

# Maßnahmen zur Lärmabwehr am Fahrerplatz des Mähdreschers E 516

Dipl.-Ing. H. Pinkau, KDT/Ing. H.-J. Kreuziger/Ing. J. Amlang/Ing. M. Mulansky  
VEB Kombinat Fortschritt — Landmaschinen — Neustadt in Sachsen

## 1. Aufgabenstellung

Im Maschinenbau der DDR werden große Anstrengungen unternommen, den Lärmschutz verstärkt bereits bei der Konstruktion neuer Aggregate zu berücksichtigen.

Deshalb wurde im VEB Kombinat Fortschritt — Landmaschinen — Neustadt in Sachsen bei der Entwicklung des neuen Mähdreschers E 516 (Bild 1), dessen Nullserie im vergangenen Jahr produziert wurde und der ab 1978 in größerer Stückzahl hergestellt wird, bereits parallel zur Festlegung der Kennziffern für die zu erreichende Leistung und Arbeitsqualität zu Entwicklungsbeginn ein ergonomisches Anforderungsbild verbindlich vorgegeben, das u. a. für den Lärm die Einhaltung des Grenzwerts  $L_{eq} = 85$  dB (AI) vorsah.

Die Arbeiten zur Erfüllung dieser Vorgabe wurden in mehreren Entwicklungsetappen in enger Zusammenarbeit von Konstrukteuren, Prüfengeuren, Vertretern aus Einrichtungen des Gesundheitswesens sowie Mähdrescherfahrern durchgeführt.

## 2. Lösungsweg

Grundlage für die konstruktive Bearbeitung des Lärmschutzes am Mähdrescher E 516 waren die vorliegenden Erfahrungen mit selbstfahrenden Landmaschinen sowie ein gezieltes Studium von Lärmbekämpfungsmaßnahmen an Traktoren, Kraftfahrzeugen und Baumaschinen. Wesentlich im Entwicklungsprozeß des E 516 war, daß bei der Festlegung der Maschinengrundkonzeption die Voraussetzungen für eine künftige Lärmreduzierung am Bedienplatz bereits berücksichtigt wurden. Dazu gehörte die Entscheidung, die Fahrerkabine nicht als Zusatzausrüstung — wie im internationalen Mähdrescherbau gegenwärtig noch üblich — zu gestalten, sondern in die Grundaufbau der Maschine zu integrieren.

Lärmmessungen an den ersten Mustern ergaben ohne spezielle Lärmschutzmaßnahmen einen Pegel von 91 bis 93 dB (AI).

Die wichtigsten Arbeitsschritte zur Lärmreduzierung waren die Analyse der Hauptlärmquellen, Variantenvergleiche von lärmerezeugenden Bauelementen bzw. ihrer Kombination mit Auswahl lärmgünstiger Lösungen und Durchführung zahlreicher sekundärer Lärmbekämpfungsmaßnahmen.

Als Hauptlärmquellen hatten sich bei der Analyse im Fahrerplattform- und Kabinenbereich der Antriebsmotor, einige Elemente des Hydrauliksystems, das Schneidwerk des Mähdreschers und das nachgeordnete Dreschwerk herausgestellt.

Einige Probleme bei der Lärmabwehr und die wichtigsten realisierten Lösungen am E 516, die zur Erfüllung der vorgegebenen Aufgabenstellung mit  $L_{eq} = 85$  dB (AI) geführt haben, sollen nachfolgend dargestellt werden.

Zunächst wäre eine Lärmreduzierung an den Baugruppen Motor, Schneidwerk und Dreschwerk anzustreben gewesen. Diese Baugruppen konnten aber mit Ausnahme einiger Elemente der Hydraulikanlage, an denen eine Lärmreduzierung gelungen ist, aus funktionellen und technologischen Gründen nicht verändert werden. Deshalb war im wesentlichen eine Orientierung auf folgende sekundäre Lärmbekämpfungsmaßnahmen erforderlich:

- Reduzierung der Schallbrücken zwischen Fahrerkabine und -plattform
- Bedämpfung der Fahrerplattform
- Beseitigung von Luftschallbrücken durch Abdichtung des Schaltkastens
- Erhöhung der Luftschalldämpfung durch die teilweise Auskleidung der Kabinenwände mit Absorbieren
- lärmgedämpfte Befestigung von Hydraulikrohren an der Fahrerplattform.

