



Vom Hebel zum Chip

Für einfache Geräte reicht ein Hydraulikventil plus Ölschlauch. Doch viele moderne Maschinen kommen damit nicht mehr aus. Wir zeigen die Stärken und Schwächen von aktuellen Hydraulik- und Steuersystemen.

Moderne Maschinen hängen an vielen Tropfen: Sie werden mechanisch, hydraulisch, pneumatisch und elektrisch versorgt. Die Hydraulik übernimmt immer mehr Aufgaben – ohne den Ölstrom läuft nichts mehr. Er lässt sich einfach verteilen und gut regeln.

Die Firmen gehen unterschiedliche Wege bei der Ölversorgung und -steuerung. Vom einfachen Öl-Anschluss am Schlepper bis zum Jobrechner-gesteuerten Load-Sensing-Ventilblock. Wir geben einen Überblick über die wichtigsten Systeme mit ihren Vor- und Nachteilen.

Der Schlepper steuert alles

Im einfachsten Fall sitzt an der Maschine nur ein einzelner Hydraulikschlauch. Damit kann man einen einfachen Hydraulikzylinder bedienen und z.B. ein Mähwerk hochklappen. In die andere Richtung geht's per Schwerkraft. Geringste Anforderungen an den Schlepper, doch bei großen Hydraulikzylindern wie beim Kipper kann der Ölvorrat knapp werden.

Gängig sind Lösungen mit doppeltwirkenden Steuergeräten. Die Anforderungen an den Schlepper steigen mit der Zahl der Funktionen an den Maschinen. Pro Funktion braucht der Schlepper ein Steuergerät, zwei Schläuche müssen gekuppelt werden.

Vorteile der Schlepper-Steuergeräte:

- + Geringe Kosten auf der Geräteseite.
- + Der Fahrer kennt die Hydraulikfunktionen des Schleppers.
- + Bei modernen Traktoren kann der Fahrer Ölmenge und Zeit der Steuergeräte einstellen und so die Funktion feinfühlig steuern.
- + Bei vielen neuen Schleppern lassen sich die Hydraulikfunktionen per

Je aufwändiger die Anbaugeräte, desto mehr Leitungen müssen Sie kuppeln. Doch moderne Ventilblöcke auf den Geräten kommen oft mit einer zentralen Ölversorgung aus.



Joystick kontrollieren oder in das Vorgewende-Management integrieren: Auf Knopfdruck werden dann alle Funktionen automatisch und in der richtigen Reihenfolge ausgeführt.

Nachteile Schleppersteuergeräte:

- ➔ Es müssen viele Schläuche gekuppelt werden, die Verwechslungsgefahr steigt. Vor allem bei programmierten Vorgewende-Sequenzen kann das Verwechseln der Schläuche fatal sein.
- ➔ Versehentlich – z. B. vor dem Kuppeln der Maschine – programmierte Zeitfunktionen können zu Schäden führen.
- ➔ Viele Schläuche zwischen Schlepper und Gerät sind unübersichtlich und können schneller beschädigt werden (Quetschgefahr).
- ➔ Beim Schlepperwechsel kommt es zur Ölvermischung. Darauf reagieren vor allem Traktoren mit gemeinsamem Hydraulik- und Getriebe-Ölhaushalt empfindlich.

Geräte mit eigenem Hydraulikblock

Bei dieser Lösung liefert der Schlepper nur den Öldruck. Ein zusätzlicher Steuerblock auf der Maschine teilt den Hydraulikstrom dann für die unterschiedlichen Funktionen auf.

