

1. Grundsätzliche Forderungen an Bedienstände mobiler Landmaschinen

In der Landwirtschaft behaupten sich in zunehmendem Maß mobile Landmaschinen. Dieser Trend begann mit dem Mäh-drescher und ist heute bereits für die Schlüsselmaschinen der Maschinensysteme Getreide- und Halmfuttermittelproduktion verwirklicht. Begründet liegt diese Entwicklung in der Forderung nach solchen angehobenen und optimalen Leistungsparametern, die sich maschinenbautechnisch nur in einer Konzeption ökonomisch verwirklichen lassen, in der Energiequelle, Fahrwerk und Arbeitsaggregat harmonisch einander angepaßt sind.

Solche hochleistungsfähigen Maschinen stellen hohe psychophysische Anforderungen an die Bedienperson, bedingt durch zunehmende Arbeitsgeschwindigkeiten, hohe Qualitätsanforderungen an das zu verarbeitende Gut und die Beherrschung der steigenden Anzahl von Steuer- und Regelvorgängen. Demzufolge unterliegt die Bedienperson einer erhöhten Belastung durch die notwendige Informationsverarbeitung.

Mißachtet der Konstrukteur in der Phase der Konzeptions-erarbeitung die Bedien- und Umwelteinflüsse sowie sicherheitstechnische Gesichtspunkte, besteht die Gefahr einer nicht optimalen Auslastung der Maschine. Die ergonomischen Parameter sind somit in Einheit mit den technischen und ökonomischen Parametern objektive Bewertungskriterien für eine Maschine.

Bild 1 veranschaulicht einen Regelkreis mit der Lage der Maschine auf dem Gelände als Führungsgröße, der Bedienperson als Regler und der Maschine als Regelstrecke, aus dem die einzelnen Störgrößen und ihr Einfluß auf den informationsverarbeitenden Prozeß hervorgehen.

Es ist u. a. Aufgabe des Konstrukteurs, die genannten Störgrößen so zu beeinflussen, daß ihre gesundheitsschädigende und belästigende Wirkung beseitigt bzw. eingeschränkt werden. Damit ist gleichzeitig eine Leistungssteigerung des Komplexes „Mensch — Maschine“ verbunden. Mit der Gestaltung des Bedienstandes und der Kabine als Einheit ist dem Konstrukteur die Möglichkeit gegeben, einen wesentlichen Teil dieser Faktoren zu beherrschen.

2. Einflußfaktoren auf die Bedienperson

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß die Umwelteinflüsse Temperatur, Staub, Lärm, Licht usw. eine komplexe Betrachtungsweise erfordern, weil die verschiedenen Komponenten einander beeinflussen. Dennoch soll zunächst eine Trennung erfolgen.

2.1. Temperatur

Eine geschlossene Kabine bietet ausreichenden Schutz gegen allgemeine Witterungseinflüsse, in ihr kommt es aber zu einer Aufheizung gegenüber der Außentemperatur durch Sonneneinstrahlung, verstärkt durch die allseitige Anordnung von Glasscheiben, die sich wegen der Sichtverhältnisse erforderlich machen. Die gesetzlichen Bestimmungen erlauben eine zulässige Aufheizung der Kabine bei einer Außentemperatur bis zu 35 °C von 3 °C (max. 5 °C). Aber bereits bei Außentemperaturen über 25 °C empfindet die Bedienperson diese Aufheizung als unangenehm.

Nur durch entsprechende Kühlmaßnahmen sind die genannten Forderungen zu erfüllen. Bezüglich der in die Kabine

* VEB Kombinat Fortschritt — Landmaschinen — Neustadt (Sa.)