## 3. Wichtigste Maßnahmen zur Lärmreduzierung

### 3.1. Reduzierung der Schallbrücken zwischen Fahrerkabine und -plattform

Da die Hauptlärmübertragungsfaktoren im

Fahrerplattformbereich nicht anderweitig ausgeschaltet werden konnten, mußte eine wirksame Kapselung gefunden werden, die die Schallausbreitung weitestgehend verhindert bzw. einschränkt.

Die Lösung, die Fahrerplattform als doppelten Boden mit einer entsprechenden Ausschäumung vorzusehen, schied von vornherein aus, da das Hindurchführen von zahlreichen mechanischen und hydraulischen Bedienelementen eine sichere Abdichtung der Kabine gegen Staubeinflüsse nicht ermöglichte.

In zwei weiteren Varianten wurde untersucht, die Kabine bzw. die Fahrerplattform auf Gummifederisolatoren aufzuhängen. Dabei mußte jedoch festgestellt werden, daß die Fahrerkabine im Verband mit den auf der Fahrerplattform montierten Gummifedern besonders bei verschiedenen Fahrzeugneigungen zu unkontrollierbaren Schwingungen neigte und dies zum Zerstören der Aufhängepunkte führte.

Bei der mit Federisolatoren auf das Maschinengestell aufgesetzten Fahrerplattform konnten diese Nachteile ausgeschaltet werden, aber die mechanischen und hydraulischen Bedienelemente waren starr mit ihrer Funktionsbaugruppe verbunden und stellten dadurch die Schallübertragung wieder her. Eine isolierte Aufhängung bzw. flexible Verbindungen der hydraulischen Elemente waren zwar für eine Einzelmaschine realisierbar, jedoch aus technisch-konstruktiven und ökonomischen Gründen nicht für die geplante Großserie.

Deshalb mußte eine größere Anzahl von Einzelmaßnahmen realisiert werden, die ökonomisch vertretbar und konstruktiv nach genauer Kenntnis des Ursachenkomplexes senfer in die Maschine integriert werden konnten. Der erneute Aufwand an Messungen, Versuchen und Funktionserprobungen war erheblich. Den größten Effekt ergab die Anbringung von Gummistreifen an allen Auflageflächen des Kabinenrahmens und die Vermeidung von Berührungen der Kabinenrückwand zu den angrenzenden Baugruppen der Maschine.

### 3.2. Bedämpfung der Fahrerplattform

Maßnahmen zur Lärmisolierung des Fahrerstandes waren das schrittweise Auftragen einer 3 bis 5 mm dicken Schicht von Antidröhnspachtelmasse I 353 auf die Bodenbeplankung und das Auflegen von Matten in dieser Reihenfolge:

- PUR-Schaumstoff (30 mm)
- Blech (2 mm)
- Filz (10 mm)
- Gummi (3 mm; dient gleichzeitig der Trittfestigkeit).

Diese aneinandergereihten Maßnahmen führten zum Erfolg. Fehlte aber eine der o. g. Matten oder wurden diese vertauscht oder gab es Abweichungen in der Dicke, stieg sofort der Gesamtschalldruckpegel an. Damit war für den konkreten vorliegenden Fall des Mähdreschers E 516 die optimale Lösung gefunden.



Bild 1  
Mähdrescher E 516 in  
Transportstellung  
(Werkfoto)

### 3.3. Beseitigung von Luftschallbrücken durch Abdichtung des Schaltkastens

Der Schaltkasten und die Verkleidung der mechanischen Kupplungen, die auf dem Fahrerstand aufgeschraubt sind, wirken wie Schalltrichter. Die Beseitigung dieses Zustands wurde durch die Auskleidung mit 60 mm dickem PUR-Schaumstoff erzielt. Gleichzeitig dient der Schaumstoff zur Staubabdichtung. Weiterhin gelang es konstruktiv, durch eine indirekte Bedienung der hydraulischen Funktionen die starre Verbindung zum Wegeventil des Mähreschers zu unterbrechen.

