

Arbeitsphysiologische Probleme in der Landtechnik, insbesondere beim Schlepperfahren

Von Sylvester Rosegger, Potsdam-Bornim

Exakte Untersuchungen über das schwingungstechnische Verhalten des menschlichen Körpers beim Schlepperfahren, wobei in den einzelnen Ländern unterschiedliche Schleppersitz- und Schlepperkonstruktionen Verwendung fanden, sind in den letzten Jahren auf breiter Ebene durchgeführt worden. Auf die Ergebnisse dieser Untersuchungen soll im einzelnen in diesem Rahmen nicht näher eingegangen werden, da sie durch die ausführlichen Untersuchungsberichte besonders deutscher Wissenschaftler, wie *Haack* [1 bis 3], *Dieckmann* [4 bis 12], *Dupuis* [13 bis 20], *Drechsler* [21; 22] u. a. hinreichend bekannt sein dürften.

Dem Landmaschinenkonstrukteur werden auf Grund dieser Ergebnisse u. a. Angaben über Schwingungshöhen bestimmter Körperregionen, über die Reaktion der Pulsfrequenz, den Energieverbrauch und die Veränderungen der elektrischen Hautkapazität im Verlauf dieser Untersuchungen gemacht. Es wird auf den notwendigen Fahrkomfort sowie auf eine bessere Zuordnung der Bedienteile hingewiesen. In welchem Ausmaß jedoch diese Ergebnisse bei der Neuentwicklung von Schleppern und Landmaschinen oder bei deren Verbesserung berücksichtigt werden, ist mehr oder weniger von der Einsicht des Konstrukteurs wie auch von preislichen Erwägungen abhängig. Entscheidend mag dabei sein, daß über die tatsächlichen Auswirkungen der Erschütterungen auf den Gesundheitszustand eines Schlepperfahrers nach mehrjährigem, ausschließlichen Schlepperfahren nur wenig bekannt ist. Ziel dieser Ausführungen soll es daher sein, über mehrjährige arbeitsmedizinische Untersuchungsergebnisse bei mehr als 300 Traktoristen zu berichten, um damit die schwingungstechnischen Untersuchungen zu ergänzen und als Landtechniker, beeindruckt von der Inhaltsschwere dieser Ergebnisse, den sich hieraus ergebenden Forderungen an die Landmaschinenindustrie entsprechenden Nachdruck zu verleihen.

Durch die Einrichtung der Maschinen-Traktoren-Stationen in der DDR boten sich für derartige arbeitsmedizinische Untersuchungen besonders günstige Voraussetzungen, weil sich die hier beschäftigten Traktoristen fast ausschließlich im Einsatz als Schlepperfahrer befinden, in der Regel etwa 10 Monate im Jahr. Besonders erfreulich ist die Tatsache, daß bei Beginn der Untersuchungen im Jahr 1955 in den Maschinen-Traktoren-Stationen keine Frauen mehr zum Schlepperfahren eingesetzt waren. Nach dem anfänglichen Einsatz von Traktoristinnen in den ersten Jahren hat sich dieses Problem, maßgeblich unterstützt durch die Warnungen der Gynäkologen, gelöst, indem die ausgebildeten Traktoristinnen in Verwaltungsstellen dieser Stationen eingesetzt worden sind und neue Traktoristinnen nicht mehr ausgebildet werden.

Bei der Auswertung des sehr umfangreichen Untersuchungsmaterials waren ein stark aufgehäuftes Auftreten von röntgenologisch und klinisch nachweisbaren Magenerkrankungen sowie ein erheblich vorzeitiges Auftreten degenerativer Veränderungen der Wirbelsäule augenscheinlich [23 bis 27]. Wir haben daher versucht, endogene und exogene Faktoren zu erkennen, die entscheidend an diesen bei Traktoristen gehäuft auftretenden Erscheinungen beteiligt sind.

Alle biologischen Funktionen haben bekanntlich die Eigenschaft zu ermüden, sofern nicht ausreichende Erholungsphasen eingeschaltet werden [28]. Durch die beim Schlepperfahren auf-

tretenden Erschütterungen wirken auf den menschlichen Körper verschiedene, schwer gegeneinander abgrenzbare Belastungsmomente ein. Sie stellen grundsätzlich eine Belastung des gesamten Körpers unter der führenden Rolle des Zentralnervensystems dar [29]. Dem organspezifischen Aufbau der einzelnen Systeme entsprechend ist die Reaktion unterschiedlich. Uns interessieren in diesem Zusammenhang in erster Linie die Vorgänge im Bereich des Magen-Darm-Kanals und der Wirbelsäule.

