots 70 \%$

- Ausführungs- und Reaktionszeiten
- physiologische Beanspruchung und psychische Akzeptanz durch die Versuchsperson.

Im vorliegenden Fall erfolgt die Ausarbeitung eines Verfahrens zur Gütebestimmung zunächst auf der Grundlage des Vergleichs der Handlungsstrukturen in der Feld- und Simulatorsituation.

Geplante experimentelle Untersuchungen im funktionsfähigen Labor

Nach der Fertigstellung bietet das Ergonomielabor eine Vielzahl von Forschungsmöglichkeiten. Das Ziel erster Untersuchungen besteht darin, die Auswirkung der Automatisierung sowohl des äußeren als auch des inneren Prozesses auf die Tätigkeit des Operateurs zu untersuchen. Weiterhin kann die Wirkung verschiedener Maßnahmen zur Verminderung der Belastung durch Arbeitsumweltfaktoren getestet werden. Die Untersuchungen sind auf keine bestimmten Maschinengruppen eingeschränkt. Die Anlage kann für ein breites Spektrum mobiler Arbeitsmaschinen genutzt werden. Voraussetzung ist lediglich eine vollständige Analyse und Beschreibung der Tätigkeitsanforderungen, auf deren Grundlage ein kompatibles Simulationsprogramm erstellt werden kann. Das Konzept der Anlage läßt darüber hinaus die Untersuchung ausgewählter Probleme stationärer Arbeitsplätze zu.

Neben der Forschung bestehen Möglichkeiten zum Einsatz als Fahrtrainer sowie in der studentischen Ausbildung. A 5690

Fachgerechte Anwendung individueller Gehörschutzmittel

Dozent Dr. sc. agr. G. Münzenberg

Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung

Gesetzliche Festlegungen

Im Arbeitsgesetzbuch der DDR wird im § 205 u. a. festgelegt, daß der Betrieb verpflichtet ist, Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren und Arbeitsstätten so zu gestalten, daß die geforderte Arbeitssicherheit gewährleistet wird und gesundheitsgefährdende Arbeiten einzuschränken sind. Überall dort, wo der Schutz vor arbeitsbedingten Gefährdungen aus zwingenden Gründen durch technische, technologische und arbeitsorganisatorische Maßnahmen nicht oder nur unvollkommen erreicht wird, sind u. a. individuelle Körperschutzmittel anzuwenden. Die individuellen Gehörschutzmittel sind ein Teil der Kör-

perschutzmittel und werden dem Werk-tätigen entsprechend den speziellen Anforderungen an den Gehörschutz kostenlos zur Verfügung gestellt. Die Werk-tätigen sind ihrerseits verpflichtet, die ihnen zur Verfügung gestellten Körperschutzmittel zweckentsprechend zu verwenden und pfleglich zu behandeln.

In den Instandsetzungsbetrieben der Landtechnik nimmt der Lärm, neben einer Reihe anderer Arbeitsumweltbelastungen, unverändert einen vorderen Platz ein. Diese Tatsache führte auch zu einer Reihe von Festlegungen, die in den Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Land-, Forst-

und Nahrungsgüterwirtschaft [1] ihren Niederschlag gefunden haben. Hier heißt es u. a.: „Für die Genossenschaftsbauern und Arbeiter an Arbeitsplätzen mit Lärmexposition ist ausreichend individueller Gehörschutz zu planen und einzusetzen.“

Das Aufgabengebiet des Technologen darf sich daher nicht nur auf die rationelle Gestaltung des Instandsetzungsprozesses beschränken, sondern muß den Gesundheits- und Arbeitsschutz sowie den Brandschutz (GAB) mit einbeziehen. Das erfordert jedoch spezielle Kenntnisse, damit die vom Hersteller von Körperschutzmitteln installierte und geplante Schutzwirkung auch erreicht wird.

Eine nicht fachgerechte Anwendung kann zu einer zusätzlichen Belastung und letztendlich zu einer Ablehnung durch die Werk tätigen führen.

Individuelle Gehörschutzmittel, Dämmwerte und Trageeigenschaften

Die individuellen Gehörschutzmittel werden in folgende Gruppen unterteilt:

- den Gehörgang von außen verschließende, sog. extraaurikuläre Gehörschutzmittel
- den Gehörgang von innen verschließende, sog. intraaurikuläre Gehörschutzmittel.

