

Elektronik - der unentbehrliche Helfer für den Landwirt im Ackerschlepper

Dr. H. Auernhammer, Weihenstephan

Elektronik findet als intelligente Technik mehr und mehr im Ackerschlepper Eingang /2, 3/. Sie erfaßt die vier Bereiche

- Fahrzeug
- Information und Bedienung
- Diagnose und
- Datenverwaltung für das Betriebsmanagement.

Innerhalb dieser Bereiche findet sich Elektronik in vielen Funktionen mit einzelnen Schwerpunkten und noch vollständig offenen Anwendungsgebieten (Abb. 1).

Der entsprechende Einsatz in der Praxis orientiert sich allerdings an der Nutzung des Schleppers in Form überwiegender Zugarbeiten oder aber in Form des Pflegeschleppereinsatzes. Nachfolgend werden dazu die wesentlichsten Einsatzgebiete dargestellt und abschließend eine Einordnung mit entsprechendem Ausblick auf weitere Entwicklungsansätze und -bedürfnisse versucht.

1. Elektronik im Fahrzeug

Elektronik im Fahrzeug findet sich im Fahrwerk, im Motor, im Getriebe und an den Schnittstellen zu den Geräten (Front- und Heckhydraulik). Sie dient dabei der verbesserten Zugkraftumsetzung, der optimierten Geschwindigkeitsanpassung an die zu verrichtenden Tätigkeiten oder aber dem optimierten Geräteeinsatz, bzw. der Geräteüberwachung.