** Technische Universität Dresden, Sektion Arbeitswissenschaften

¹ Vortrag auf der Wissenschaftlich-technischen Tagung „Getreideernte und -lagerung“ vom 9. bis 11. März 1972 in Dresden

zu fördernden Frischluft ist im TGL-Entwurf 22 313 festgelegt, daß die Geschwindigkeit der Luftströmung in Richtung Kopf der Bedienperson 0,5 m/s nicht überschreiten darf. Niedrige Außentemperaturen zwingen zum Einsatz einer Heizanlage. Landmaschinen, die vom Sommer bis zum Herbst arbeiten, erfordern Kühlung und Heizung.

2.2. Staub

Die eine Landmaschine umgebende Außenluft ist in den meisten Fällen stark mit Staub angereichert, deren Maximalwerte bei 1800 T/cm³ liegen. Außerdem wirkt eine Kabine als Staubakkumulator, da nur ein geringer Prozentsatz des einmal eingebrachten Staubs wieder austritt. Nach TGL 22 311 darf die max. zulässige Konzentration nicht-toxischen Staubs (mit einem SiO₂-Gehalt < 5 Prozent) 800 T/cm³ nicht überschreiten.

2.3. Lärm

An der mobilen Landmaschine gibt es neben dem Antriebsmotor oszillierende (Schneidwerke) und hochtourig rotierende (Häckselaggregat, Dreschtrommel) Arbeitswerkzeuge mit extremer Beanspruchung, die als Hauptlärmquellen auftreten.

Der zulässige Schalldruckpegel nach TGL 10 687, gemessen am Ohr des Fahrers, darf 90 dB (AI) nicht überschreiten, wobei bereits auf niedrigere Werte orientiert wird.

In der Lärmbekämpfung unterscheidet man Primär- und Sekundär-Maßnahmen. Unter primärer Lärmbekämpfung versteht man konstruktive Veränderungen an dem Funktionselement, das als Lärmquelle wirkt. Sekundärmaßnahmen dienen zur Abschirmung der Bedienperson vor Luft- und Körperschall, begonnen mit der elastischen Lagerung des Antriebs bis zur Auskleidung der Kabine mit Schallabsorbern.

Primärmaßnahmen zur Lärmreduzierung sind meist forschungsintensiv und daher nach einem langfristigen Programm zu bearbeiten.

2.4. Licht

Durch den Aufbau einer Kabine sollen dem Fahrer die allseitigen Sichtverhältnisse erhalten bleiben, was sich durch großzügig verglaste Wandteile der Kabine erreichen läßt. Dem entgegen steht die Gefahr einer unzulässigen Aufheizung und eine unzureichende Fläche für schallabsorbierende Maßnahmen. Bei Nacharbeit oder tagsüber bei staubbeschlagenen Scheiben und Sonneneinstrahlung kann zusätzlich Spiegel- oder Blendwirkung eintreten. Der Konstrukteur hat die schwierige Aufgabe, hier die einzelnen Komponenten zu optimieren.

3. Ergebnisse der Gestaltung von Bedienständen

Im VEB Kombinat Fortschritt Neustadt laufen in Zusammenarbeit mit der TU Dresden seit 1964 Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Gestaltung von Bedienständen, deren Ergebnisse in die Serienerzeugnisse Mäh-drescher E 512, Feldhäcksler E 280 und Schwadmäher E 301 eingeflossen sind und weiterhin etappenweise einfließen (Bilder 2 und 3). Die Kabine rückt bei der Behandlung dieser Thematik in den Vordergrund.

Das Kabinengehäuse übernimmt den allgemeinen Witterungsschutz. Es soll minimale Abmessungen besitzen, um die erforderlichen Luftwechsel im Kabinenraum je Zeiteinheit klein zu halten und der Sonneneinstrahlung eine geringe „Aufheizfläche“ zu bieten. Die erforderliche Bewegungsfreiheit muß aber vorhanden sein.