Bei den extraaurikulären Gehörschutzmitteln handelt es sich vorwiegend um die nachgenannten Gehörschutzkappen:

- Hermetos-Variant 1 (Dämmwert $\Delta L = 29$ dB)
- Hermetos-Variant 3 (Dämmwert $\Delta L = 35$ dB).

An intraaurikulären Gehörschutzmitteln werden vorwiegend folgende verwendet:

- Lauschaer Gehörschutzwatte (Dämmwert $\Delta L = 10...15$ dB)
- Pneumant-Gehörschutzstopfen (Dämmwert $\Delta L = 25$ dB).

Alle Dämmwerte beziehen sich auf eine Frequenz von 1000 Hz [2].

Die Erfahrungen zeigen immer wieder, daß den Werk tätigen an Lärmarbeitsplätzen zwar individuelle Gehörschutzmittel zur Verfügung gestellt werden, sie jedoch unzureichend oder überhaupt nicht über die fachgerechte Anwendung und über die Trageeigenschaften und Gewöhnungszeiten informiert werden. Damit die installierte und geplante Schutzwirkung der unterschiedlichen individuellen Gehörschutzmittel erreicht wird, muß sich der Technologe auch aus den hier angrenzenden Wissensgebieten das erforderliche Grundwissen aneignen, damit er die Forderungen des GAB auch umfassend erfüllen kann.

Allgemeine Hinweise zum Tragen von Gehörschutzkappen

Gehörschutzkappen decken das äußere Ohr ab. Sie werden als Bügelgerät oder als Einsteckgerät zum Schutzhelm angeboten. Beim Einsatz ist darauf zu achten, daß die Kapsel das Außenohr mit der Ohrmuschel und der Ohrmulde vollständig abdeckt. Das Dicht ringpolster besteht aus physiologisch unbedenklichem Plastrmaterial. Es ist regelmäßig zu reinigen, um äußere Entzündungen, die durch Schweiß in Verbindung mit Staub hervorgerufen werden können, zu vermeiden.

Gehörschutzkappen sind bei einem Schalldruckpegel zwischen 100 und 115 dB (A) einzusetzen. Liegt der Wert über 115 dB (A), ist eine Kombination z. B. von Gehörschutzwatte und Gehörschutzkappen vorzunehmen.

In der internationalen Fachliteratur wird wiederholt darauf hingewiesen, daß beim Tragen von Gehörschutzkappen ein Verlust an Richtungshören eintritt, der sich besonders nachteilig bei Werk tätigen auswirkt, die Traktoren im Straßenverkehr führen. Gleiches trifft auch in Instandsetzungshallen zu, wenn es darum geht, Gefahren rechtzeitig zu erkennen und zu orten. Da in den Fahrer kabinen der Traktoren keine Schalldruckpegel in der o. g. Größenordnung auftreten, sollten

hier intraaurikuläre Gehörschutzmittel zum Einsatz kommen.

Vorteile extraaurikulärer Gehörschutzmittel sind:

- einfache Handhabung
- kein „Fremdkörper“ im äußeren Gehörgang
- gute Kontrolle der Anwendung der Gehörschutzmittel
- gute Schalldämmung bei hohen Frequenzen
- individuelle Anpassung ist nicht erforderlich.

Nachteilig wirkt sich beim Einsatz extraaurikulärer Gehörschutzmittel aus:

- körperlich schwere Arbeiten und hohe Umgebungstemperaturen können in Verbindung mit Staubeinwirkungen und Bewegungen der Gehörschutzkappe zu Hautreizungen führen
- verringerte Schutzwirkung bei Brillenträgern oder bei Werk tätigen, die Arbeitsschutz-Brillen tragen
- ständiges Auf- und Absetzen führt zur Überdehnung der Bügel, wodurch sich die Schalldämmung leicht verringern kann.