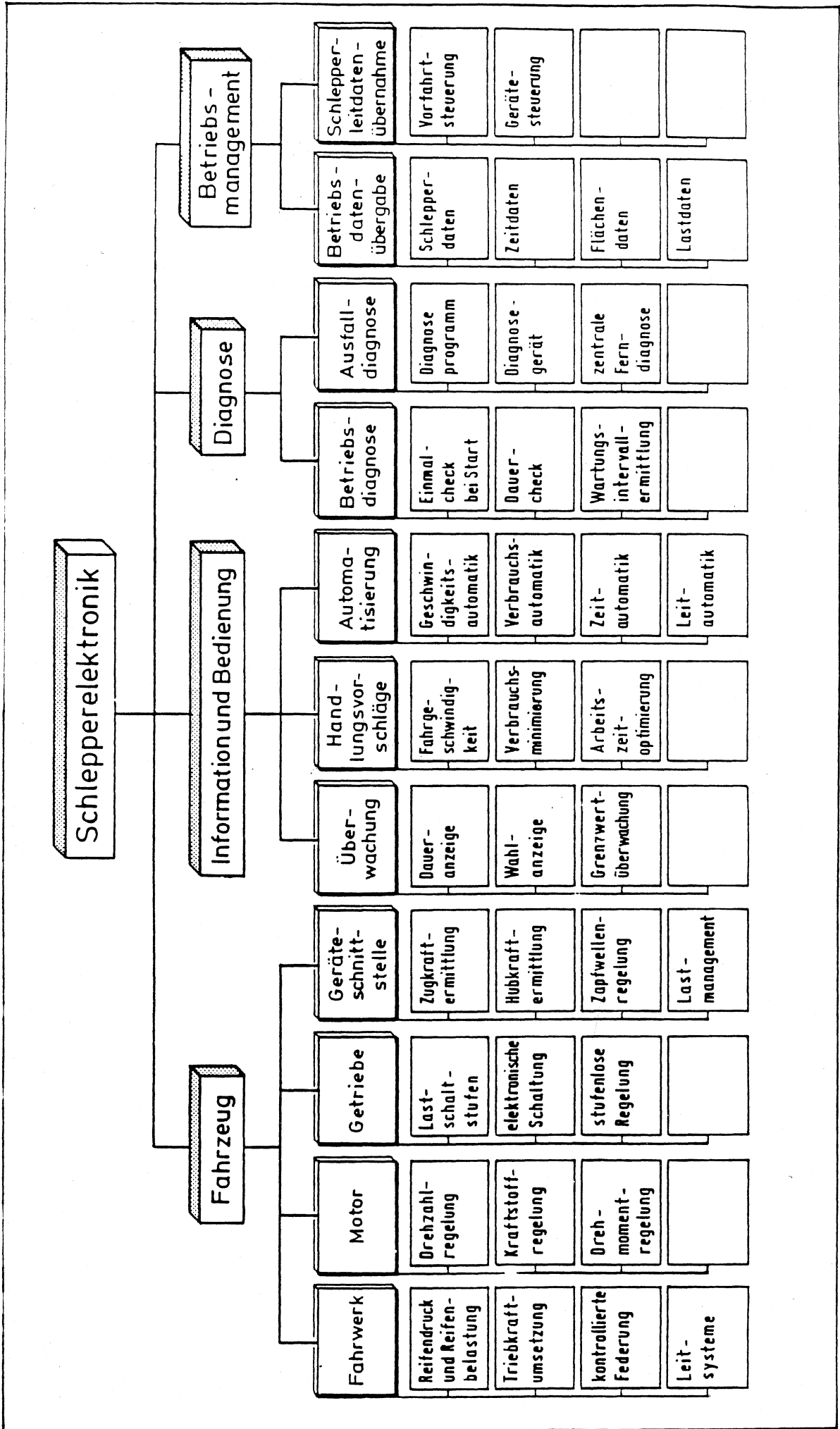


Abbildung 1: Systematik für die Einsatzbereiche der Schlepperelektronik.

1.1 Triebkraftoptimierung

Bei schweren Zugarbeiten kann eine optimale Triebkraftumsetzung nur dann erreicht werden, wenn bei richtiger Ballastierung entsprechend der eingesetzten Bereifung alle Räder die größtmögliche Zugkraftübertragung gewährleisten. Bedingt durch sich laufende Änderungen selbst bei scheinbaregleichen Verhältnissen ist dies jedoch die Ausnahme, weshalb nur ein mehrstufiges Regelsystem die optimalen Voraussetzungen eröffnen kann.

Stufe 1: Allrad- und Differentialsperrenmanagement

Ohne Elektronik arbeitet der Landwirt in der Regel nur im suboptimalen Bereich. Er schaltet überwiegend den Allradantrieb nur dann zu, wenn er glaubt, dadurch eine verbesserte Triebkraftumsetzung zu erreichen. Gleiches gilt für den Allradantrieb, der nur dann zugeschaltet wird, wenn die Bedingungen sehr schlecht werden oder wenn bei großen Schlaglängen die Ein- und Ausschaltvorgänge nicht zu häufig sind.

Elektronik ermöglicht für alle diese Fälle die kontrollierte und zugleich optimierte Nutzung des Allradantriebes und der Differentialsperren und sie bezieht zusätzlich sicherheitstechnische Kriterien in die Steuerung mit ein (Abb. 2).

