

Funktions- und Betriebszuverlässigkeit des Bordcomputers am Mähdrescher FORTSCHRITT E524

Dozent Dr. sc. techn. J. Maleř, Forschungsinstitut für Landtechnik Prag-Řepy (ČSFR)

1. Einleitung

Für die neue Mähdrescherbaureihe, deren erster Typvertreter E524 ab 1989 in Serie produziert wird, hat das Kombinat Fortschritt Landmaschinen einen Bordcomputer sowie ein System der elektrischen Fernsteuerung einzelner Maschinenfunktionen und -einrichtungen entwickelt [1, 2, 3]. In der Erntekampagne 1989 wurde der neue Bordcomputer vom Forschungsinstitut für Landtechnik Prag-Řepy an zwei Mähdreschern E524 in der LPG „Rozvoj Posázavi“ Jilové und im Schulgut Lány der Landwirtschaftlichen Hochschule Prag geprüft. Zum Einsatz kamen die Varianten Komfort und Standard. Die Kampagneleistung der Mähdrescher E524 betrug 97 ha (Lány) bzw. 162 ha (Jilové).

2. Prüfergebnisse

2.1. Zuverlässigkeit der kraftfahrzeugspezifischen Anzeige

Die kraftfahrzeugspezifische Anzeige ist in den Varianten Komfort und Standard gleich ausgeführt. Sie befindet sich im oberen Teil des Bordcomputers. Gefahrenzustände werden durch das Blinken des roten Warndreiecks, eventuell durch ein unterbrochenes akustisches Zeichen signalisiert. Das Gerät besteht aus drei Blöcken:

- optische Signalisation besonders gefährlicher Zustände durch Leuchtdioden
- optische Signalisation einiger Betriebszustände durch aufleuchtende LED-Bänder
- optische Signalisation verschiedener Zustände durch Leuchtdioden.

Während der Kampagne traten bei beiden untersuchten Mähdreschern an den vorhandenen Anzeigeräten keine Störungen auf.

Zuverlässigkeit der Anzeige und Kontrolle von Antriebsriemenschlupf, Strohraumverstopfung und Korntankfüllung

Die Prüfung betraf die Varianten Komfort und Standard. Ihre Ergebnisse sind in Tafel 1 zusammengefaßt. Daß diese Anzeige bei Mähdreschern mit hermetisch abgedichteten Kabinen erforderlich ist, geht aus der Anzahl der Signalisationen während einer

Schicht hervor. Durch die Signalisation wird das Risiko des Auftretens von Funktionsstörungen und Havarien reduziert. Gleichzeitig ist auch das Risiko der Maschinenbeschädigung geringer. Mit Hilfe der Signalisation wird der Mähdrescherfahrer befähigt, durch rechtzeitige optimale Spannung der Keilriemen Störungen vorzubeugen. Die kontaktlosen Drehzahlmesser (Initiatoren) arbeiteten ohne wesentliche Störungen. Sie zeigten eine ausreichende Betriebszuverlässigkeit (nur viermal gelockerter Verbindungsstecker).

2.3. Zuverlässigkeit der Kontrolle der Körnerverluste

Die Kontrolle ist nur bei der Variante Komfort vorhanden. Informationen über Gesamtverluste, die zur Veränderung der Arbeitsgeschwindigkeit führen, wurden systematisch genutzt. Der Wert der Gesamtverluste wurde bei Veränderungen der Arbeitsgeschwindigkeit im Bereich bis 1,5% eingehalten. Demgegenüber wurden die Informationen über die einzelnen Verlustkomponenten (Schüttler, Reinigung) viel weniger genutzt. Hinsichtlich der Funktions- und Betriebssicherheit arbeitete die Körnerverlustkontrolle ohne wesentliche Mängel. Aus Tafel 2 geht hervor, daß vom Mähdrescherfahrer die Informationen über die Gesamtkörnerverluste am meisten genutzt wurden.