Allgemeine Hinweise zum Tragen von Gehörschutzwatte oder Gehörschutzstopfen

Der Einsatz intraaurikulärer Gehörschutzmittel erfordert eine wesentlich größere Sorgfalt und die Einhaltung spezieller hygienischer Forderungen. Um die Gehörschutzwatte oder die aus polymerem Schaumstoff bestehenden Gehörschutzstopfen fachgerecht zum Einsatz zu bringen, sind Informationen über die Form und Größe des menschlichen Gehörganges erforderlich. Vor dem Einsetzen der zylinderförmigen Gehörschutzmittel bedarf es einer sorgfältigen und mit nicht unerheblichen Risiken einer Trommelfellverletzung verbundenen Reinigung des Gehörganges, da sonst z. B. durch den Gehörschutzstopfen Cerumen und daran gebundener Staub in das Ohr geschoben wird, der zu Entzündungen führen kann. Den Werk tätigen sind daher nicht nur die entsprechenden intraaurikulären Gehörschutzmittel zur Verfügung zu stellen, sondern gleichzeitig die erforderlichen Reinigungsmittel und die damit verbundenen Informationen. Das intraaurikuläre Gehörschutzmittel ist der Form des Gehörganges entsprechend vorzuformen. Um das Gehörschutzmittel ohne Druck einsetzen zu können, ist die Krümmung des äußeren Gehörganges durch Ziehen an der Ohrmuschel nach oben und nach hinten zu überwinden. Durch das Einsetzen z. B. eines Gehörschutzstopfens kann ein Überdruck entstehen, der zu unangenehmen Verspannungen des Trommelfells führt. Umgekehrt kann durch Kaubewegungen ein Unterdruck mit gleichen Folgen entstehen. Durch den Einsatz derartiger „Fremdkörper“ kann im knöchernen Teil des Gehörganges ein feuchtwarmes Klima entstehen, das einen guten Nährboden für die Ansiedlung von Mykosen (Hautpilzen) bildet. Es ist daher zu empfehlen, den Gehörgang gelegentlich für eine gewisse Zeit, vor allem in den Arbeitspausen, zu belüften.

Die Gehörschutzstopfen sind für einen mehrmaligen Gebrauch bestimmt und müssen daher sorgfältig gereinigt werden. Zugleich ist dem Werk tätigen eine geschlossene Verpackung zu übergeben, in der er die gereinigten Gehörschutzstopfen bis zum Wiederholen,

Gebrauch hygienisch einwandfrei aufbewahren kann. Eine Vernachlässigung dieser hygienischen Forderungen bildet ein erhebliches Risiko für eine Gehörganginfektion.

Vorteilhaft haben sich beim Einsatz von intraaurikulären Gehörschutzmitteln folgende Eigenschaften erwiesen:

- geringe Masse
- wesentlich geringere Belastung von Brillenträgern
- unauffällig.

Als Nachteil von intraaurikulären Gehörschutzmitteln sind zu nennen:

- Reizung der empfindlichen Haut des Gehörganges möglich
- besonders hohe Anforderungen an die Hygiene.

Kriterien der Auswahl

Es muß beachtet werden, daß kein wirkungsvolleres Gehörschutzmittel zum Einsatz kommt, als zur Vermeidung eines Gehörschädigungsrisikos notwendig ist. Bei Nichtbeachtung dieses Grundsatzes treten Schwierigkeiten bei der Sprachverständigung und bei der Wahrnehmung informationshaltiger Arbeitsgeräusche auf, die im Extremfall zu einem Arbeitsunfall führen können. Bei den Werk tätigen führen solche Probleme in vielen Fällen zur Ablehnung bzw. zur Manipulation am Gehörschutzmittel und damit zur Minderung der Schutzwirkung. In diesem Zusammenhang ist noch zu erwähnen, daß Werk tätige, die zur Erfüllung einer Arbeitsaufgabe ein individuelles Gehörschutzmittel tragen müssen, eine Gewöhnungszeit von rd. 14 Tagen benötigen.

Zusammenfassung

Die Beseitigung der Lärmexposition in den landtechnischen Instandsetzungsbetrieben erfordert ein komplexes Vorgehen. Der Schwerpunkt liegt unverändert in der Beseitigung der Lärmquellen bzw. in der Minderung der Lärmmentstehung und -ausbreitung. Überall dort, wo das aus technisch-technologischen und arbeitsorganisatorischen Gründen und zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht möglich ist, sind individuelle Gehörschutzmittel fachgerecht anzuwenden. Das erfordert spezielle Kenntnisse, damit die installierte und geplante Schutzwirkung erreicht und der Werk tätige nicht zusätzlich belastet wird.

Literatur

- [1] Verfügung zum Schutz der Genossenschaftsbauern und Arbeiter der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft vor gehörschädigendem Lärm. Verfügungen und Mitteilungen des Ministeriums für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft, Nr. 3/87, vom 28. August 1987, S. 27.
- [2] Autorenkollektiv: Arbeitswissenschaften für Ingenieure. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1988, S. 194.