Die durch die Erschütterungen hervorgerufene veränderte Reaktionslage des vegetativen Nervensystems [6] wirkt sich sekundär auf die Tätigkeit des Magen-Darm-Kanals aus, indem es zu Spannungsänderungen im Bereich der glatten, der nicht dem menschlichen Willen unterliegenden Muskulatur der Magen-Darm-Wände kommt [30], wodurch zwangsläufig die Sekretion der für den Verdauungsvorgang verantwortlichen Drüsen vor allem dann ungünstig beeinflusst wird, wenn die Belastung andauernd ohne entsprechende Erholungspausen einwirkt, und wenn in diesem Zustand noch zusätzliche Arbeit verrichtet werden muß. Bei den Traktoristen, die grundsätzlich beim Schlepperfahren essen und keine warme Mahlzeit innerhalb ihrer in der Regel 8- bis 10stündigen Arbeitszeit einnehmen, sind die pathologischen Magenveränderungen in erheblich stärkerem Ausmaß nachweisbar als bei den Traktoristen, die ihr Essen grundsätzlich während einer Arbeitspause verzehren und Gelegenheit haben, in Ruhe eine warme Mahlzeit einzunehmen.

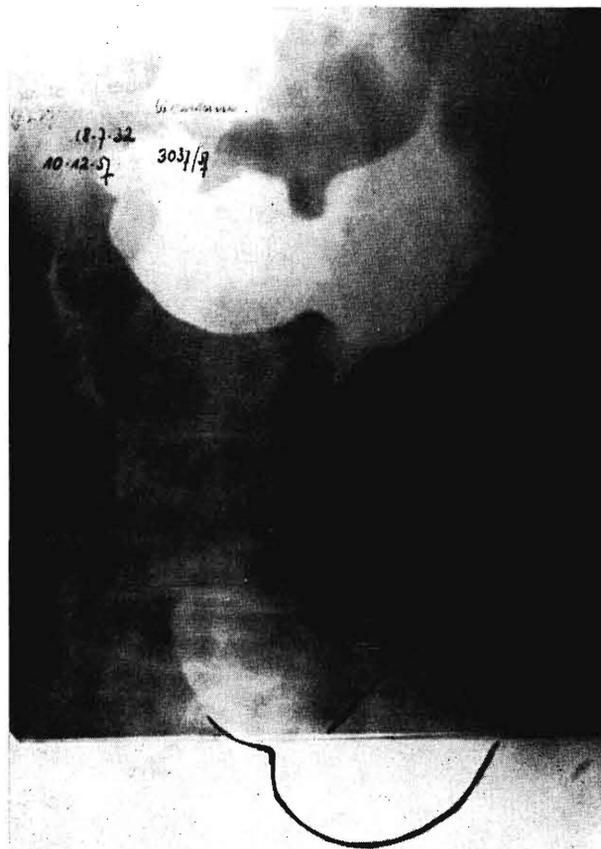


Bild 1. Magenübersicht eines in normaler Höhe liegenden Magens und einer Magensenkung zwecks Darstellung der Lage innerhalb der Bauchhöhle (Fotomontage).

Prof. Dr. Sylvester Rosegger ist Direktor des Institutes für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.

Es ist verständlich, daß der Magen in diesem Reizzustand auf die Dauer nicht die Kraft für die zum Verdauungsvorgang erforderlichen Kontraktionen hat. Aus diesem Ermüdungszustand resultiert schließlich neben der Schleimhautreizung und einer vermehrten Sekretion des Magensaftes eine Magensenkung mit Entleerungsverzögerungen. Eine Darstellung dieser Vorgänge innerhalb des menschlichen Körpers ist unerlässlich, wenn die pathologischen Erscheinungen im Bereich des Magen-Darm-Kanals bei den Traktoristen eine Erklärung finden sollen, **Bild 1**.

Von den untersuchten Traktoristen fanden sich bei 76% röntgenologisch nachweisbare pathologische Magenveränderungen, während 51% klinische Erscheinungen hatten. Wenn wir dabei das mittlere Lebensalter der untersuchten Traktoristen von 26 Jahren in Betracht ziehen, so dürfte dieses Ergebnis sehr nachdenklich stimmen, zumal allgemein bekannt ist, daß eine restlose Ausheilung von Magenerkrankungen nur sehr schwer möglich ist.

Bei einer Tätigkeit als Traktorist von 4 Jahren an gehen die akuten Reizerscheinungen der Magenschleimhaut und der Magenwandmuskulatur bereits in sogenannte chronische Veränderungen über, d. h. in diesen Fällen ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit mit irgendeiner erfolgversprechenden Therapie überhaupt nicht mehr zu rechnen.

Gewisse konstitutionelle Momente begünstigen auch bei den Traktoristen das Auftreten von Magenerkrankungen. So scheinen die zu dem asthenischen Habitus gehörenden Traktoristen eine besondere Disposition zu besitzen, während die Pykniker offenbar gegenüber den Erschütterungen zumindest im Hinblick auf das Entstehen pathologischer Magenveränderungen widerstandsfähiger sind. Eine Abhängigkeit von einem bestimmten Schleppertyp und einer Leistungsklasse war nicht erkennbar, weil die Traktoristen der Maschinen- und Traktorenstationen in der Regel auf verschiedenen Schleppern aller Leistungsklassen abwechselnd fahren.