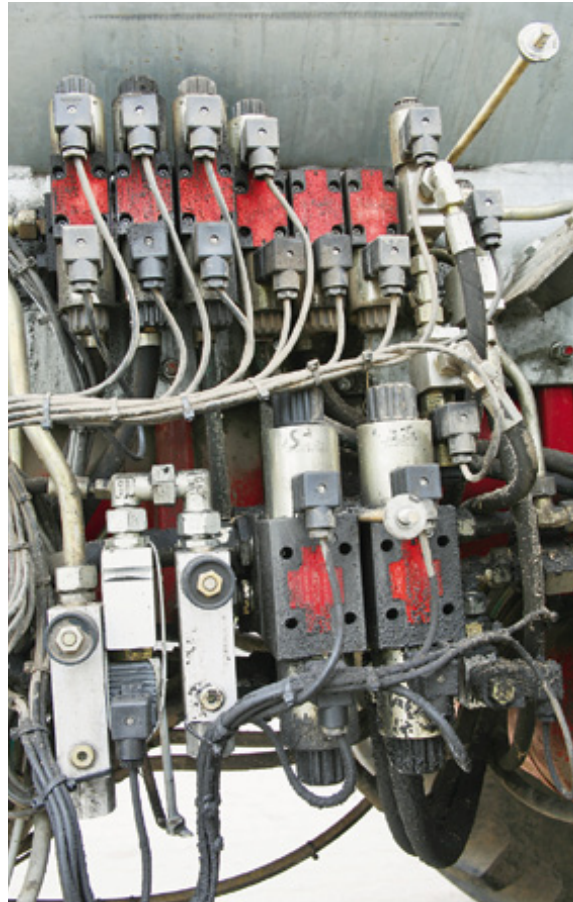
► **Vorwahl-Funktion:** Der Fahrer nutzt ein einzelnes, doppelwirkendes Steuergerät, er steuert alles über einen Hebel. Vorher muss er die gewünschte Funktion vorwählen. Je nach Gerät (und Alter der Maschine) funktioniert das über einen Bowdenzug oder einen elektrischen Schaltkasten. Sobald der Fahrer jetzt den Hydraulikhebel in der Kabine bedient, fließt Öl zum zentralen Ventilblock des Geräts und der lenkt es weiter zur vorgeählten Funktion.

Vorteile der Vorwahlfunktion:

- ➔ Der Schlepper braucht nur ein doppelwirkendes Steuergerät.
- ➔ Der Fahrer bedient alles mit einem einzigen Hebel.
- ➔ Der Fahrer muss nur zwei Leitungen koppeln, er kann höchstens die Fließrichtung vertauschen.
- ➔ Der Ventilblock auf der Maschine ist relativ einfach aufgebaut.

Nachteile dieser Lösung:

- ➔ Es ist eine zusätzliche Steuerbox auf dem Schlepper notwendig.
- ➔ Bei modernen Schleppern können die vorhandenen Ventile und Komfortlösungen nicht genutzt werden.
- ➔ Der Fahrer kann immer nur eine Funktion gleichzeitig steuern und muss dann für die nächste wieder umschalten. Ein flüssiger Arbeitsablauf sieht anders aus.



Typischer Ventilblock an einem Gülletanker. Jedes Ventil wird hier elektrisch gesteuert.

Fotos: Einhoff, Küper, Höner, Werkbild

Vorteile des Druck-Umlaufs:

- ➔ Der Schlepper braucht nur ein fachwirkendes Steuergerät und einen drucklosen Anschluss für den Rücklauf.
- ➔ Bei entsprechender Steckerform (andere Form, größerer Durchmesser für Rücklauf) sind Verwechslungen ausgeschlossen.
- ➔ Die Hydraulikventile der Maschine lassen sich unterschiedlich ansteuern. Damit sind auch sehr komfortable Steuerungen und Automatik-Schaltungen bis hin zum ISOBUS möglich.

- ➔ Der Ventilblock reagiert empfindlicher auf Ölverschmutzungen als z. B. ein einfacher Hydraulikzylinder mit direktem Zugang.

► **Druck-Umlauf-Hydraulik:** Dieses System arbeitet mit einem Steuergerät und einem drucklosen Rücklauf. Ein Steuerblock auf der Maschine lenkt den permanent fließenden Ölstrom zur gewünschten Funktion, sobald der Fahrer den entsprechenden Knopf in der Steuerbox drückt.

