

Alexandra Polster, Amberg

Sitztechnik der Zukunft

Berufliche Belastung und Beanspruchung des im Agrarbereich Tätigen sind sehr hoch. Eine entsprechende Arbeitsplatzgestaltung kann als Maßnahme zur Verhältnisprävention betrachtet werden. Der vorliegende Beitrag zeigt am Beispiel Fahrersitz in der Nutzfahrzeugkabine, wie eine solche Gestaltung menschengerecht und innovativ erfolgen kann.



Maximo Evolution

Dipl. Phys. Alexandra Polster ist Mitarbeiterin im Bereich Vorentwicklung für Fahrer- und Passagiersitze der Firma Grammer AG, Köferinger Str. 9-13, 92245 Kümmerbruck; e-mail: alexandra.polster@grammer.com

Schlüsselwörter

Prävention, Biomechanik, Schwingungskomfort, Bedienkomfort, Aktive Sitzklimatisierung

Keywords

Prevention, bio-mechanics, vibration comfort, operating convenience, active seat conditioning

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04304 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Nutzfahrzeugkabinen samt Fahrersitz sind als Arbeitsplatz zu betrachten. Als solche sind sie nach funktionell-anatomischen, anthropometrischen und biomechanischen Gesichtspunkten zu gestalten mit der Zielsetzung, die Leistungsfähigkeit und Gesundheit des Fahrers zu erhalten.

Das volkswirtschaftliche Präventionspotenzial ist dabei sehr hoch, da die durch Arbeitsunfähigkeit verursachten Kosten enorm sind [1]. Muskel- und Skeletterkrankungen haben den größten Anteil an Arbeitsunfähigkeitstagen und weisen außerdem eine steigende Tendenz auf [2].

Gerade im Agrarbereich sind die von außen auf den Menschen wirkenden Belastungen sehr hoch. Folglich klagt dort ein höherer Anteil an Beschäftigten über Muskelschmerzen in Arm oder Bein sowie über Rückenschmerzen (in Summe 70% [3]) als im Durchschnitt aller übrigen Wirtschaftssektoren (in Summe 50% [3]).

Im Bereich der pflanzlichen Produktion wird sehr viel Zeit auf dem Traktorsitz verbracht. Das Sitzen an sich wäre unproblematisch, aber das Sitzen unter Einwirkung von Ganzkörperschwingungen, wie dies bei Feldarbeiten oder Transportfahrten der Fall ist, kann Schädigungen der Wirbelsäule bis zum Auftreten einer Berufskrankheit (BK2110) hervorrufen. Es liegt in der Pflicht und Verantwortung des Sitzherstellers, seinen Beitrag zur Verhältnisprävention durch ergonomische Gestaltung des Arbeitsplatzes Fahrersitz zu leisten. Mit einem guten, zeitgemäßen Produkt kann auch die Verhaltensprävention unterstützt werden.

Zeitgemäße Sitzentwicklung

Der Fahrersitz ist die Hauptschnittstelle zwischen Mensch und Kabine, er beeinflusst die Arbeitsbedingungen maßgeblich. Hier-

Bild 1: Sitzkomfort wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst

Fig. 1: A lot of parameters influence the seat comfort



bei muss berücksichtigt werden, um welche Arbeitsmaschine es sich handelt. Die Arbeitsaufgabe eines Staplerfahrers unterscheidet sich erheblich von den Aufgaben eines Traktor- oder Mähdrescherfahrers.

Es sind jedoch immer die selben Komfort- und Ergonomiefaktoren, die den Gesamtkomfort am Arbeitsplatz Fahrersitz in der Kabine bilden (Bild 1). In Abhängigkeit vom Einsatz müssen die einzelnen Faktoren unterschiedlich bewertet werden, denn jede Arbeitssituation stellt andere Anforderungen an den Fahrer. Dieser Komfort ist nicht mit Luxus zu verwechseln, denn er dient direkt oder indirekt durch Steigerung des Wohlbefindens der Gesunderhaltung des Fahrers.

Es handelt sich hierbei keineswegs um voneinander unabhängige Parameter, sondern um ein komplexes Zusammenspiel wechselwirkender Größen. Gerade deshalb ist es wichtig, die Gestaltung und Auslegung des Produktes auf seine Anwendung hin zu optimieren. Alle Faktoren und die damit verbundenen physikalischen Größen müssen gewissen Mindestanforderungen genügen.