Übertragen wir die Erkenntnisse von den biologischen Ermüdungsvorgängen auf die an der Wirbelsäule und speziell an dem Dämpfungselement, den Bandscheiben, auftretenden Erscheinungen, die durch die pausenlos auf den Körper einwirkenden Makro- und Mikrotraumen hervorgerufen werden, dann ist es zum Verständnis notwendig, kurz auf die Physiologie der Wirbelsäule einzugehen.

Vom mittleren Lebensalter an sind degenerative Veränderungen an den Bandscheiben physiologisch, und zwar treten an einigen entwicklungsgeschichtlich bedingten Stellen mit herabgesetzter Widerstandskraft durch die normalen Belastungen des täglichen Lebens feinste Zerreißen auf, die Gewebe- und Elastizitätsverlust der Bandscheibe zur Folge haben. Durch äußere Faktoren kann dieser Zustand der Degeneration erheblich beschleunigt bzw. vorverlegt werden [31].

Sportliche und berufliche Überbelastungen, unter denen in der Literatur bereits unkoordinierte Erschütterungen durch Verkehrsmittel und Zugmaschinen genannt werden [32], konnten bei gezielten Röntgenuntersuchungen bestimmter Berufsgruppen als Ursache für den vorzeitigen Eintritt der degenerativen Veränderungen an der Wirbelsäule erkannt werden.

Einer Zusammenstellung derartiger, aus der Literatur entnommener Untersuchungen sei das Ergebnis unserer Röntgenuntersuchungen bei Traktoristen gegenübergestellt, **Tafel 1**, wobei es sich nur um degenerative Veränderungen an der Brust- und Lendenwirbelsäule handelt. Die Halswirbelsäule der Traktoristen unterliegt zwar ebenfalls vorzeitig eintretenden Abnutzungserscheinungen, sie sind aber kein eindeutiger Beweis für berufsspezifische Einflüsse.

Noch augenscheinlicher wird das Bild, wenn man die degenerativen Veränderungen in den verschiedenen Lebensaltern untersucht und dieses Ergebnis mit den von Junghanns veröffentlichten pathologisch-anatomischen Befunden aus der männlichen Bevölkerung [32] vergleicht, wobei pathologisch-anatomische Statistiken jede Veränderung erfassen, während eine Röntgenstatistik nur grobe, durch den Strahlengang sichtbar gemachte Veränderungen beinhaltet, **Bild 2**. Aus dieser Gegenüberstellung

Tafel 1. Beruflich bedingte Wirbelsäulen-Veränderungen.

Beruf	mittleres Alter	untersuchte Personen-zahl	degenerative Wirbelsäulen-Veränderungen %	Autor
Werkstattarbeiter	—	78	28,1	Barbaso [33]
Autobusfahrer	etwa 40 J.	213	43,6	Barbaso
Lastwagenfahrer	—	62	80	Mungo, zit. bei Barbaso
Lokomotivheizer	—	156	80	Louyot [34]
Preßluftarbeiter	—	500	46	Beck, zit. bei Schmid [35]
Lastträger	56 J.	97	98	Schlomka u. Schröter [36]
Bauangestellte	51 J.	113	37	" "
Bergleute	51 J.	91	76	" "
Bergleute	51 J.	116	70	Gartenberg, zit. bei Schröter [37]
Bauern	40 J.	31	55	" "
Fabrikarbeiter	45 J.	100	43	" "
Handwerker	41 J.	51	29	" "
Sonstige	43 J.	56	23	" "
Ruderer	14—30 J.	59	50,8	Querg und Schröder [38]
Ruderinnen	17—27 J.	44	43,2	" "
Traktoristen	26 J.	310	71,3	Rosegger

ist deutlich ersichtlich, daß die degenerativen Veränderungen an Brust- und Lendenwirbelsäule bei Traktoristen etwa 20 Jahre früher nachweisbar sind, als dies bei der Bevölkerung mit den normalen Belastungen des täglichen Lebens der Fall ist.

Unter den verschiedenen Formen der degenerativen Wirbelsäulenveränderungen interessiert in diesem Zusammenhang ganz besonders das Bild der jugendlichen Rückgratverkrümmung, der Adoleszentenkyphose, die in 65% der Fälle nachweisbar war. Die Entwicklung der Wirbelsäule ist in der Regel etwa um das 20. Lebensjahr herum beendet. Bis zum Zeitpunkt der vollständigen Verknöcherung der Wirbelkörper folgen diese in ihrem Wachstum der Körperhaltung. In den Entwicklungsjahren zwischen dem 12. und 17. Lebensjahr wächst die Wirbelsäule schneller als der übrige Körper. Da der Schwerpunkt des Körpers vor der Wirbelsäule liegt, besteht bei körperlicher Ermüdung die Tendenz, den Körper nach vorn zu neigen. Mit dieser Tatsache ist die Grundlage für den Haltungsfehler im Wachstumsalter gegeben. Durch den Haltungsfehler entstehen zwangsläufig statische Fehlbelastungen, deren Endkonsequenz schließlich die Adoleszentenkyphose darstellt.