In der Praxis gibt es oft Probleme mit dem Rücklauf des Öls. Fehler Nummer 1: Der Fahrer schließt den Rücklauf direkt am zweiten Anschluss des Steuergeräts an. Das komplette Öl, das von der Maschine zurückkommt, muss den Ventilblock des Schleppers erneut passieren, bevor es in den Tank gelangt. Weiterer Fehler: Der Querschnitt des Rücklaufs ist zu klein. In beiden Fällen baut sich ein zu hoher Gegendruck im Rücklauf auf, das Öl erwärmt sich stark, es schäumt und Dichtungen können verbrennen.

Lösung: Der Rücklaufschlauch muss einen möglichst großen Durchmesser haben und direkt, ohne Umwege in den Hydraulikölvorrat des Schleppers zurückführen. Am besten hat der Rücklaufanschluss am Schlepper eine besondere Kupplung mit extra großem Durchgang (z. B. flachdichtende Kupplung).



Power-Beyond-Anschluss: Über die linke dünne Steuerleitung wird die Pumpe des Systems bedarfsgerecht geregelt.

Nachteile der Lösung:

- ➔ Das Öl zirkuliert permanent unter hohem Druck – auch wenn gerade keine Funktion ausgeführt wird. Das kostet Diesel und Verschleiß der hydraulischen Anlage des Schleppers. Das Öl altert schneller.
- ➔ Die empfindlichen Schieber der Hydrauliksteuerblöcke müssen mit einem zusätzlichen Filter in der Druckleitung vor Verschmutzungen geschützt werden.
- ➔ Der Ventilblock und die Steuereinheit erhöhen die Kosten für die Maschine.
- ➔ Zum Beheben von Störungen ist oft Spezialwissen notwendig.
- ➔ Komfortlösungen des Schleppers lassen sich nicht nutzen.

► **Power-Beyond-Anschluss:** Hier versorgt die Hydraulik des Schleppers die Maschine nur dann mit Öl, wenn sie Hydraulikleistung benötigt. Das System regelt die Menge passend zum Bedarf.

Der Schlepper benötigt eine so genannte Load-Sensing-Hydraulik mit einem Power-Beyond-Anschluss.

Der Anschluss setzt sich aus drei separaten Leitungen zusammen: Eine Druckleitung (P, wie Druck), ein druckloser Rücklauf (T, wie Tank) und eine Steuerleitung, die einen deutlich kleineren Querschnitt hat und meist mit LS gekennzeichnet ist. Diese Leitung steht immer unter Druck. Wenn der Fahrer eine Hydraulikfunktion abrufen will, fällt der Druck in der Steuerleitung und das Hydrauliksystem des Schleppers regelt automatisch den Förderstrom der Hydraulikpumpe hoch.

Viele neue Anbaugeräte haben Steuerblöcke, die wahlweise per Druck-Umlauf-Hydraulik oder per Power-Beyond arbeiten. Dazu muss man am Steuerblock nur eine Stellschraube umschalten. Vorteil: Die Maschinen können mit älteren Schleppern per Druck-Umlauf-Hydraulik gefahren werden. Kommt später ein moderner Schlepper mit Load-Sensing-Hydraulik, lässt sich das System ohne große Kosten aufrüsten.

Vorteile des Power-Beyond:

- ➕ Das Öl fließt nur, wenn es gebraucht wird. Das spart Diesel und schont die Hydraulik.
- ➕ Der Fahrer muss das Schleppventil einmalig zu Beginn der Arbeit aktivieren.
- ➕ Das System erlaubt den höchsten Komfort bzw. die zurzeit modernsten Automatik-Steuerungen.
- ➕ Nur drei Ölleitungen, keine Verwechslungsgefahr.
- ➕ Viele Geräte-Steuerblöcke lassen sich auch nachträglich umschalten.