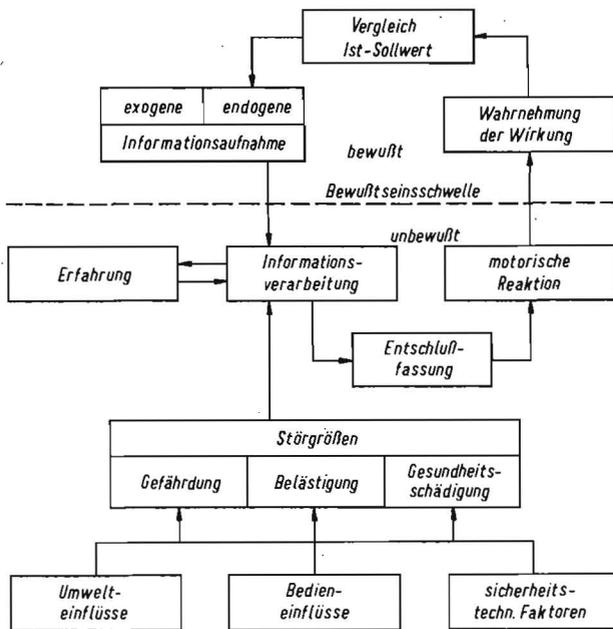


Bild 1. Psycho-physischer Regelkreis beim Führen von selbstfahrenden Arbeitsmaschinen

Tafel 1. Lärmnahpegel des E 280 im Leerlauf

Meßstelle, gemessen in 100 mm Abstand	dB (AF)	dB (AI)
Häckselaggregat	118	109
Auswurfbogen	122	114
Motor, kühlenseitig	115	113
Motor, auspuffseitig	109	106
Auspuffausgang	107	99
Schwadaufnehmer	107	106

Das Hauptelement bildet das Belüftungssystem. Vollständig in der Dachpartie untergebracht, arbeitet in einer isolierten Luftkammer freistehend ein Gebläse. Es saugt staubangereicherte Luft über korrosionsfeste Vorfilter, als Seitenteile der Dachpartie erkennbar und aus Lochblech bestehend, an, die dann das Feinfilter (Dederon-Feinseide) passiert, um anschließend in den Kabinenraum eingeblasen zu werden (Bild 4).

Die Bedienperson hat die Möglichkeit, den Luftstrahl zu teilen und in Kopfhöhe oder auf die Frontscheibe zu lenken.

Folgende Meßergebnisse liegen hierzu vor:

- die Innentemperatur liegt gegenüber der Außentemperatur um 3 bis 5 °C höher (\cong der TGL-Grenze)
- die Staubkonzentration der Luft beträgt 50 bis 200 T/cm³ (\cong 25 Prozent des zulässigen TGL-Wertes)
- der erforderliche Luftdurchsatz des Gebläses liegt zwischen 600 und 700 m³/h (\cong 250 Luftwechsel/h)
- die Luftgeschwindigkeit bleibt bei einem Wert von max. 0,35 m/s mit 30 Prozent unter dem zulässigen TGL-Wert.

Den genannten Ergebnissen gingen zahlreiche experimentelle Untersuchungen voraus.

Ausgehend von der Erkenntnis, daß etwa 90 Prozent der Wärmemenge durch Strahlung über die Glasflächen in die Kabine gelangt, gehörten zum Untersuchungsprogramm folgende Maßnahmen:

- Blenden oder Schirme, die allerdings 1,2 m überstehen müssen, um strahlenschutzend zu sein
- Anwenden von Reflexionsglas, das nur mit einer aufgedampften Goldschicht den Anforderungen genügen könnte, aber nicht zur Verfügung steht



Bild 2. Kabine des Feldhäckslers E 280



Bild 3. Kabine des Schwadmähers E 301



Bild 4. Im Dachraum untergebrachtes Belüftungssystem

- Anwendung von Absorptionsglas, das aber die Sichtverhältnisse verschlechtert und ungenügend wärmeisolierend wirkt
- Verwenden verschiedener Isoliermaterialien.