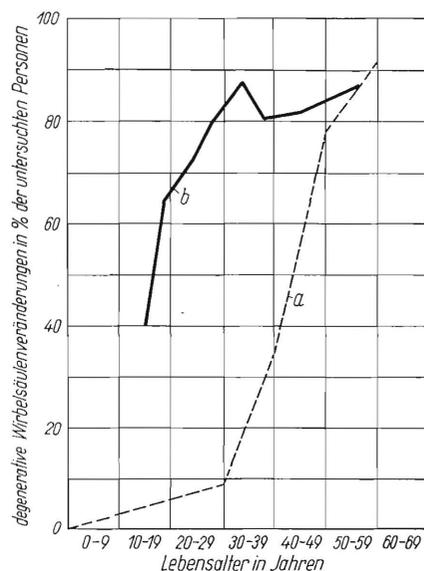


Bild 2. Häufigkeit der degenerativen Veränderungen der Brust- und Lendenwirbelsäule in den verschiedenen Lebensaltern.
a pathologisch-anatomische Befunde bei Männern nach Junghanns [32],
b Röntgenbefunde bei Traktoristen nach Rosegger.

In den Entwicklungsjahren, die den Übergang vom Spiel- und Schulalter in das Berufsleben darstellen, wird der jugendliche Körper schlagartig vor neue Umwelteinflüsse gestellt, die von Erwachsenen gelenkt werden und nicht von der individuell unterschiedlichen Leistungsfähigkeit des Jugendlichen. Dadurch kommt es häufig zu einer Diskrepanz zwischen der verlangten Leistung und den körperlichen Möglichkeiten, und es entstehen nicht mehr rückgängig zu machende körperliche Schäden [39].

Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß beim Schlepperfahren die Bandscheiben pausenlos von den Erschütterungen, die sich als

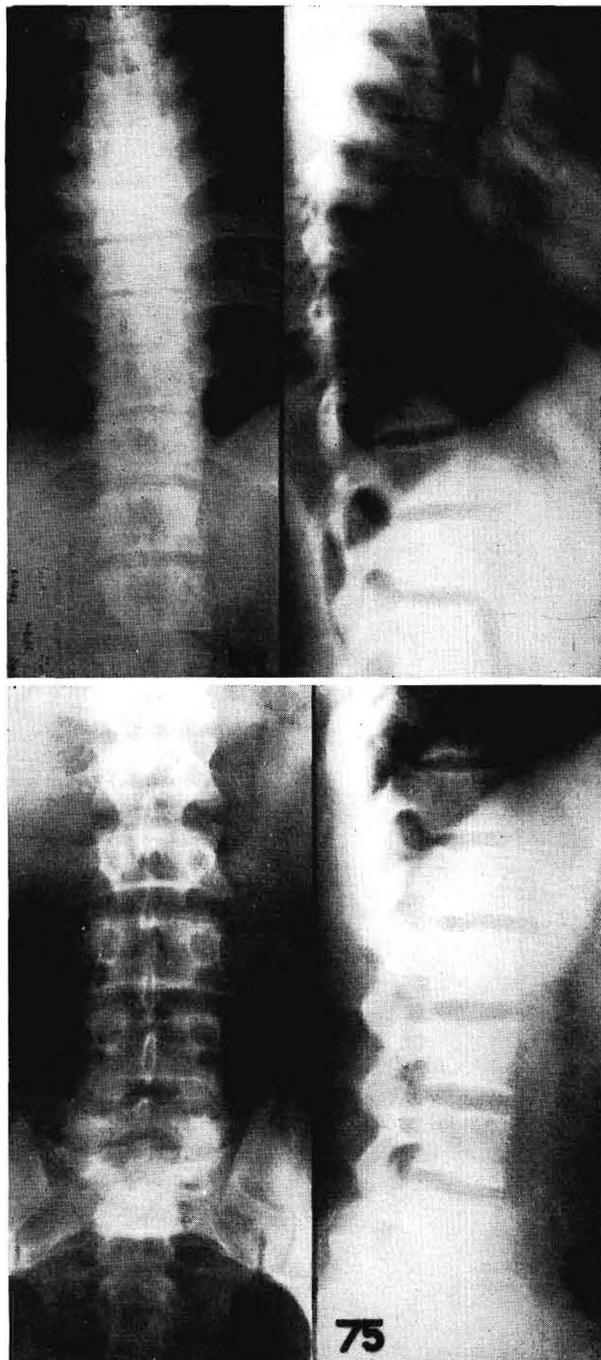


Bild 3 und 4. Röntgenaufnahmen der Brust- und Lendenwirbelsäule eines 22jährigen Traktoristen, der mit 17 Jahren seine Tätigkeit als Schlepperfahrer begonnen hat (als Beispiel).