Nachteile dieser Lösung:

- ➔ Aufwändige Technik, hoher Anspruch an die Ölqualität.
- ➔ Bei größeren Störungen Spezialwissen notwendig.
- ➔ Die Steuerleitung lässt sich meist nur bei abgeschaltetem Schlepper kuppeln.

► **Eigene Bordhydraulik:** Hier versorgt sich die Maschine komplett selbst. Der Schlepper treibt per Zapfwelle die Pumpe der Bordhydraulik an. Der Ventilblock steuert alle Funktionen.

Diese maßgeschneiderten Lösungen werden bei Maschinen eingesetzt, bei denen es auf eine hohe hydraulische Leistung oder einen besonders präzisen Ölstrom ankommt: Der Ölbedarf von sehr großen Muldenkippern oder Hakenlifts lässt sich von vielen Schleppern nicht mehr decken.

Eine Press-Wickel-Kombination ist für einen präzisen Ablauf des Wickelvorgangs

auf einen konstanten Ölstrom angewiesen, der sich am besten über die Bordhydraulik gewährleisten lässt. Bei einigen Maschinen mit Bordhydraulik werden aber auch die Schleppersteuergeräte benötigt, z.B. zum Sperren einer Lenkachse oder zum Ein- und Ausklappen des Geräts.

Vorteile der Bordhydraulik:

- ➕ Maßgeschneiderte Hydrauliklösung.
- ➕ Meist keine Ölvermischung beim Tausch der Schlepper.
- ➕ Beim Anbau der Maschine müssen teils nur die Gelenkwelle und die elektrische Steuerleitung gekuppelt werden.

Nachteile dieser Lösung:

- ➔ Höhere Kosten für zusätzlichen Ölkreislauf.
- ➔ Zusätzlicher Wartungsaufwand, regelmäßiger Öl- und Filterwechsel wird notwendig.
- ➔ Die aufwändige Hydraulik moderner Schlepper wird nicht voll genutzt.

Elektrisch oder elektronisch



In dem grauen Kasten verbirgt sich der Jobrechner einer elektronischen Steuerung. Er steuert die Funktionen elektronisch per CAN-BUS.

Sobald die Geräte einen elektrischen Ventilblock für die Hydraulikfunktionen haben, braucht man eine Steuerbox in der Schlepperkabine. Je nach Ausstattung der Maschinen gibt es elektrische und zunehmend computergesteuerte, elektronische Lösungen. Damit steigt der Komfort: Eine Befüllautomatik beim Ladewagen regelt automatisch den Kratzbodenvorschub. Oder Folgesteuerungen für komplizierte Bewegungsabläufe: Beim

Ausklappen eines Spritzgestänges startet die zweite Funktion nur, wenn der erste Zylinder seine Endposition erreicht hat. Das schützt vor Fehlbedienungen.

Nur, mit dem Einzug von Elektrik und Elektronik steigt auch die Gefahr von Störungen: Gequetschte Kabel und korrodierte Steckverbindungen sind gängige Ursachen dafür. Dazu kommen mögliche Probleme mit Schaltern und Sensoren am Gerät sowie Softwareprobleme.



Nachteil eines elektrischen Systems: Jede Funktion benötigt ein eigenes Kabel und damit große Steckverbindungen.



Bei der elektrischen Vorwahl schaltet man das Ventil und führt dann die Funktion mit dem Schlepper-Steuerg r t aus.



Elektrische Steuerungen arbeiten häufig ohne Monitor. Die Funktionen schaltet man per Kippswitcher.

Schon bei kleineren Störungen kann die Maschine komplett ausfallen (einige Ventilblöcke haben allerdings eine Notbedienung). Viele Mechaniker scheuen die Fehlersuche in elektrischen oder elektronischen Systemen oder sind dafür nicht ausgebildet.