### 3.4. Erhöhung der Luftschalldämpfung durch teilweise Auskleidung der Kabinenwände mit Absorbieren

Hierbei konnten bereits die Erfahrungen zur Luftschalldämpfung auf den selbstfahrenden Maschinen Feldhäcksler E 280, Schwadmäher E 301 und Mährescher E 512 genutzt werden.

Die Übernahme einer der für die genannten Maschinen vorhandenen Kabine schied aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an die Kabine aus. Entsprechende Versuche verliefen negativ. Deshalb konnte konstruktiv nur auf eine hohe Wiederverwendung von Teilen dieser Kabinen orientiert werden. Für den Mährescher E 516 erfolgten neue Meß- und Versuchsreihen, die Aussagen über die Dicke des Füllstoffs, über die Perforierung der Kabinenverkleidung und über die Größe der Absorberflächen erbringen mußten, um möglichst ein Optimum zu erreichen. Gleichfalls wurde der Innenraum des Kabinendachs, in dem sich wahlweise eine Belüftungs- oder eine Klimaanlage befinden und lärmverursachend

wirken, vollständig mit Texotherm ausgekleidet.

Der Lüfter, der an heißen Sommertagen fast ständig im Einsatz sein muß, um dem Mährescherfahrer eine zumutbare Innentemperatur in der Kabine zu gewährleisten, stellte dabei ein besonderes Problem dar. Da jedoch in größeren Perioden nicht die volle Luftmenge benötigt wird, wurden insbesondere aus Lärmgründen 4 Schaltstufen für den Lüfter realisiert, wobei die Stufe mit dem höchsten Lärmwert vor allem nur für den kurzzeitigen Betrieb gedacht ist.

### 3.5. Lärmdämpfende Befestigung von Hydraulikleitungen an der Fahrerplattform

Eine Ausrüstung des Mähreschers mit flexiblen Rohrleitungen zwischen Fahrerplattform und Maschine ist aus ökonomischen und funktionellen Gründen nur in einigen Sonderfällen möglich, vorherrschend ist und bleibt die Verwendung von starren Leitungen.

Durch den Einsatz von Drosseln und starken Gummibeilagen an den Halterungen der Rohrleitungen konnte der Lärmpegel, der durch Stöße im Hydrauliksystem und in hydraulischen Einzelementen auftrat, abgebaut werden. Eine wichtige Erkenntnis aus den durchgeführten Versuchen war dabei, daß die Verlegung der Rohrleitungen des Hydrauliksystems sowie insbesondere die Art und Anzahl ihrer Befestigungen eine erhebliche Beachtung finden muß.

### 4. Folgemaßnahmen der Lärmreduzierung

Auf einige Probleme muß hier noch aufmerksam gemacht werden, die unmittelbar mit der Lärmreduzierung verbunden sind und ohne

deren Beachtung der mit erheblichem Aufwand erzielte Effekt der Lärmsenkung am Arbeitsplatz nicht voll wirksam werden kann. Vor allem ist zu sichern, daß der Mährescherfahrer stets mit geschlossener Kabinentür arbeitet. Voraussetzung dazu ist eine ausreichende Belüftung sowie vor allem die Vermittlung der erforderlichen Informationen über die Funktion der Arbeitsorgane. Da der Fahrer des Mähreschers durch die gute akustische Isolationswirkung des Fahrerstandes am E 516 nicht mehr ausreichend die Funktion einiger Arbeitsorgane, wie an anderen Landmaschinen gewohnt, nach dem Gehör überwachen kann, war es parallel zu den Arbeiten der Lärmsenkung erforderlich, ein System von Kontroll- und Warneinrichtungen zu entwickeln und in der Grundausführung der Maschine zu installieren. Diese Kontroll- und Warneinrichtungen arbeiten elektronisch mit akustischer und optischer Anzeige auf dem Fahrerstand.

### 5. Zusammenfassung

Am Mährescher E 516 konnte durch intensive Entwicklungsarbeiten der vorgegebene Schalldruckpegelgrenzwert  $L_{eq} = 85$  dB (AI) am Fahrerplatz eingehalten werden. Dazu wurde eine Reihe von Primär- und insbesondere Sekundärmaßnahmen der Lärmabwehr realisiert. Über die wichtigsten sowie die dabei aufgetretenen Probleme wird berichtet. Die enge Zusammenarbeit von Konstrukteuren, Prüflingen, Vertretern von Einrichtungen des Gesundheitswesens sowie Mährescherfahrern war die entscheidende Voraussetzung für dieses gute Arbeitsergebnis.