Röntgendiagnose:

Bild 3 (oben): Brustwirbelsäule von vorn und seitlich: Osteochondrosis und Spondylosis mittleren Grades, Keilwirbelbildung BWK 9/10, Kyphose. Morbus Scheuermann

Bild 4 (unten): Lendenwirbelsäule von vorn und seitlich: Osteochondrosis und Spondylosis mittleren Grades der oberen Lendenwirbelsäule mit besonders deutlichen Veränderungen im Bereich des LWK 1. Als Nebenfund Spina bifida.

Schwingungen und Stöße verschiedenen Ausmaßes manifestieren, getroffen werden, und fortwährend als Pufferelement wirken müssen, dann ist es verständlich, daß auch die Bandscheiben allmählich ermüden können. Dazu kommt, daß der Schlepperfahrer bei einzelnen Arbeitsvorgängen durchaus über längere Zeitabschnitte hinweg zu körperlichen Fehlhaltungen gezwungen ist, wobei sich der Körper meist in einer fixierten Torsionsstellung befindet und die Erschütterungen die Wirbelsäule keineswegs nur in der vertikalen Richtung treffen. Danach kann kein Zweifel darüber bestehen, daß sich das Schlepperfahren ungünstig auf die noch in der Entwicklung befindliche Wirbelsäule im Sinne der Entstehung einer Adoleszentenkyphose auswirkt. Die bei unseren Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse bestätigen diese Tatsache eindeutig, **Bild 3 und 4.**

Um das Ausmaß der Bedeutung dieser vorzeitig eintretenden degenerativen Veränderungen an Brust- und Lendenwirbelsäule für den einzelnen und für die Volkswirtschaft zu erfassen, sei die Feststellung der Mediziner erwähnt, daß diese Veränderungen unaufhaltsam fortschreiten, daß keine Therapie imstande ist, vorhandene Veränderungen wieder zu beseitigen. Es handelt sich um einen frühzeitigen Alternsvorgang, von dem der Betroffene zunächst nichts spürt, der sich aber im mittleren Lebensalter auf der Höhe des Lebens bemerkbar macht und mit den verschiedensten Beschwerden einhergeht. Durch zahlreiche therapeutische Möglichkeiten können die Spätfolgen nur zeitweise gemildert werden. Das Ergebnis ist schließlich die Frühinvalidität mit den schwierigen Problemen für den Betroffenen und für die Volkswirtschaft [40]. Durch die Tatsache des unaufhaltsamen Fortschreitens der einmal begonnenen degenerativen Veränderungen an der Wirbelsäule ist der Schweregrad der bei unseren Untersuchungen festgestellten Befunde nicht entscheidend für die Beurteilung. Wichtig ist in jedem Fall nur der Zeitpunkt des Eintritts der ersten degenerativen Veränderungen. Trotzdem dürfte es von allgemeinem Interesse sein, daß bei 52% der Traktoristen die Brustwirbelsäule, bei 8% die Lendenwirbelsäule und bei 40% sowohl die Brust- als auch die Lendenwirbelsäule von den degenerativen Veränderungen betroffen waren. 62% der verschiedenen Formen dieser degenerativen Veränderungen betrafen bereits größere Wirbelsäulenabschnitte und zeigten mittlere und grobe Veränderungen, während wir in 38% der Fälle lokalisierte bzw. beginnende Veränderungen feststellen konnten, wobei berücksichtigt werden muß, daß im Röntgenbild sichtbare, sogenannte beginnende Veränderungen, bereits ein entsprechendes Stadium erreicht haben müssen, um den Strahlengang sichtbar zu beeinflussen.

Aus den umfangreichen Untersuchungen ist zu folgern, daß das Fahren von Schleppern im Zuge der stark zunehmenden Motorisierung der Landwirtschaft und dem daraus resultierenden neuen Beruf des Schlepper- und Landmaschinenfahrers zu einem ernststen Problem geworden ist. Wenn sich auch die Ergebnisse vorliegender Untersuchungen auf Schlepper der Nachkriegsproduktion beziehen, so kann doch aus dem vorliegenden Material und auf Grund von Einzeluntersuchungen gefolgert werden, daß ähnliche Wirkungen auch Schlepper neuerer Bauart, vielleicht mit ganz wenigen Ausnahmen, ausgelöst haben. Es geht dabei nicht allein um die Verbesserung des Schleppersitzes, sondern um die bessere konstruktive Gestaltung des gesamten Fahrzeuges als komplexe Aufgabe für den Schlepperkonstrukteur.