► **Elektrische Steuerungen:**  ber einen Knopf in der Schlepper-Bedienbox schaltet ein einfacher Stromkreis das Elektromagnet-Ventil auf der Maschine. Jede Funktion oder Kontroll-Leuchte braucht ein eigenes Kabel. Im Extremfall haben Stecker 20 oder mehr Kontakte. Ein elektrisch geschaltetes Steuerventil schaltet „schwarz/weiß“, es ist also nur die Funktion „an/aus“ möglich und keine proportionale Steuerung. Funktionen können nur per Kontroll-Leuchte, nicht per Display angezeigt werden.

Vorteile der elektrischen Steuerung:

- ⊕ Meist einfache Bedienung – weniger versierte Fahrer kommen oft besser damit klar als mit Touch-Screen-Steuerungen.
- ⊕ Weniger Hydraulikleitungen notwendig.
- ⊕ Meist geringere Kosten als bei elektronischen Lösungen.
- ⊕ Auch einfache Automatik-Funktionen möglich (Endabschalter).
- ⊕ Bei Störungen einfacher zu reparieren als elektronische Steuerungen.

Nachteile dieser Lösung:

- ⊖ Anfällige Kontakte und Kabel.
- ⊖ Eingeschränkte Automatikfunktionen.
- ⊖ Für jede Maschine ist ein eigener, individueller Schaltkasten notwendig.
- ⊖ Schaltungen lassen sich nachträglich kaum, bzw. nur aufwändig ändern oder einstellen.

► **Elektronische Steuerungen:** Das Herz ist der Jobrechner. Dieser tasten- und bildschirmlose Computer sitzt in einer wasserdichten Kiste auf dem Gerät und wandelt die Steuersignale vom Bedienteil in elektrische Impulse für den Hydraulikblock um. Die Steuerbox im Schlepper und der Jobrechner kommunizieren auf elektronischem Weg miteinander (CAN-BUS). Jetzt braucht man nicht mehr für jede Funktion eine einzelne Leitung. Wenige Kabel reichen selbst für komplizierte Steuerung, die Kabel sind dünner und lassen sich einfacher kupeln.

Jobrechner lassen sich programmieren, z.B. mit einer Zeitschaltung beim Anheben einer Pick-Up – ein kurzer Druck auf den Ausheben-Knopf reicht, das Öl fließt 3 Sekunden bis die Pick-Up oben ist. Der Rechner kann außerdem die Informationen von Sensoren auf der Maschine verarbeiten. Die Sensoren informieren den Jobrechner über die Position (z.B. Heckklappe, Pick-Up usw.), über Drehzahlen, Drehmomente (z.B. Auslas-

