

Erweiterung des Elektronischen Kontrollsystems für Mährescher E524 Komfort

Dipl.-Ing. F. Förster/Ing. V. Tillig/Dr.-Ing. M. Pallmer/Ing. G. Windisch/Dipl.-Ing. R. Schaller, KDT Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Erntemaschinen Neustadt

1. Einleitung

Der Einsatz der Mikroelektronik in der Landtechnik führt zu einem größeren Leistungsumfang und zu höherer Komplexität von Kontroll- und Überwachungseinrichtungen an mobilen Landmaschinen. Diese Tendenz verdeutlicht sich auch in den kundenspezifischen Ausrüstungsvarianten einer neuartigen Kontroll- und Überwachungseinrichtung für den Mährescher E524, der den ersten Typvertreter einer neuen Mährescherbaureihe des VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen darstellt.

In [1] wurde die Standardvariante des Elektronischen Kontrollsystems E524 beschrieben. Der Funktionsumfang dieser Grundausstattung kann durch Anbau eines EBC24A-M, einem Gerät aus der Bordcomputer-Baureihe für Fortschritt-Mährescher [2, 3], erweitert werden. Die Montage der Zusatzausrüstung kann sowohl werkseitig als auch beim Kunden (nach Montageanleitung) erfolgen. Im folgenden Beitrag wird die Erweiterung des Elektronischen Kontrollsystems E524 zur Komfortvariante, die nur werkseitig ausgerüstet wird, beschrieben. Durch den Einsatz eines Bordcomputers können somit über die Standardvariante hinausgehende Meßwertverarbeitungen und damit Datenverrechnun-

Bild 1. Anzeigeeinheit des Elektronischen Kontrollsystems für Mährescher E524 Komfort



gen sowie erweiterte Kontrollfunktionen realisiert werden. Gleichzeitig wurde der Bedienkomfort wesentlich erhöht.

2. Aufbau des Elektronischen Kontrollsystems Komfort

Das Elektronische Kontrollsystem Komfort wird ebenso wie das Elektronische Kontrollsystem Standard in kraftfahrzeugspezifisches und maschinenspezifisches Kontrollsystem unterteilt. Das kraftfahrzeugspezifische Kontrollsystem mit dem zugehörigen oberen Teil der Anzeigeeinheit in der Kabine (Bild 1) ist für Standard- und Komfortvariante identisch. Das maschinenspezifische Kontrollsystem der Komfortvariante unterscheidet sich von der Standardausrüstung durch eine vergrößerte Anzahl von Meßstellen und durch den Einsatz eines Bordcomputers zur Realisierung des erweiterten Funktionsumfangs. Der Bordcomputer befindet sich im unteren, maschinenspezifischen Anzeigeteil in der Kabine.

Weitere Bestandteile des maschinenspezifischen Kontrollsystems Komfort sind:

- Initiatoren an 10 Antriebswellen
- Initiator am Hinterrad
- Erntegutschalter im Schachtboden
- 4 Kornverlustgeber an den Schüttlerhoroden
- 4 Kornverlustgeber am Reinigungsauslauf
- 2 Korntank-Füllstandgeber
- Strohraumschalter
- Maschinenkabelbaum.

Nachfolgend werden den Funktionsumfang und die Bedienung des Bordcomputers erläutert.

3. Bordcomputer

3.1. Hardwarekonzept und Funktionsumfang

Der Bordcomputer (Bild 2) basiert auf dem Mikroprozessorsystem U880. Er verfügt über einen Speicherbereich von 8 kByte EPROM und 1 kByte RAM. Zum Datenerhalt wird der RAM bei ausgeschalteter Bordspannung aus zwei Monozellen R14C (1,5 V) versorgt. Sie müssen vor Beginn der Erntekampagne in die Anzeigeeinheit eingesetzt und am Ende wieder entfernt werden. Die Frontplatte bildet eine Folienflachtastatur mit 17 Berührungstasten, 20 Lichtemitterdioden (LED) und zwei vierstelligen Ziffernanzeigen. Durch aufgedruckte Symbole werden den LED und den Tasten bestimmte Funktionen zugeordnet. Die Leuchtstärke der Anzeigen wird automatisch an die Umgebungshelligkeit angepaßt. Zum Schutz vor Lichteinstrahlung sind sie in Schächten angeordnet. Zur Ausgabe von akustischen Alarmsignalen ist der Bordcomputer an den Tongeber des oberen, kraftfahrzeugspezifischen Anzeigeteils angeschlossen. Das Programm des Bordcomputers umfaßt folgenden Funktionsumfang:

- Verlustkontrolle
- Ernteflächen- und Erntezeitmessung
- Fahrgeschwindigkeitsmessung
- Drehzahlmessung für Motor, Dresch-

mel und Reinigungsgebläse

- Drehzahlüberwachung für Motor und Reinigungsgebläse
- Schlupfüberwachung für 7 Riemenantriebe

Bild 2. Bedien- und Anzeigeteil des Bordcomputers;

Block A (Überwachungsanzeigen)

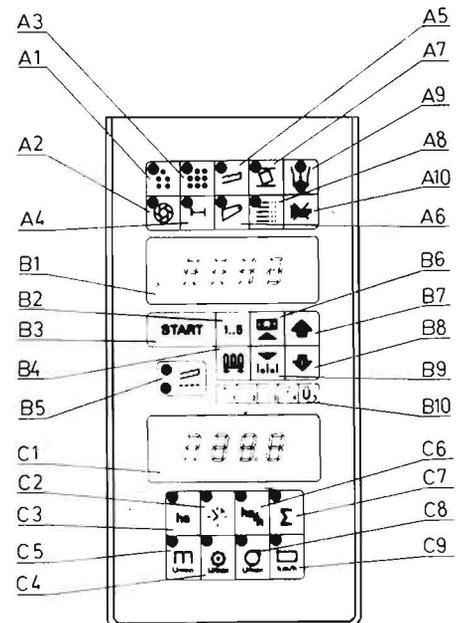
- A1 LED „Schlupfalarm Ährelevator“
- A2 LED „Schlupfalarm Leitrommelwelle“
- A3 LED „Schlupfalarm Kornelevator“
- A4 LED „Schlupfalarm Zwischenwelle“
- A5 LED „Schlupfalarm Schüttlerantrieb“
- A6 LED „Schlupfalarm obere Schachtwelle“
- A7 LED „Alarm Strohraumverstopfung“
- A8 LED „Schlupfalarm Strohreförderer“
- A9 LED „Korntank ¾ voll“, LED „Korntank voll“
- A10 Taste „Alarmton-Unterbrechung“

Block B (Verlustmessung)

- B1 Oberes Display
- B2 Taste „Fruchtart“
- B3 Taste „Start“
- B4 Taste „Schneidwerkbreite“
- B5 Taste „Verluste“, LED „Schüttlerverluste“, LED „Reinigungsverluste“
- B6 Taste „Verlustkalibrierungs-Displaywert“
- B7 Taste „Wert vergrößern“
- B8 Taste „Wert verkleinern“
- B9 Taste „Verlustkalibrierungs-Feldwert“
- B10 Fruchtartencode

Block C (Technologische Anzeigen)

- C1 Unteres Display
- C2 Taste und LED „Erntezeit“
- C3 Taste und LED „Erntefläche“
- C4 Taste und LED „Dreschtrommeldrehzahl“
- C5 Taste und LED „Motordrehzahl“
- C6 Taste und LED „Flächenleistung“
- C7 Taste und LED „Kampagnewert“
- C8 Taste und LED „Reinigungsgebläsedrehzahl“
- C9 Taste und LED „Fahrgeschwindigkeit“



- Ansteuerung der Variatorverstellung für Dreschtrommel und Reinigungsgebläse
- Diagnose des elektronischen Kontrollsystems.

Die Anzeigeeinheit des maschinenspezifischen Kontrollsystems Komfort (Bild 2) ist funktionell in 3 Blöcke geteilt:

- Block A Überwachungsanzeigen
- Block B Verlustmessung
- Block C Technologische Anzeigen.

Im Block C befinden sich LED in den Tastenfeldern. Sie ordnen die auf der unteren Ziffernanzeige ausgegebenen Meßwerte den Tastenfunktionen zu.

Nach dem Anlegen der Bordspannung läuft zunächst ein Einschaltprogramm ab. Zuerst werden alle Anzeigen (Ziffernanzeigen und LED) angesteuert. Der Fahrer hat dadurch die Möglichkeit, die Funktionsfähigkeit der Anzeigeelemente zu überprüfen. Dann zeigt der Bordcomputer auf dem oberen Display den eingestellten Mähdreschertyp (E524) an, und auf dem unteren Display erscheint die eingestellte Radvariante. Sie muß mit der Hinterradabmessung identisch sein (s. Tafel 1).