Die Serienkabinen bestehen aus Einscheiben-Sicherheitsglas; die Luftkammer ist gegen Sonnenstrahlung isoliert, die Luftaustrittsöffnungen befinden sich an den rückwärtigen Seitenteilen des Dachs. Der weiße strahlungsreflektierende Anstrich trägt ebenfalls zur Verringerung der Kühllast bei. Zur Lufterwärmung in der Kabine wurden die Varianten elektrische Heizung, Ausnutzung der Kühlwassertemperatur und Benzinheizung untersucht, wobei sich letztere als ökonomisch erwiesen hat.

Eine die Behaglichkeit weiter steigernde, allerdings auch teure Lösung ist die Klimaanlage. Sie befindet sich noch

im Entwicklungsstadium, zählt aber schon heute zu einem die Entwicklungstendenz bestimmenden Faktor.

Bereits am Mähdrescher E 512, aber weit stärker am Feldhäcksler E 280 trat das Problem der Lärmverminderung in den Vordergrund.

Der Lärmpegel liegt beim E 280 am Fahrerstand bei max. 112 dB (AI) ohne Kabine. Ausgehend von den bereits gesammelten Erfahrungen am Mähdrescher E 512 machte sich eine Analyse der Hauptlärmquellen erforderlich (Tafel 1). Die Messungen weisen für das Häckselaggregat, speziell die Häckseltrommel, Höchstwerte aus, so daß sich die Maßnahmen für Lärminderung zunächst auf diese Baugruppe konzentrieren mußten. Die Kompliziertheit dieser Aufgabe hat sich inzwischen erwiesen. Bis heute sind auch international dazu keinerlei Lösungen bekannt geworden. Da das Kombinat diese Arbeiten noch nicht abschließen konnte, muß die Lösung der primären Lärmbekämpfung einem späteren Zeitpunkt vorbehalten bleiben. Es zeichnet sich aber die Tendenz ab, den Schall bereits im Stadium seiner Entstehung zu dämpfen, was u. a. durch Anwendung von Kunststoffen, Verbundblechen, geräuscharmen Antrieben und neuen lärmarmen Technologien erfolgen kann.

Dennoch mußte mit Serienbeginn eine Lösung vorliegen. Folglich begannen breit angelegte Untersuchungen, um über Sekundärmaßnahmen zum Ziel zu gelangen, die auf den Erkenntnissen der Kabinengestaltung des E 512 aufbauten. Die Aufgabe bestand darin, den Bedienstand mit Kabine vor Körper- und Luftschall zu isolieren. Die Körperschallisolierung läßt sich konstruktiv durch Unterbrechung der Schallträger mit Hilfe von Gummi-Metallverbindungen erreichen.

Bedienstand und Kabine sind als Einheit zu betrachten. Um den Einfluß des Körperschalls bei unterschiedlicher elastischer Aufhängung meßtechnisch nachweisen zu können, war

der Luftschall durch eine über die Kabine gestellte Haube aus 2-mm-Stahlblech abzuweisen.

Zur Isolierung von Luft- und sekundärem Körperschall stehen folgende Mittel zur Verfügung:

- Resonanzabsorber
- Schaffung möglichst großer Absorberflächen
- Entdröhnen aller zur Schwingung neigenden Flächen
- Abdichten aller Luftspalten
- Anwendung schalldämpfender Stoffe.

Die Pegelmaxima befinden sich im Frequenzbereich 125 bis 500 Hz und ergeben sich hauptsächlich aus der Erregung, die in Abhängigkeit von Drehzahl und Messeranzahl der Trommel entsteht.

Im Rahmen des Untersuchungsprogramms wurde die Wirkung von Breitbandabsorbern, Lochblechresonanzabsorbern mit unterschiedlichem Lochabstand und unterschiedlichen Dämmstoffen, der Einfluß von Antidröhnmitteln sowie Dämmmatten ermittelt. Resonanzabsorber mit 5 mm Löchern und 30 mm Lochabstand brachten die besten Absorptionswerte. Unterschiedliche Dämmstoffe wirken sich wenig aus. Im Ergebnis wiesen die Messungen des äquivalenten Dauerschallpegels im Einsatz Werte zwischen 84 und 88 dB (AI) je nach Ausrüstungszustand und Erntegut aus, d. h. es gelang durch Sekundärmaßnahmen, den Schallpegel um 24 dB zu senken, was als beachtliches Ergebnis bezeichnet werden kann.