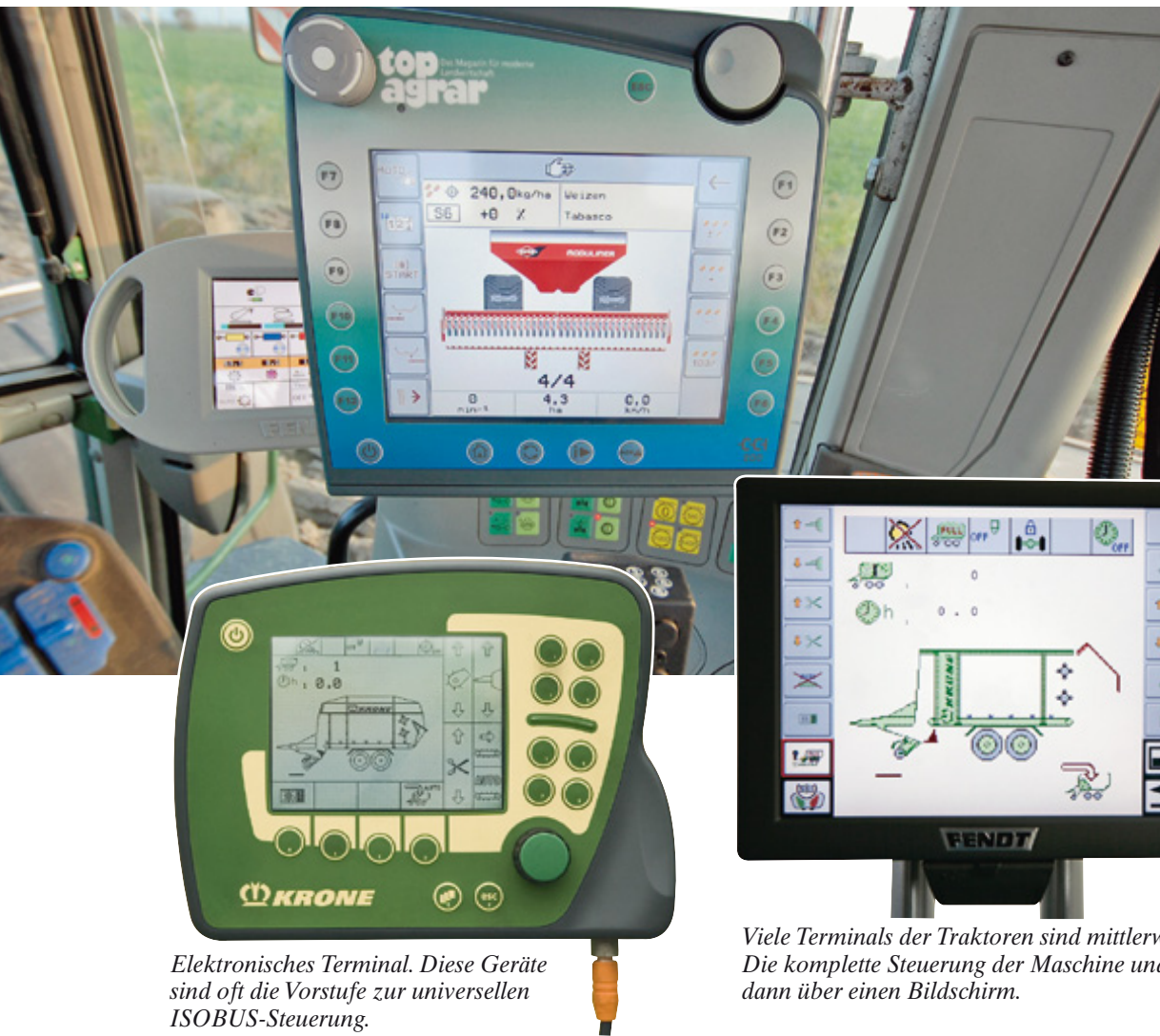
tung des F rderrotors von Pressen oder Ladewagen), Gewicht, Durchfluss oder sogar über Qualitäten (Feuchte, Farbe, Temperatur des Ernteguts). Je nach Programmierung kann der Computer diese Informationen direkt verarbeiten und in Steuerimpulse umsetzen, z.B. Starten des Ladewagen-Kratzbodens zum Entladen nur dann, wenn die Heckklappe ganz geöffnet ist (Position) und der Zapfwellenantrieb der Dosierwalzen eingeschaltet ist (Drehzahl).

Dem Fahrer werden so Überwachungsaufgaben abgenommen und die Abläufe teilautomatisiert.

Geräte mit eigenem Hydraulikblock

► **Einfache elektronische Steuerungen:** Diese Steuerungen übernehmen fast die gleichen Aufgaben wie eine elektrische Steuerung. Sie verfügen im Prinzip nur über die Funktionen „An“ und „Aus“. Sie bieten keine Möglichkeit der weiteren Kommunikation mit dem Jobrechner. Einstellungen und Programmierungen lassen sich zwar ändern, meist aber nur durch Servicepersonal per Laptop.