2.4. Zuverlässigkeit der Daten über Körnerverluste auf dem Digitaldisplay

Nach der Kalibrierung des Geräts wurde laut Bedienanleitung die Arbeitsgeschwindigkeit auf die Werte 2,5–3–3,5–4–4,5–5 km/h eingestellt. Bei diesen Geschwindigkeitsstufen wurde die Angabe der Gesamtkörnerverluste bei einer Fahrstrecke von 60 m verfolgt und gleichzeitig eine Kontrollmessung mit der Schalenmethode (jeweils zehn Vergleichsmessungen) vorgenommen. Die Getreidebestände waren wie folgt charakterisiert:

Sommergerste
Kornfeuchte 18,4%, mittlerer Kornertrag 420 g/m², Strohertrag 546 g/m²
Winterweizen
Kornfeuchte 17,2%, mittlerer Kornertrag 530 g/m², Strohertrag 680 g/m².
Die auf dem Digitaldisplay des Bordcomputers

angezeigten Verlustwerte sowie die Ergebnisse der Kontrollmessungen sind in Tafel 3 zusammengestellt. Daraus ist zu erkennen, daß die Ergebnisse der Kontrollmessungen nicht viel von den Angaben auf dem Display abweichen.

2.5. Zuverlässigkeit der Leistungs-, Drehzahl- und Arbeitsgeschwindigkeitsanzeige

Die Leistungsanzeige ist nur bei der Variante Komfort vorhanden. Die Prüfergebnisse sind in Tafel 4 zusammengefaßt. Aus der Aufstellung ist zu ersehen, daß vom Mähdrescherfahrer am meisten die Informationen über die Drehzahl der Dreschtrommel und über die Arbeitsgeschwindigkeit genutzt werden. Demgegenüber werden die Angaben, die mit der Leistungsfähigkeit der Maschine verbunden sind, viel weniger ausgenutzt.

2.6. Erntefläche und Erntezeit

Diese technologischen Parameter sind zu jedem beliebigen Zeitpunkt abrufbar, ebenso für die gesamte Schicht und evtl. für die Kampagne. Dazu müssen zwei Bedingungen erfüllt werden:

- Arbeitsgeschwindigkeit ist größer als 0
- Gutstromanzeige ist eingeschaltet.

Die Abweichungen beim Vergleich der Daten auf dem Digitaldisplay und der Kontrollmessung liegen für die Erntefläche im Bereich von $\pm 0,8\%$ und für die Erntezeit im Bereich von $\pm 0,4\%$.

2.7. Arbeitsgeschwindigkeit

Die Arbeitsgeschwindigkeit wird durch einen kontaktlosen Geber am linken Hinterrad gemessen und auf dem Bordcomputer digital angezeigt. Nach dem Einschalten des Bordcomputers stellt sich die Arbeitsgeschwindigkeitsanzeige automatisch ein.

Die auf einem 100 m langen Abschnitt festgestellten Abweichungen der Arbeitsgeschwindigkeit zwischen den Daten auf dem Display und den Kontrollmessungen steigen mit sich vergrößernder Arbeitsgeschwindigkeit an. Bei Geschwindigkeiten bis 1 km/h betragen diese Abweichungen $\pm 1,5\%$, bei Geschwindigkeiten von 1 bis 3 km/h erhöhen sie sich auf $\pm 3,5\%$. Bei Geschwindigkeiten über 3 km/h betragen die Abweichungen $\pm 5\%$.

Tafel 1. Zuverlässigkeit der Anzeige und Kontrolle von Antriebsriemenschlupf und Strohraumverstopfung

| Funktion | mittlere Anzahl der Signalisationen während einer Schicht | Anzahl der Störungen während der Kampagne |
|---|---|---|
| Antriebsriemenschlupf bei | | |
| Ährenelevator | 1...3 | 0 |
| Körnerelevator | 1...5 | 0 |
| Schüttlerantrieb | 0...5 | 1 |
| Leitrommel | 0...1 | 0 |
| Zwischenwelle | 0...3 | 1 |
| Schrägförderer | 3...12 | 0 |
| Rotor des Strohreflers | 3...15 | 2 |
| Verstopfung des Raumes oberhalb der Schüttler | 0...6 | 0 |