Vergleichen wir den Aufwand, der berechtigterweise für den Fahrkomfort des Autofahrers in der Autoindustrie gemacht wird, mit den Bemühungen um eine wirksame Verbesserung der arbeitshygienischen Bedingungen für den Schlepperfahrer, so erkennen wir, daß sehr viel und sehr schnell aufgeholt werden muß. Erfreulicherweise werden diese Bemühungen in einigen Ländern erfolgreich und mit großem Interesse verfolgt. Man sollte unter keinen Umständen dabei die Genügsamkeit und Bescheidenheit oder das „schicksalhafte“ schwere Los des Landmenschen den notwendigen Verbesserungen zugrunde legen. Es müssen vielmehr wirklichkeitsnahe Belastungsmaßstäbe seitens der landtechnischen Forschung erarbeitet werden, die der Industrie als Grundlage für die Auslegung ihrer Konstruktionen dienen können.

Zweifellos ist unter den arbeitenden Menschen in der Landwirtschaft nach unseren arbeitsphysiologischen Untersuchungen und Beobachtungen der Schlepperfahrer am stärksten gefährdet. Dennoch aber haben wir alle Veranlassung, den Einsatz aller Landmaschinen und technischen Anlagen und Einrichtungen stärker vom Standpunkt der Sorge um den Menschen zu sehen. Das gilt nicht nur für den Landmaschineneinsatz in der Feldwirtschaft, sondern gleichermaßen für den Einsatz technischer Hilfsmittel für die Vieh- und Vorratswirtschaft. Denken wir in diesem Zusammenhang an die hohen Anforderungen, die zahlreiche Landmaschinen hinsichtlich der Betätigung der Hand- und Fußbedienelemente an den Menschen stellen! Hierzu rechnen ferner alle Maßnahmen des direkten und indirekten Schutzes des an der Maschine arbeitenden Menschen, die in engem Zusammenhang mit der grundsätzlichen Gestaltung des Bedienplatzes stehen. Auch die am Arbeitsplatz vorherrschenden Luft- und Sichtverhältnisse, die Lärmentwicklung und der Wetterschutz dürfen in diesem Zusammenhang nicht vergessen werden. Die Sitzgestaltung beim Schlepper ist nach den vorstehenden Ausführungen und den Veröffentlichungen auf diesem Gebiet eine vordringliche Aufgabe. Auf Grund des Ausmaßes der gesundheitlichen Schädigung von Schlepperfahrern wird man in der Zukunft völlig neue Forderungen an die konstruktive Gestaltung eines Schleppers stellen müssen, obgleich das heutige Gesicht eines Schleppers nicht zuletzt durch Forderungen der Landwirtschaft entstanden ist. Es dürfte außer Zweifel sein, daß die Schlepperindustrie nach völlig neuen Lösungen suchen muß, selbst wenn die Maschine dadurch teurer wird.

Fest steht, daß wir für den Einsatz moderner Landmaschinen in der Zukunft gesunde Menschen mit hoher physischer Leistungsfähigkeit gebrauchen, die auch in späteren Jahren noch mit Freude und Ausdauer bereit sind, mit Maschinen zu arbeiten; denn die Arbeit in der Landwirtschaft wird mehr und mehr in der Zukunft eine Arbeit mit Maschinen sein. In diesem Zusammenhang muß man auch auf die Möglichkeiten der Bodensteuerung und der Fernlenkung der Schlepper aufmerksam machen. Wenn auch diese Probleme vorerst nur für die Forschung und Entwicklung von besonderem Interesse sind, so sollten diese Arbeiten nicht zuletzt im Hinblick auf die Erhaltung der Gesundheit und der Leistungsfähigkeit des Landmenschen vorwärts getrieben werden.

Abschließend soll die Frage aufgeworfen werden, ob die Beurteilungsverfahren für unsere Landmaschinen durch die Prüfstellen der verschiedenen Länder den aufgezeigten Untersuchungsergebnissen Rechnung tragen. Es müßten bei jenen Maschinen, bei denen Gesundheit und Leben des Menschen gefährdet sind, neue Maßstäbe für die Beurteilung zugrunde gelegt werden. Das trifft besonders für die Beurteilung der Schlepper auf ihre Eignung für die Landwirtschaft zu. Hierbei müßten die arbeitsphysiologischen Forderungen der Landwirtschaft fast gleichwertig mit der Urteilsbildung über Motor und andere Baugruppen wirksam werden. Bei den hohen geistigen Anforderungen, die wir bereits heute an einen Schlepperfahrer stellen, und im Hinblick auf die vorrangige Stellung, die diese Arbeitskräfte in der Zukunft in der Landwirtschaft einnehmen werden, darf unter keinen Umständen eine subjektive Einschätzung bisheriger Sitzsysteme Grundlage einer technischen Konzeption sein. Sie waren in der Vergangenheit oft die Ursache starker Schädigungen des Menschen und waren nicht zuletzt deshalb Fehlentwicklungen. Es muß eine vorrangige Aufgabe werden, dem Komplex der arbeitsmedizinischen Forschung auch in der Landtechnik größere Aufmerksamkeit zu widmen und dafür zu sorgen, daß es nicht nur bei mehr oder weniger interessanten wissenschaftlichen Forschungsergebnissen bleibt, sondern, daß die Ergebnisse dieser Untersuchungen auch von der Landmaschinenindustrie im Interesse der in der Landwirtschaft tätigen Menschen entsprechend verarbeitet werden.