► **Steuerungen mit Display:** Bei dieser aufwändigeren Lösung zeigt ein Display die aktuellen Maschinenfunktionen an. Der Fahrer kann über das Bediengerät plus Display Einstellungen vornehmen. Allerdings gibt es hier noch



Universelles ISOBUS-Terminal parallel zum Schlepper-Monitor. Im Bild das Gerät von unserer ISOBUS-Tour: Wir sind mit dem Terminal von Maschine zu Maschine gefahren und haben ausprobiert, ob beides zusammen arbeitet.

Elektronisches Terminal. Diese Geräte sind oft die Vorstufe zur universellen ISOBUS-Steuerung.

Viele Terminals der Traktoren sind mittlerweile ISOBUS-fähig: Die komplette Steuerung der Maschine und des Schleppers laufen dann über einen Bildschirm.

oft Insellösungen in unterschiedlichen Stufen:

- Für jedes einzelne Gerät ist ein Spezialterminal nötig.
- Jede Maschinengruppe braucht ein Spezialterminal.
- Nur Maschinen des Herstellers können mit dem selben Terminal arbeiten.

In jedem Fall muss sich der Fahrer genau mit der Menüführung dieser speziellen Terminals auskennen, um die Maschine richtig bedienen zu können.

► **ISOBUS-Terminal:** Bei diesem Konzept passt ein Bedienterminal für alle Geräte mit ISOBUS-Steuerung. Bei vielen Geräten sind mittlerweile nicht nur Stecker und Schalter genormt, sondern auch die Menüführung. Der Fahrer findet für jede Maschine die Grundeinstellungen immer auf der gleichen Ebene und muss sich nicht mehr mit unterschiedlichen Programmierungen auseinandersetzen. Das Terminal kann fest auf dem Schlepper in optimaler Position montiert werden. Beim Ankuppeln erkennt das Gerät automatisch die angehängte Maschine.

ISOBUS wird in Zukunft weitere Möglichkeiten bieten und z.B. Daten der angehängten Maschine zum Steuern des Schleppers verwenden (TIM = Tractor-Implement-Management). Der Drehmomentsensor der Presse erkennt z.B., dass die Maschine aktuell mehr Material verarbeiten könnte, und die Elektronik befiehlt dem Schlepper, schneller zu fahren.

Um mit den heutigen Systemen arbeiten zu können, benötigt der Traktor nicht immer ein volles ISOBUS. Es sind auch Zwischenlösungen möglich:

- Das Terminal wird nur von der Schlepper-Batterie mit Strom versorgt. Es erhält keine Informationen vom Schlepper, wichtige Informationen kommen von Sensoren direkt am Gerät.
- Der Schlepper erhält nachträglich einen speziellen Kabelbaum mit einigen ISOBUS-Funktionen (z.B. Geschwindigkeitssignal oder Zapfwelleninformationen). Auch beim „vollen“ ISOBUS gibt es zwei unterschiedliche Ansätze:
 - Der Schlepper hat ein ISOBUS-System und kommuniziert mit dem separaten Terminal.

- Der Jobrechner wird mit dem ISOBUS-Monitor des Schleppers gekoppelt. Das zusätzliche Terminal ist nicht mehr notwendig. Allerdings konzentrieren sich jetzt alle Funktionen und Informationen auf einem Bildschirm.

Vorteile elektronischer Steuerungen:

- + Sehr viele Möglichkeiten bis hin zur automatischen Steuerung der Maschine.
- + Der Jobrechner ist ausbaufähig und programmierbar.
- + Zur Maschine reichen ein einfaches Kabel und ein kompakter Stecker.

Nachteile dieser Steuerungen:

- Höhere Kosten, empfindlicher.
- Manche Fahrer trauen sich ungern an elektronische Steuerungen heran.
- Die Bedienung ist teils unübersichtlich, vor allem, wenn jedes Gerät sein eigenes Terminal und eine eigene Menüstruktur hat.
- Aufwändige Fehlersuche, Spezialwissen notwendig.
- Teils höhere Ansprüche an den Schlepper (ISOBUS).

G. Höner