Tafel 1. Anzeige der Radvarianten auf dem unteren Display

Radvariante	Anzeige	Reifenabmessung
1	12.20	12,5-20
2	10.20	10-20
3	16.20	16-20

Zusätzlich zur Anzeige des Mähdreschertyps zeigt die LED „Zwischenwelle“ die im Bordcomputer eingestellte Antriebsvariante an:

- LED ein mechanischer Fahrtrieb
- LED aus hydrostatischer Fahrtrieb.

Danach ist der Bordcomputer betriebsbereit. Er geht zur Verlustkontrolle (oberes Display) und zur Fahrgeschwindigkeitsanzeige (unteres Display) über.

3.2. Verlustkontrolle

3.2.1. Wirkungsweise

Ein Teil der Verlustkörner wird über die hinter dem Siebkasten und an den Schüttlerhornden angebrachten Geber geleitet, prallt auf deren Membranen und erzeugt in den piezoelektrischen Wandlern der Geber elektrische Impulse, die im Bordcomputer, getrennt nach Schüttler- und Reinigungsanteil, gezählt und anschließend verrechnet werden. Störimpulse durch Stroh und Maschinenschwingungen werden ausgefiltert. Durch Einbeziehung der abgeernteten Fläche (Wegmessung am Hinterrad) und Eingabe der Arbeitsbreite wird für die am Bordcomputer vorgewählte Fruchtart der Verlust in Prozent des Ertrags ermittelt. Jeweils nach 3,6 s wird der angezeigte Verlustwert aktualisiert, so daß die Verlustentwicklung ständig verfolgt und entsprechend beeinflußt werden kann.

3.2.2. Parametereingabe

Vor Arbeitsbeginn sind folgende Einstellungen vorzunehmen:

- Fruchtart

Im Bordcomputer sind Berechnungskonstanten für die Fruchtarten Gerste, Weizen, Roggen, Hafer und Mais gespeichert. Die Fruchtarten sind in der angegebenen Reihenfolge durch die Zahlen 1 bis 5 im Rechner verschlüsselt. Die eingestellte

Fruchtart erscheint nach Betätigen der Tasten B2 im oberen Display (B1) und kann mit den Tasten B7 oder B8 verändert werden.

- Arbeitsbreite

Die möglichen Arbeitsbreiten sind in Fuß (ft) abgespeichert und entsprechend dem angebauten Schneidwerk einzustellen. Ist die Fruchtart Mais vorgewählt, wird die Größe des Maispflückers (Reihenanzahl, Reihenabstand) eingegeben. Die eingestellte Arbeitsbreite wird nach Betätigung der Taste „Schneidwerkbreite“ (B4) im oberen Display (B1) angezeigt und kann mit den Tasten B7 oder B8 verändert werden.

3.2.3. Kalibrierung

Im Gerät sind die für durchschnittliche, normale Erntebedingungen zutreffenden Gerätekosten abgelegt. Um auch bei abweichenden Erntebedingungen die erforderliche Genauigkeit der Verlustkontrolle zu gewährleisten, ist eine Kalibrierung möglich. Dazu sind die wirklich vorhandenen Ausdruschverluste aus dem Strohschwaden zu ermitteln. Das erfolgt nach den in der Landwirtschaft gebräuchlichen Methoden, z. B. mit Prüfschalenwürfen. Der so ermittelte Verlustwert ist der Vergleichswert, der über die Taste „Verlustkalibrierungs-Feldwert“ (B9) in den Bordcomputer einzugeben ist. Zum Zeitpunkt der Ermittlung der wirklich vorhandenen Ausdruschverluste ist durch den Mähdrescherfahrer der Anzeigewert der Verluste auf dem oberen Display (B1) abzulesen. Bei sich ändernden Verlustwerten wird der mittlere Wert notiert. Dieser Anzeigewert ist über die Taste „Verlustkalibrierungs-Displaywert“ (B6) ebenfalls in den Bordcomputer einzugeben. Der Kalibrierfaktor (Feldwert: Displaywert) wird im Bordcomputer errechnet und im weiteren Arbeitsablauf bei der Anzeige der Verluste wirksam.