Zusammenfassung

Umfangreiche, sich über mehrere Jahre erstreckende arbeitsmedizinische Untersuchungen bei mehr als 300 Traktoristen der Maschinen-Traktoren-Stationen in der DDR haben ein eindeuti-

ges Bild von dem Einfluß des Schlepperfahrens auf den Gesundheitszustand der Traktoristen ergeben. Durch eine entsprechende Analyse der Untersuchungsergebnisse konnten gewisse endogene und exogene Faktoren erkannt werden, die am Auftreten von bestimmten Krankheitserscheinungen bei Traktoristen nach mehrjähriger ausschließlicher beruflicher Tätigkeit als Schlepperfahrer maßgeblich beteiligt sind.

Im Vordergrund der durch das Schlepperfahren bedingten Veränderungen stehen röntgenologisch und klinisch nachweisbare Magenerkrankungen, unter denen vor allem ein gehäuftes Auftreten von Magenschleimhautentzündungen, verbunden mit Magensenkungen und Entleerungsverzögerungen, nachweisbar ist; ferner treten vorzeitig degenerative Veränderungen im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule auf. Besonders die noch in der Entwicklung befindliche Wirbelsäule reagiert auf die beim Schlepperfahren pausenlos besonders auf die Bandscheiben einwirkenden Erschütterungen mit Verkrümmungsercheinungen, deren Endkonsequenz die Adoleszentenkyphose darstellt.

Diese arbeitsmedizinischen Untersuchungsergebnisse stellen eine wertvolle Ergänzung der schwingungstechnischen Untersuchungen dar und mögen gerade im Hinblick auf die fortschreitende Mechanisierung der Landwirtschaft entscheidend dazu beitragen, von technischer Seite die Voraussetzungen zu schaffen, die erforderlich sind für eine ermüdungsfreie, der Physiologie des menschlichen Körpers angepaßte Maschinenbedienung, die auch bei langjähriger Tätigkeit keine gesundheitlichen Schäden zur Folge hat.

Schrifttum

- [1] Haack, M.: Über die Beanspruchung des Menschen durch Erschütterungen auf Schleppern und Landmaschinen. In: 11. Konstrukteurheft (1. Teil). Düsseldorf: VDI-Verlag 1953. S. 110/15 (Grundlagen d. Landtechn. H. 4).
- [2] Haack, M.: Über die günstigste Gestaltung der Schleppersitzfederung bei luftbereiften Ackerschleppern mit starrer Hinterachse. Landtechn. Forsch. 3 (1953) S. 1/13.
- [3] Haack, M.: Über die Vorderachsfederung luftbereifter Ackerschlepper mit ungefederter Hinterachse. Landtechn. Forsch. 4 (1954) S. 9/11.
- [4] Dieckmann, D.: Über die Verminderung der Schwingungsbewegungen des Menschen in Kraftfahrzeugen. VDI-Z. 99 (1957) S. 317/19.
- [5] Dieckmann, D.: Ein mechanisches Modell für das schwingungserregte Hand-Arm-System des Menschen. Int. Z. angew. Physiologie 17 (1958) S. 125/32.
- [6] Dieckmann, D.: Die Einwirkung mechanischer Schwingungen bis 100 Hertz auf den Menschen. Ultraschall in Medizin und Grenzgebieten 9 (1956) S. 115/24.
- [7] Dieckmann, D.: Die Wirkung mechanischer Schwingungen in Kraftfahrzeugen auf den Menschen. Automobiltechn. Z. 59 (1957) S. 297/302.
- [8] Dieckmann, D., und H. Scheffler: Die Vibrationsbelastung des Menschen beim Arbeiten mit Motorsägen. VDI-Z. 98 (1956) S. 377/80.
- [9] Dieckmann, D.: Einfluß horizontaler mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Int. Z. angew. Physiologie 17 (1958) S. 83/100.
- [10] Dieckmann, D.: Einfluß vertikaler mechanischer Schwingungen auf den Menschen. Int. Z. angew. Physiologie 16 (1955/57) S. 519/64.
- [11] Dieckmann, D.: Mechanische Modelle für vertikal schwingenden menschlichen Körper. Int. Z. angew. Physiologie 17 (1958) S. 67/82.
- [12] Dieckmann, D., und H. Scheffler: Untersuchungen von Schwingungen in einem Omnibus und ihre Einwirkung auf den Menschen. Automobiltechn. Z. 58 (1956) S. 209/12.
- [13] Dupuis, H.: Ermüdungsfreie Maschinenbedienung. Landtechn. 9 (1954) S. 387/89.
- [14] Dupuis, H., Preuschen, B. Schulte: Zweckmäßige Gestaltung des Schlepperführerstandes. Landarbeit und Technik des Max-Planck-Institutes f. Landarbeit und Technik Bad Kreuznach. Heft 20 (1955).
- [15] Dupuis, H.: Schlepperschwingungen am Menschen gemessen. Die Landarbeit 10 (1959) S. 49/52.