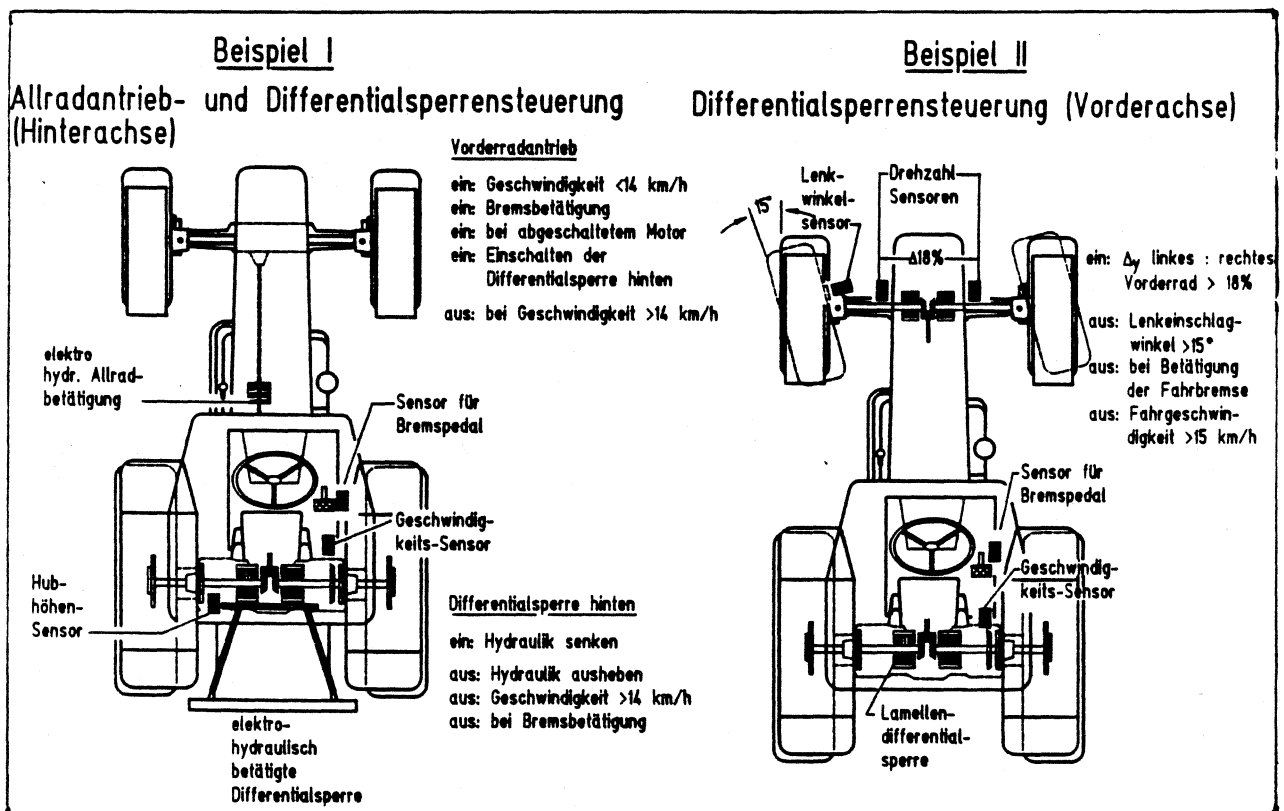


Abbildung 2: Elektronisches Allrad- und Differentialsperrenmanagement.

Im Falle des Allradmanagements, verbunden mit dem Differentialsperrenmanagement in der Hinterachse (in der Abbildung links) wird bei eingeschalteter elektronischer Steuerung der Allradantrieb nur dann eingeschaltet, wenn die Fahrgeschwindigkeit kleiner als 14 km/h ist, wenn die Bremse betätigt oder wenn die Differentialsperre hinten eingeschaltet, bzw. wenn der Motor abgestellt wird. In allen anderen Fällen wird dagegen der Allradantrieb abgeschaltet.

Das Einschalten der Differentialsperre hinten erfolgt dagegen in Abhängigkeit von der Hubwerksstellung. Nur wenn diese Arbeitsposition signalisiert, wird die Differentialsperre ein-, ansonsten immer ausgeschaltet. Sowohl bei Wende-, wie auch bei Bremsvorgängen erfolgt deshalb jeweils ein Ausschaltvorgang. Selbstverständlich auch dann, wenn die Ackergeschwindigkeit verlassen und mit mehr als 14 km/h in die Transportgeschwindigkeit übergegangen wird.

Wird dagegen die maximale Zugkraft vom Schlepper gefordert, dann muß bei immer eingeschaltetem Allradantrieb die Differentialsperre in der Vorderachse gesteuert werden (in der Abbildung rechts). Wendevorgänge werden dabei sicherer als durch die Hubwerksstellung über den Lenkwinkelschlag erfaßt. Zu hoher Schlupf wird durch die Differenzgeschwindigkeit zwischen den Vorderrädern ermittelt. Auch dabei wird zwischen Acker- und Straßen-, bzw. Transportgeschwindigkeit unterschieden und aus sicherheitstechnischen Gründen im Transportbereich die Differentialsperre immer abgeschaltet.