3.2.4. Verlustanzeige

Der Bordcomputer geht nach dem Einschalten der Bordspannung automatisch zur Verlustkontrolle über. Sofern eine Parametereinstellung erforderlich war, wird durch Betätigen der Taste „Verluste“ (B5) die Betriebsart „Verlustkontrolle“ gestartet. Die beiden LED (B5) zeigen die zugeschalteten Meßstellen Schüttler und Reinigung an. Die Messung der Verluste beginnt am fahrenden Mähdrescher nach dem Betätigen des Erntegutschalters (Druschgut im Schacht). Durch Betätigen der Taste „Verluste“ (B5) können die Reinigungsverluste, die zu den gerade angezeigten Gesamtverlusten gehören, separat angezeigt werden. In diesem Zustand leuchtet nur die untere (Reinigungs-) LED (B5). Durch Drücken der Taste „Verluste“ (B5) kann beliebig zwischen Reinigungs- und Gesamtverlusten gewechselt werden.

3.3. Technologische Werte

Als technologische Werte werden die Erntefläche und die Erntezeit gemessen. Sie werden über einen frei wählbaren Zeitabschnitt sowie als Kampagnewert ermittelt. Die Messung erfolgt nur im Druschbetrieb.

3.3.1. Erntefläche

Die Erntefläche wird durch den Näherungsinitiator am Hinterrad gemessen, indem der Bordcomputer die zurückgelegte Wegstrecke mit der abgespeicherten Arbeits-

breite verrechnet. Mit der Taste C3 kann die abgeerntete Fläche in ha als Tageswert im unteren Display (C1) angezeigt werden. Gleichzeitig leuchtet die LED C3. Soll der Kampagnewert der abgeernteten Fläche zur Anzeige gebracht werden, ist zusätzlich die Taste „Kampagnewerte“ (C7) zu betätigen. Die LED C7 leuchtet dann ebenfalls.

3.3.2. Erntezeit

Die Erntezeit entspricht der Druschzeit. Sie wird durch den internen Zeittakt des Bordcomputers ermittelt und in Abschnitten von 6 min (0,1 h) aufsummiert. Der Tageswert wird nach Betätigung der Taste C2 im unteren Display (C1) angezeigt. Dabei leuchtet die LED C7. Um den Erntezeit-Kampagnewert abzurufen, ist danach die Taste „Kampagnewerte“ (C7) zu betätigen. Die LED C7 leuchtet zusätzlich zu C2 auf.

3.3.3. Flächenleistung

Die Flächenleistung wird ermittelt, indem im Bordcomputer der Wert der Erntefläche durch die Erntezeit dividiert wird. Nach Betätigung der Taste „Flächenleistung“ (C6) wird der Wert aus der Verrechnung der Tageszähler im unteren Display (C1) ausgegeben. Die LED C6 leuchtet auf. Um den Flächenleistungs-Kampagnewert zur Anzeige zu bringen, ist danach die Taste „Kampagnewerte“ (C7) zu betätigen. Die LED C7 leuchtet zusätzlich zu C6 auf.

3.3.4. Tages- und Kampagnezählerstart

Zu Beginn einer Schicht, eines Tages oder eines beliebigen Zeitabschnitts können die Tageszähler mit der Taste „Start“ (B3) gelöscht werden. Zur Kontrolle wird der gelöschte Tageszählerstand „Erntefläche“ auf dem unteren Display (C1) ausgegeben. Zu Beginn der Erntekampagne sind die Kampagnezähler zu löschen, indem während der Betätigung der Taste „Start“ (B3) kurz die Taste „Kampagnewerte“ (C7) gedrückt wird. Zur Kontrolle wird der gelöschte Kampagnezählerstand „Erntefläche“ ausgegeben.

3.4. Fahrgeschwindigkeits- und Drehzahlanzeigen

Die Fahrgeschwindigkeit wird mit Hilfe eines Näherungsinitiators am Hinterrad des Mähdreschers schlupffrei gemessen und auf dem Bordcomputer in km/h angezeigt. Die Anzeige ermöglicht vor allem bei langsamer Fahrt im Mähdrusch eine genaue Einstellung der Fahrgeschwindigkeit. Für Motor, Dreschtrommel und Reinigungsgebläse wird ebenfalls mit Hilfe von Initiatoren vom Bordcomputer die Drehzahl gemessen und in U/min angezeigt. Die Messung dient der Drehzahleinstellung von Dreschtrommel und Gebläse entsprechend den konkreten Erntebedingungen der in Abständen notwendigen Überprüfung der Drehzahlen von Motor, Dreschtrommel und Gebläse beim Mähdrusch. Folgende Anzeigewerte sind abrufbar:

- Motordrehzahl
- Dreschtrommeldrehzahl
- Reinigungsgebläsedrehzahl
- Fahrgeschwindigkeit.