A 1959

## Probleme der Gleichlaufregelung zwischen Erntemaschine und Transportfahrzeug während der Erntegutübergabe

Dr.-Ing. P. Oberländer, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Die weitere Entwicklung industriemäßiger Methoden in der Pflanzenproduktion erfordert u. a. zur Vervollkommnung der Verfahren der Erntebearbeitung den Einsatz neuer hochleistungsfähiger Erntemaschinen und zweckmäßiger Transportmittel. Mit der steigenden Leistungsfähigkeit der Erntemaschinen ergeben sich erhöhte Erntegutverluste bei nicht ordnungsgemäßer Übergabe auf das Transportfahrzeug und eine erhöhte physische Beanspruchung der Fahrer von Erntemaschine und Transportfahrzeug. Bereits jetzt ist die Kontrolle der Übergabe durch die Bedienerkräfte während der Erntearbeit erschwert durch die konstruktiven Gegebenheiten und die Inanspruchnahme durch den Arbeitsvorgang. Dadurch können die technologisch möglichen Arbeitsgeschwindigkeiten oft nicht oder zumindest nicht über eine längere Zeit erreicht werden. Es besteht daher perspektivisch die Aufgabe, die Übergabevorgänge durch Kontrolleinrichtungen und automatische Gleichlaufregelsysteme zu verbessern. Eine auch ökonomisch vertretbare Lösung des Problems der Gleichlaufregelung erfordert eine umfassende und komplexe Untersuchung der technischen, technolo-

gischen, ökonomischen und ergonomischen Aspekte. Während zur qualitativen Verbesserung der Erntearbeit und zur Entlastung des Fahrers der Erntemaschine bereits Lösungen in der Praxis eingeführt sind, insbesondere automatische Lenksysteme für die Führung am Bestand, sind bisher keine in die Praxis überführten Lösungen für das Problem der Gleichlaufregelung zwischen Erntemaschine und Transportfahrzeug bekannt geworden. Neuere Konzeptionen für Prinzipien der Erntebearbeitung gehen von einer speziellen Erntesammelmaschine aus, die nur die Aufgabe hat, das Erntegut von der Erntemaschine zu übernehmen und an einem zentralen Platz auf die üblichen Transportmittel, z. B. Lkw, Traktor mit Anhänger, zu übergeben [1]. Diese Variante hat zweifellos den Vorteil, daß an die Automatisierungsfähigkeit der bekannten Transportfahrzeuge keine speziellen Anforderungen zu stellen sind. Das Problem des Gleichlaufs ist dann zwischen Erntemaschine und Erntesammelmaschine zu lösen. An einer derartigen Erntesammelmaschine können bereits konzeptionell günstige Voraussetzungen für eine Automatisierung berücksichtigt wer-

den, z. B. vollhydraulisches Lenksystem und stufenlos oder feinstufig verstellbares Getriebe für die Fahrgeschwindigkeit.

Für die Analyse des Problems der Gleichlaufregelung [2] sind zunächst als Randbedingungen festzulegen:

- Die Erntegutübergabe muß ohne Störung der Erntearbeit erfolgen; dementsprechend muß sich das Transportfahrzeug an die Position der Erntemaschine anpassen.
- Der Fahrer des Transportfahrzeugs steuert sein Fahrzeug manuell in den Wirkungsbereich der automatischen Einrichtungen; nach Beendigung der Erntegutübergabe leitet er manuell die Abfahrt ein.
- Bei der Auswahl geeigneter technischer Lösungen ist grundsätzlich von ökonomischen Kriterien auszugehen.

Die Analyse des Komplexes Erntemaschine—Transportmittel (Bild 1) zeigt, daß für das Gesamtproblem eine Reihe von Teilaufgaben zu lösen ist:

- Regelung des Abstands  $y_A$  der Fahrzeuge zueinander über die Lenkung des Transportfahrzeugs
- Regelung der Längsverschiebung  $\Delta x$  der