Biomechanik

Wie die Statistiken über die Ausfallzeiten zeigen, ist der Handlungsbedarf in der Verhältnisprävention groß. Voraussetzung für diese ist, möglichst tiefgehende Erkenntnisse über den Menschen und seine Funktionsweise zu haben. In Verbindung mit Sitzsystemen gilt dies insbesondere für die Biomechanik des Menschen. Grammer hat in den letzten Jahren den KnowHow-Transfer durch engen Kontakt zwischen Industrie und Forschung gefördert und unterstützt die Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Wirbelsäule mit der jährlichen Vergabe des Grammer European Spine Journal Award [4], dem mit 20000 € höchstdotierten Preis auf diesem Gebiet. Zudem hat Grammer 2001 den sogenannten ergomechanics - Kongress, einen interdisziplinären und internationalen Wirbelsäulenkongress, veranstaltet. Eine Fortsetzung ist für 2005 geplant.

Wir haben dabei gelernt, dass durch aktuelle biomechanische Forschungsergebnisse bisherige Grundsätze der Ergonomie ins Wanken kommen können und teilweise widerlegt wurden. Das Paradebeispiel hierfür ist die Grundregel der Rückenschule, dass Sitzen belastender ist als Stehen und dass im Sitzen deshalb die Stehhaltung durch aufrechte Haltung möglichst gut nachgeahmt werden sollte. Diese Annahme wurde durch verschiedene Messungen widerlegt [5]. Die neuen Erkenntnisse fordern ein Sitzen in unterschiedlichsten Sitzhaltungen, es gibt keine Sitzposition, die dauerhaft gut ist. Ein bewegtes Sitzen dagegen dient durch Bewegungs- und Belastungswechsel der druckabhängigen Bandscheibenernährung.

Schwingungskomfort

Neben statischer Zwangshaltung, Seitneigung und Torsion der Wirbelsäule sowie Schwerarbeit und ruckartigem Heben sind auch die Einwirkungen von Ganzkörperschwingungen im Sitzen ein Risikofaktor für das Auftreten von Rückenproblemen.

Das Belastungs-Beanspruchungs-Modell (Bild 2) für mechanische Ganzkörperschwingungen [6] zeigt, in welcher Weise der Fahrersitz die Belastung beeinflussen kann. Die Sitzfederung bestimmt, welche physikalischen Belastungen bei gegebenem Fahrzeug und Fahrbahnprofil an den Fahrer weitergegeben werden.

Die für die Schwingungsverminderung durch den Sitz maßgeblichen Größen sind dessen Eigenfrequenz und der verfügbare Federweg. Diese Parameter sind auf die Schwingungseinleitung abzustimmen.

Die Gewichtseinstellung dient der Gesunderhaltung und ist eine der wichtigsten Funktionen am Fahrersitz. Ihre Bedienung ist aber oft nicht sehr einsichtig, so dass die Anpassung nicht oder falsch vorgenommen wird. Deshalb wurde der Maximo Evolution mit einer aktiven Gewichtseinstellung ausgestattet. Durch den Einsatz einer entsprechenden Sensorik und Elektronik stellt sich der Sitz vollautomatisch auf das jeweilige Fahrgewicht ein. Der selbe Sitz verfügt über eine sogenannte Niederfrequenzfederung, die auch Einleitungen im unteren Spektralbereich absorbiert und damit noch weniger Schwingungsbelastungen an den Fahrer weitergibt. Natürlich ist neben einer sehr guten Vertikalfederung auch eine Abfederung der horizontalen Schwingungseinleitung notwendig. Gerade bei Fahrten in schwierigem Gelände oder mit Anhängern und Zusatzgeräten sind diese Einleitungen nicht unerheblich. Aus diesem Grund ist die neue Sitzgeneration (Maximo Evolution) serienmäßig mit Längs- und Seitenhorizontalfederung ausgestattet.