Die Anwahl der einzelnen Funktionen erfolgt durch die Tasten C4, C5, C8 bzw. C9, wobei die im jeweiligen Tastenfeld befindliche LED durch grünes Aufleuchten anzeigt, welcher Meßwert gerade im unteren Display (C1) ausgegeben wird. Nach dem Einschalten des

Bordcomputers stellt sich automatisch die Fahrgeschwindigkeitsanzeige ein. Sie wird im Bereich ab 1,0 km/h auf 0,1 km/h genau angezeigt. Die Genauigkeit für die Drehzahlanzeigen ist im gesamten Arbeitsbereich 10 U/min. Während der Anzeige von Dreschtrommel- oder Gebläsedrehzahl können deren Variatoren mit Hilfe eines Wipenschalters verstellt werden. Im Stillstand sind diese Variatorverstellungen nicht möglich.

3.5. Drehzahl- und Schlupfüberwachung

Der Bordcomputer erkennt mit Hilfe von Näherungssensoren fehlerhafte Zustände im Antriebssystem des Mähdreschers und weist den Fahrer durch optische und akustische Signalisation auf Gefahrenzustände hin. Bei eingekuppeltem Dreschwerk werden Motor und Reinigungsgebläse ständig auf Unterschreitung einer Mindestdrehzahl überwacht. Für sieben weitere Antriebe – Zwischenwelle, Leittrommelwelle, Schüttlerantrieb, Kornelevator, Ährenelevator, obere Schachtwelle, Strohrefßer – erfolgt im Mähdrusch ständig die Überprüfung auf Einhaltung des zulässigen Riemenschlupfes. Drehzahlunterschreitung bzw. Schlupfüberschreitung werden bereits nach etwa 1 s erkannt, wodurch der Fahrer schnell reagieren und Folgeschäden vermeiden kann.

Während der Bordcomputer durch grüne LED anzeigt, welcher Wert auf den Displays gerade dargestellt wird, werden Alarm und Gefahrenzustände rot signalisiert. Zu jeder roten Alarm-LED schaltet sich ein Dauerintervallton ein. Mit der Taste „Alarmton-Unterbrechung“ (A10) kann das akustische Signal abgeschaltet werden. Es wird jedoch beim Auftreten eines weiteren Alarms erneut ausgelöst. Sinkt die Motordrehzahl bei eingekuppeltem Dreschwerk (Dreschtrommeldrehzahl > 250 U/min) unter den zulässigen Wert von 1950 U/min (Nennndrehzahl bei Last 2060 U/min), wird der Abfall der Motordrehzahl signalisiert. Die LED „Motordrehzahl“ (C5) leuchtet rot (Alarm), und die Anzeige im unteren Display (C1) springt zur Motordrehzahl. Dadurch kommt für die LED C5 das grüne Licht dazu, und sie blinkt abwechselnd in beiden Farben. Beim Absinken der Reinigungsgebläsedrehzahl im Mäh-

drusch unter 150 U/min erfolgt eine Alarmierung in ähnlicher Weise. Die Anzeige im unteren Display (C1) springt in die Reinigungsgebläsedrehzahl und die LED C8 blinkt rot-grün. Die Schlupfalarmanzeigen ermöglichen eine Überwachung des Riemenschlupfes zwischen treibendem und getriebenem Rad durch ständigen Drehzahlvergleich für folgende Antriebe:

- Motor – Zwischenwelle (A4)
- Motor – Leittrommelwelle (A2)
- Leittrommelwelle – Ährenelevator (A1)
- Leittrommelwelle – Kornelevator (A3)
- Leittrommelwelle – Schüttlerantrieb (A5)
- Leittrommelwelle – obere Schachtwelle (A6)
- Motor – Strohrefßer (A8).