Tafel 2. Informationsbedarf über Körnerverluste

| Körnerverluste | mittlere Anzahl der Informationen je Stunde | mittlere Anzahl der Geschwindigkeitsänderungen je Stunde | Anzahl der Störungen in der Kampagne |
|----------------------|---|--|--|
| gesamt | bis 12 | bis 4 | 2x wurden vom Display die Körnerverlustwerte nicht angezeigt; |
| hinter dem Schüttler | 1 bis 2 | | nach einer Weile nahm es seine Funktion wieder auf und arbeitete ohne Störungen weiter |
| hinter der Reinigung | 1 bis 2 | | |

Tafel 3. Vergleich der Angaben zu den Körnerverlusten der Ernte von Sommergerste und Winterweizen

| Arbeitsgeschwindigkeit | | Massenstrom kg/s | gesamte Körnerverluste hinter dem Schüttler und hinter der Reinigung | |
|------------------------|------|---------------------|--|-----------------------------|
| km/h | m/s | | Angaben auf dem Display % | Kontroll- messungen % |
| <i>Sommergerste</i> | | | | |
| 2,5 | 0,69 | 3,20 | 0,4 | 0,30 |
| 3 | 0,83 | 3,85 | 0,5 | 0,40 |
| 3,5 | 0,97 | 4,50 | 0,5 | 0,55 |
| 4 | 1,11 | 5,15 | 0,7 | 0,70 |
| 4,5 | 1,25 | 5,80 | 1,0 | 0,95 |
| 5 | 1,38 | 6,40 | 1,3 | 1,10 |
| <i>Winterweizen</i> | | | | |
| 2,5 | 0,69 | 4,00 | 0,4 | 0,50 |
| 3 | 0,83 | 4,82 | 0,7 | 0,60 |
| 3,5 | 0,97 | 5,63 | 1,0 | 0,90 |
| 4 | 1,11 | 6,47 | 1,4 | 1,10 |
| 4,5 | 1,25 | 7,26 | 1,6 | 1,50 |

2.8. Elektrische Fernsteuerung

Die Ergebnisse der Überprüfung der elektrischen Fernsteuerung sind in Tafel 5 zusammengestellt.

Am Bedienhebel wurden während der Erntekampagne keine Mängel festgestellt. Die Anordnung der Tasten am Hebel bringt eine wesentliche Vereinfachung der Bedienung (auch wenn die Form des Handgriffs und die Lage der Tasten diskutabel ist).

Bei den durch Wippenschalter betätigten Funktionen mit Hydraulikzylindern traten während der Kampagne keine Störungen auf. Dagegen kam es bei den durch Wippenschalter betätigten Funktionen mit Elektromotoren zu zwei Störungen:

- Beim Variator des Reinigungslüfters mußte der Elektromotor einmal ausgetauscht werden.
- Beim Schneidwerksrücklauf erfolgte eine bedeutende Überhitzung des Elektromotors.¹⁾

3. Diskussion der Prüfergebnisse

Für eine komplexe ökonomische Beurteilung des Bordcomputers am Mähdröschler stehen noch nicht genügend Angaben zur Verfügung. Die bisherigen Erfahrungen deuten darauf hin, daß folgende Effekte erzielt werden könnten:

- Erhöhung der Arbeitsqualität
Die Regulierung der Arbeitsgeschwindigkeit entsprechend den angezeigten Körnerverlusten führt zur nachweisbaren Verminderung der Körnerverluste und dadurch auch zu einer höheren geernteten Körnermenge (wahrscheinlich im Bereich von 1 bis 6%).

- Verminderung der Störanfälligkeit
Das Informationssystem des Bordcomputers macht rechtzeitig auf den entstandenen Mangel aufmerksam. Dadurch wird schwerwiegenden Störungen an der Maschine vorgebeugt, die Instandsetzungskosten können gesenkt werden.
- Steigerung der Gesamtleistung
Der Bordcomputer ermöglicht eine optimale Wahl der Arbeitsgeschwindigkeit und dadurch auch das Erreichen einer höheren Gesamtleistung bei Einhaltung der Kennziffern der Arbeitsqualität (wahrscheinlich im Bereich von 10 bis 20%).