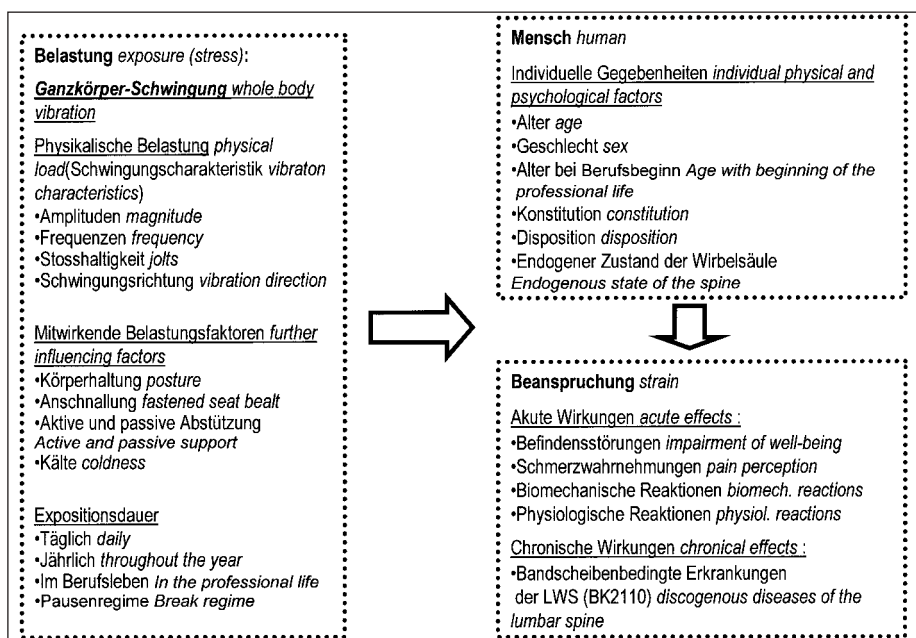


Bild 2: Belastungs-Beanspruchungsmodell für mechanische Ganzkörperschwingungen (nach [6])

Fig. 2: Load-strain model for mechanical whole body vibrations (acc. to [6])

Bedienkomfort

Moderne Technik ermöglicht es, immer mehr Funktionen in einen Sitz zu integrieren. Doch der Nutzer liest praktisch nie die Bedienungsanleitung, wie Nutzerstudien zeigten. Selbst wichtige Funktionen an einem Sitz werden nicht oder falsch eingestellt. Betrachtet man die Arbeitsaufgaben des Sitz-Nutzers, so ist dies auch nicht verwunderlich. Das Sitzen ist kein eigenes Handlungsziel. In Folge dessen nutzt der Fahrer nur solche Funktionen (etwa die Längseinstellung), die für ihn unmittelbar notwendig sind, um sein Handlungsziel zu erreichen [7].

So sollte man sich am Beginn einer Sitzentwicklung fragen, welche Funktionen vom Fahrer wirklich genutzt werden und wie diese ohne Studium der Bedienungsanleitung bedient werden können. Aus diesem Grund wurde eine Produktentwicklung mit einer ausführlichen Nutzer-Inputstudie gestartet, deren Ergebnisse in den Entwicklungsprozess einfließen und immer wieder durch entsprechende Evaluationstudien überprüft werden. Die so entstandene Bedienphilosophie „Design for use“ besagt, dass die Bedienfunktionen selbst erklärend und leicht erlernbar sein müssen. Erreicht wird dies durch eine Hierarchielogik, eine Platzierungslogik und einer Grifflogik. Genauso wichtig wie die Rückkopplung des Bedienelementes ist die Rückkopplung des Systems.

Die Nutzerforschungen haben auch gezeigt, dass schwierig nachzuvollziehende, aber gesunderhaltende Funktionen automatisch gesteuert werden sollten. Wie bereits erwähnt, wurde dies in der aktiven Gewichtseinstellung des Sitzes „Maximo Evolution“ umgesetzt.

Aktive Sitzklimatisierung

Sitzklima ist ein primärer Komfortfaktor, weil der Fahrer es permanent spürt.

Der Mensch produziert durch Stoffwechselprozesse ständig Wärme. Auf der anderen Seite muss er als Warmblüter seine Temperatur im Körperkern ziemlich genau auf 37° halten. Die dazu notwendige Wärmeabgabe erfolgt zu 90% über die Haut durch Wärmestrahlung, Wärmeleitung und Verdunstung. Um dem Fahrer ein angenehmes Sitzklima (und entspannteres Arbeiten) zu bieten, hat Grammer eine aktive Sitzklimatisierung entwickelt. Durch dieses System, bestehend aus Ventilator, Speicherschicht und Ventilationschicht, werden Feuchte und Wärme im Bereich zwischen Fahrer und Sitz abtransportiert. Im Gegensatz zu bestehenden Klimasystemen wird hier schon im passiven Modus eine Verbesserung des Sitzklimas gewährleistet und zum anderen im aktiven Betrieb das Gesundheitsrisiko durch Zugluft umgangen. Dieses System findet sich serienmäßig im „Maximo Evolution“.

Ausblick

Reduzierung der Belastung für den Fahrer war und ist Ziel der Entwicklungen von Fahrzeugkabine und Sitz.

Für die Zukunft sehen wir Optimierungspotenzial durch eine engere Abstimmung zwischen Fahrzeug und Sitz. Die Nutzerstudien sollten ausgedehnt werden auf den Gesamtarbeitsplatz Fahrerkabine, um noch besser auf die Bedürfnisse und Anforderungen des Menschen an seinem speziellen Arbeitsplatz eingehen zu können.

Auch zur Erfüllung künftiger Vorschriften zur Schwingungsreduzierung, wie die Richtlinie 2002/44/EG, ist eine engere Abstimmung sinnvoll und notwendig.