Die Überwachung des Schlupfes zwischen Motor und Zwischenwelle erfolgt nach dem Anlassen des Motors und wird unabhängig von Motordrehzahl- und Schlupfüberwachung der Arbeitsorgane durchgeführt. Die Überprüfung und Einhaltung des zulässigen Riemenschlupfes zwischen Motor und Leittrommelwelle, zwischen Motor und Strohrefßer und zwischen Leittrommelwelle und den Antrieben der Arbeitsorgane ist nur bei laufendem Dreschwerk (Dreschtrommeldrehzahl > 250 U/min) und in Abhängigkeit vom Arbeitsregime aktiv.

3.6. Strohraum- und Korntanküberwachung

Die Überwachung von Strohraum und Korntank erfolgt nicht durch den Bordcomputer. In seinem Anzeigeteil werden nur die durch Schalter erfaßten Zustände „Strohraum verstopft“ sowie „Korntank $\frac{3}{4}$ voll“ oder „Korntank voll“ optisch signalisiert.

Verstopft während des Mähdrusches der Strohraum oberhalb der Schüttlerhorden, so leuchtet die Alarmanzeige A7 auf. Gleichzeitig erfolgt eine akustische Alarmierung mit Dauerintervallton, die mit der Taste „Alarmton-Unterbrechung“ (A10) nicht abgestellt werden kann. Ist der Korntank zu $\frac{3}{4}$ gefüllt, so leuchtet die untere LED A9 auf, und als Information für „Abbunkerfahrzeuge“ schaltet sich die Rundumleuchte auf der Kabine ein. Wenn die vollständige Füllung erreicht ist, leuchtet auch die obere LED A9 auf und ein rd. 3 s langer Intervallton mit kurzer Impulsfolge signalisiert diesen Zustand akustisch.

3.7. Funktionsüberprüfung

Nach dem Einschalten der Bordspannung arbeitet der Bordcomputer ein Programm ab, mit dessen Hilfe rechnerinterne Funktionsstörungen lokalisiert werden können. Überprüft werden die Funktionsfähigkeit der Speicher, der Ein-/Ausgabekanäle und der Anzeigeelemente. Der Prüfzyklus läuft bis auf den Test der Anzeigeelemente (LED und Ziffernanzeigen) für den Bediener unsichtbar ab, jedoch werden bei Ausfällen Kennungen angezeigt, die die defekte Baugruppe bezeichnen. Neben dem internen Test verfügt der Bordcomputer über ein komfortables Diagnosesystem zur Störungssuche außerhalb der Anzeigeeinheit. In diesem besonderen Check-Modus können alle angeschlossenen Initiatoren einschließlich Kabel und Steckverbinder sowohl statisch (Check 1) als auch dynamisch (Check 2) überprüft werden [4].

4. Zusammenfassung

Der Bordcomputer erfüllt als Bestandteil des Elektronischen Kontrollsystems Komfort eine große Anzahl von Meß- und Überwachungsaufgaben im Mähdrescher E524. Als Ausrüstung einer Landmaschine ist sein konstruktiver Aufbau auf Funktionsicherheit unter rauen Umweltbedingungen, Übersichtlichkeit und einfache Bedienbarkeit ausgerichtet. Mit dem Beitrag soll dem Anwender ein Überblick über die Funktionskomplexe Verlustkontrolle, Anzeige technologischer Werte, Schlupfüberwachung, Fahrgeschwindigkeits- und Drehzahlmessung sowie über die Bedienung des Bordcomputers gegeben werden.

Literatur

- [1] Förster, F.; Schaller, R.; Windisch, G.: Standardvariante der neuen Elektronischen Kontrolleinrichtung für Mähdrescher E524. agrartechnik, Berlin 38 (1988) 7, S. 296–297.
- [2] Schaller, R.; Tillig, V.; Windisch, G.: Neue Bordcomputer-Baureihe für FORTSCHRITT-Mähdrescher. agrartechnik, Berlin 37 (1987) 9, S. 412–413.
- [3] Bedienanweisung für Mähdrescher E524. Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Mähdrescherwerk Bischofswerda/Singwitz 1989.
- [4] Pallmer, M.; Windisch, G.: Software zur Fehlerdiagnose im Elektronischen Kontrollsystem des Mähdreschers E524. agrartechnik, Berlin 39 (1989) 6, S. 246–248. A 5629

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

agrartechnik; Feingerätetechnik; Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik; Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik; Schweißtechnik; Seewirtschaft