- [16] Dupuis, H.: Die Bedienung der Lenkung bei Ackerschleppern. Landtechn. Forsch. **6** (1956) S. 15/21.
- [17] Dupuis, H.: Die menschliche Beanspruchung bei der Bedienung von Kraftfahrzeugen, insbesondere bei landwirtschaftlichen Schleppern. Automobiltechn. Z. **58** (1956) S. 181/91.
- [18] Glasow, W., und H. Dupuis: Physiologischer Aufwand bei Einachsschleppern. Landtechn. Forsch. **9** (1959) S. 120/23.
- [19] Dupuis, H.: Schwingungsuntersuchungen bei Schleppern auf einem Rollenprüfstand. Landtechn. Forsch. **10** (1960) S. 145/56.
- [20] Dupuis, H.: Untersuchungen an mechanischen Lenkungen und Hilfskraftlenkungen bei einem 35-PS-Schlepper. Landtechn. Forsch. **11** (1961) S. 1/9.
- [21] Drechsler, K.: Anpassung der Schlepper und Arbeitsmaschinen an den Menschen. Forschungsbericht 1961.
- [22] Drechsler, K.: Untersuchungen an Schleppersitzen. Vortrag Jahrestagung Potsdam-Bornim 1961.
- [23] Rosegger, R.: Das harmonische Zusammenwirken von Fahrer und Schlepper. Wiss. Z. Techn. Hochsch. Dresden **8** (1958/59) H. 1.
- [24] Rosegger, R.: Auswirkungen des Schlepperfahrens auf den menschlichen Körper — Ergebnisse arbeitsmedizinischer Untersuchungen bei Traktoristen. Gesundheits- und Arbeitsschutz der Landbevölkerung 1960.
- [25] Rosegger, R.: Übersicht über das Problem des Arbeitens mit Schleppern und selbstfahrenden Landmaschinen vom Standpunkt des Arbeitsphysiologen. Gesundheitsschutz u. Hygiene auf dem Lande. Leipzig 1960.
- [26] Rosegger, R., und S. Rosegger: Arbeitsmedizinische Erkenntnisse beim Schlepperfahren. Archiv f. Landtechn. **2** (1960) H. 1, S. 3/65.
- [27] Rosegger, R., und S. Rosegger: Health Effects of Tractor Driving. J. of Agricult. Engng. Research **5** (1960) Nr. 3.
- [28] Lehmann, G.: Die Biologie des Menschen und seiner Arbeit. VDRI-Jahrbuch 1953.
- [29] Paul, E.: Die Anwendung der Lehre Pawlos in der Arbeitshygiene. Prophylaxe **1** (1954/55) S. 302/05.
- [30] Hettlinger, Th.: Die Beeinflussung der muskulären Leistungsfähigkeit durch Erschütterungen. Int. Z. angew. Physiologie **16** (1955/57) S. 500/11.
- [31] Rösler, G., und A. Schmeiser: Die altersabhängige Beweglichkeitsminderung der Halswirbelsäule. Z. f. Altersforschung, 1957, H. 1.
- [32] Schmorl, G., und H. Junghanns: Die gesunde und kranke Wirbelsäule im Röntgenbild und Klinik. Stuttgart: Thieme 1957. 332 S.
- [33] Barbato, E.: Sull'incidenza Delle Alterazioni Della Colonna Vertebrale Nel Personale Viaggiante Di Una Azienda Auto-Tramviaria. La Medicina del Lavoro **49** (1958) H. 10.
- [34] Louyot, P.: Wirbelsäulenschäden beim Lokomotivheizer. Archiv. malad. Profess. 1954, 15.
- [35] Schmid, A. M.: Über den Zusammenhang von Bandscheibenleiden und Unfall. Münchn. med. Wochenschrift 1954, H. 24.
- [36] Schlomka, G., und G. Schröter: Über die Bedeutung der beruflichen Belastung für die Entstehung der degenerativen Gelenkleiden. Z. f. innere Medizin und ihre Grenzgeb. Wien **9** (1954) S. 1031/37.
- [37] Schröter, G.: Hat die berufliche Belastung Bedeutung für die Entstehung oder Verschlimmerung der Osteochondrose und Spondylose der Halswirbelsäule? Dtsch. Gesundheitswesen **14** (1959) S. 174/77.
- [38] Querg, H., und G. Schröter: Röntgenologisch-klinische Untersuchungen der Wirbelsäule an Ruderern (-innen). Sportmedizin **9** (1958) S. 169/77.
- [39] Güntz, E.: Die Kyphose im Jugendalter. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis 1957, Bd. 2.
- [40] Thomsen, W.: Ist eine Zunahme der Belastungsschäden bei Jugendlichen festzustellen? Dtsch. med. Wochenschr. **80** (1955) S. 1667.