4. Schlußfolgerungen

Der Bordcomputer des Mähdröschers FORTSCHRITT E524 hat seine Berechtigung als Zusatzeinrichtung der Mähdröschler bewiesen. Zukünftig sind bei Mähdröschern hinsichtlich der Ausstattung mit Bordcomputern folgende Varianten zu erwarten:

- Ökonomievariante (ohne Borcomputer, ohne elektrische Fernsteuerung)
- Standardvariante (mit vereinfachtem Bordcomputer, mit begrenzter elektrischer Fernsteuerung)

Tafel 4. Zuverlässigkeit der Leistungs-, Drehzahl- und Arbeitsgeschwindigkeitsanzeige

| Funktion | mittlere Anzahl der Informationsabrufe je Schicht | Anzahl der Störungen in der Kampagne |
|--|---|--|
| geerntete Fläche (in ha) | 1 bis 5 | 3× herausgefallener Verbindungsstecker |
| Erntezeit (in h) | 1 bis 5 | |
| Flächenleistung (in ha/h) | | |
| Gesamtwert je Kampagne (in h, ha, ha/h) | 1 bis 2 | |
| Motordrehzahl (in min ⁻¹) ¹⁾ | bis 8 | |
| Drehzahl der Dreschtrommel (in min ⁻¹) | 3 bis 10 | |
| Drehzahl des Reinigungslüfters (in min ⁻¹) | bis 16 | |
| Arbeitsgeschwindigkeit (in km/h) | (+) ²⁾ | |

1) die Wahl der Drehzahl ist erst nach der Wahl der Arbeitsgeschwindigkeit möglich

2) ständiger Wert am Display, sofern die Drehzahl nicht gewählt worden ist

Tafel 5. Betätigung der elektrischen Fernsteuerung

| Funktion | mittlere Anzahl der erforderlichen Steuerungen, Arbeitsstunde |
|--|---|
| Betätigungshebel mit Tasten | |
| - Heben des Schachtes | bis 15 |
| - Senken des Schachtes | bis 15 |
| - Heben der Haspel | bis 12 |
| - Senken der Haspel | bis 12 |
| - Verschieben der Haspel nach vorn | bis 6 |
| - Verschieben der Haspel nach hinten | bis 6 |
| Wippenschalter | |
| - Ausschwenken (Einschwenken) des Austragerohres | 1 ¹⁾ |
| - Haspeldrehzahleinstellung | bis 6 |
| - Dreschtrommeldrehzahleinstellung | bis 2 |
| - Drehzahleinstellung des Reinigungslüfters | bis 2 |
| - Schneidwerksrücklauf | 5 bis 20 |

1) das Ernten erfolgte meist mit ausgeschwenktem Austragerrohr, was jedoch nicht den Empfehlungen des Mähdröschherstellers entspricht

- Komfortvariante (mit Bordcomputer und maximaler Ausstattung mit Automatisierungsmitteln auf Spitzenniveau)
Bei dieser Variante werden ein komplettes Informationssystem, ein komplettes System der elektrischen Fernsteuerung der Mehrzahl der Funktionen, alle erreichbaren Steuerungssysteme und in Zukunft auch das System der Informationsübertragung (Datenspeicherung) erwartet.

Literatur

- [1] Förster, F.; Schaller, R.; Windisch, G.: Standardvariante der neuen Elektronischen Kontroll-einrichtung für Mähdröschler E524. agrartechnik, Berlin 38(1988)7, S. 296-297.
- [2] Förster, F.; Tillig, V.; Pallmer, M.; Windisch, G.; Schaller, R.: Erweiterung des Elektronischen Kontrollsystems für Mähdröschler E524 Komfort. agrartechnik, Berlin 39(1989)6, S. 243-245.
- [3] Pallmer, M.; Windisch, G.: Software zur Fehlerdiagnose im Elektronischen Kontrollsystem des Mähdröschlers E524 Komfort. agrartechnik, Berlin 39(1989)6, S. 246-248.

A 5955

1) Stellungnahme des Herstellerbetriebes (Mähdröschwerk Bischofswerda/Singwitz):

- Für die Elektromotoren an den Variatoren zur Regulierung der Dreschtrommel- und Lüfterdrehzahlen wurde ein Überlastschutz entwickelt.
- Für den Schneidwerksrücklauf ist zum Schutz vor Überlastungen eine Einschaltzeitbegrenzung installiert worden.