Die gesamten hier behandelten theoretischen Untersuchungen und die parallele, etappenweise Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse gehören zum Plan der Qualität der Erzeugnisse des Kombinats und dienen dem Ziel, die Arbeitsbedingungen der Bedienperson zu verbessern. Damit werden die Voraussetzungen für eine höhere Leistungsfähigkeit und Arbeitsfreudigkeit des Menschen geschaffen.

A 8650

Untersuchungen am Obersieb der ebenen Mähdrescher-Reinigungseinrichtung¹

Dr.-Ing. G. Reumschüssel, KDT*

DK 631.354

Der Leistungssteigerung unserer Mähdrescher sind u. a. durch die Baugröße und durch das Abscheidevermögen der jetzigen ebenen Reinigungseinrichtung Grenzen gesetzt. Aus dem Literaturstudium wird die Schlußfolgerung gezogen, daß grundsätzlich neuartige Trennelemente bisher keine Leistungsverbesserung bewirkten, da die Arbeitsgüte, der Platzbedarf oder die Kosten nicht befriedigten /1/. In den folgenden Ausführungen werden Grundlagenuntersuchungen am Obersieb der ebenen Mähdrescher-Reinigungseinrichtung behandelt.

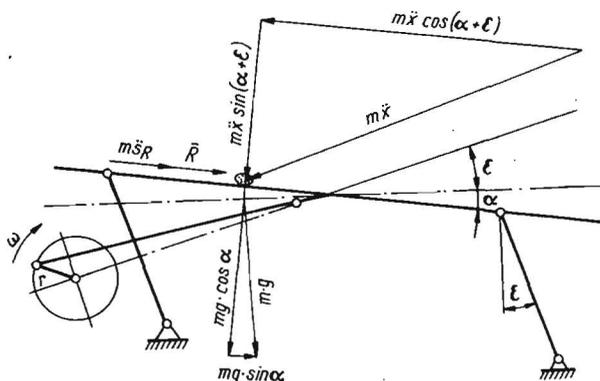
1. Ziel der Untersuchungen

Die Abscheideergebnisse sind hauptsächlich von den Stoffparametern des Korn-Stroh-Spreu-Gemischs, den Betriebsparametern der Reinigungseinrichtung sowie der konstruktiven Gestaltung und Zuordnung der Trennelemente abhängig. Sie werden weiterhin stark beeinflusst von der Arbeitsweise des vorgeschalteten Dreschwerks, der Art der Gutförderung zur Fallstufe und der Aufgabe des zu trennenden Guts auf das Obersieb.

In Untersuchungen konnten als wesentliche Faktoren für die Leistungssteigerung der Reinigungseinrichtung die Ent-

mischung des zu reinigenden Guts und die Förderung auf dem Obersieb nachgewiesen werden. Eine Verbesserung der Abscheideergebnisse wird durch Vergrößerung der Fördergeschwindigkeit und durch Anpassen der Luftgeschwindigkeiten an die Gutschichtdicken auf dem Obersieb erzielt. Die Schichtdicke des Guts ist von dessen Fördergeschwindigkeit abhängig ($h \sim \frac{1}{v_f}$). Zehme /2/ konnte nachweisen, daß die besten Abscheideergebnisse in einem optimalen Schicht-

Bild 1. Kräftegleichgewicht an einer Punktmasse auf einem schwingenden Sieb



* Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (Direktor: Prof. Dr. agr. habil. R. Thurm)

¹ Vortrag auf der Wissenschaftlich-technischen Tagung „Getreideernte und -lagerung“ vom 9. bis 11. März 1972 in Dresden