Stufe 2: Elektronische Hubwerksregelung

Größtmögliche Zugkraft ist nur dann zu erreichen, wenn unter sich verändernden Bedingungen die Belastungen der Räder über zusätzliches Gewicht von den angebauten Geräten erhöht wird. Der dabei zu erzielende Effekt ist umso höher, je schneller die entsprechende Regelung stattfindet. Deshalb ist die elektronische Hubwerksregelung der bisher üblichen mechanischen Form immer überlegen, weil dabei zum einen die Meßsignale über die Zugkraftmeßbolzen schneller und zum anderen auch wesentlich exakter bereitgestellt werden (Abb. 3).

Zudem bietet diese Form auch Eingriffsmöglichkeiten durch Leitungsumschaltungen von außen (Heck- oder Frontbetätigung). Auch kann über den immer vorhandenen Lagesensor zur Erfassung der Hubwerksposition auf einen außenliegenden Sensor umgesteuert werden, wodurch auch Anbaugeräte nach Arbeitstiefe oder -höhe geregelt werden können. Elektronische Hubwerksregelanlagen verfügen deshalb über mehr Funktionen als ihre mechanischen Alternativen.

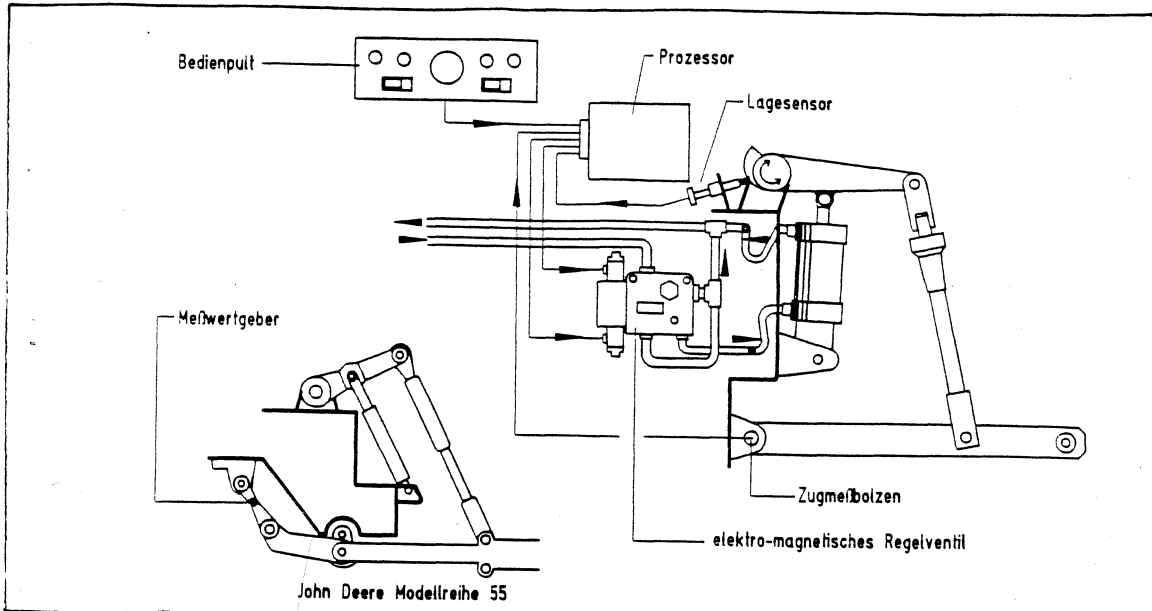


Abbildung 3: Bauteile einer elektronischen Hubwerksregelung (EHR).

Stufe 3: Dynamische Ballastierung

Den unwidersprüchlichen Vorteilen der Zugkraftregelung mit der damit möglichen Übertragung von Gerätegewicht auf den Schlepper steht der ebenso unwidersprüchliche Nachteil der gleichzeitigen Entnahme von Gewicht von der Vorderachse und dessen Transfer auf die Hinterachse gegenüber. Jeder regelungstechnischen Zugkraftherhöhung über die Hinterachse steht deshalb gleichzeitig eine entsprechende Zugkraftminderung der Vorderachse gegenüber, wobei gleichzeitig überhohe Bodendrücke durch die punktuell erhöhten Achslasten hinten entstehen.

Technisch kann deshalb nur eine dynamische Ballastierung diesen Nachteil ausgleichen (Abb. 4).

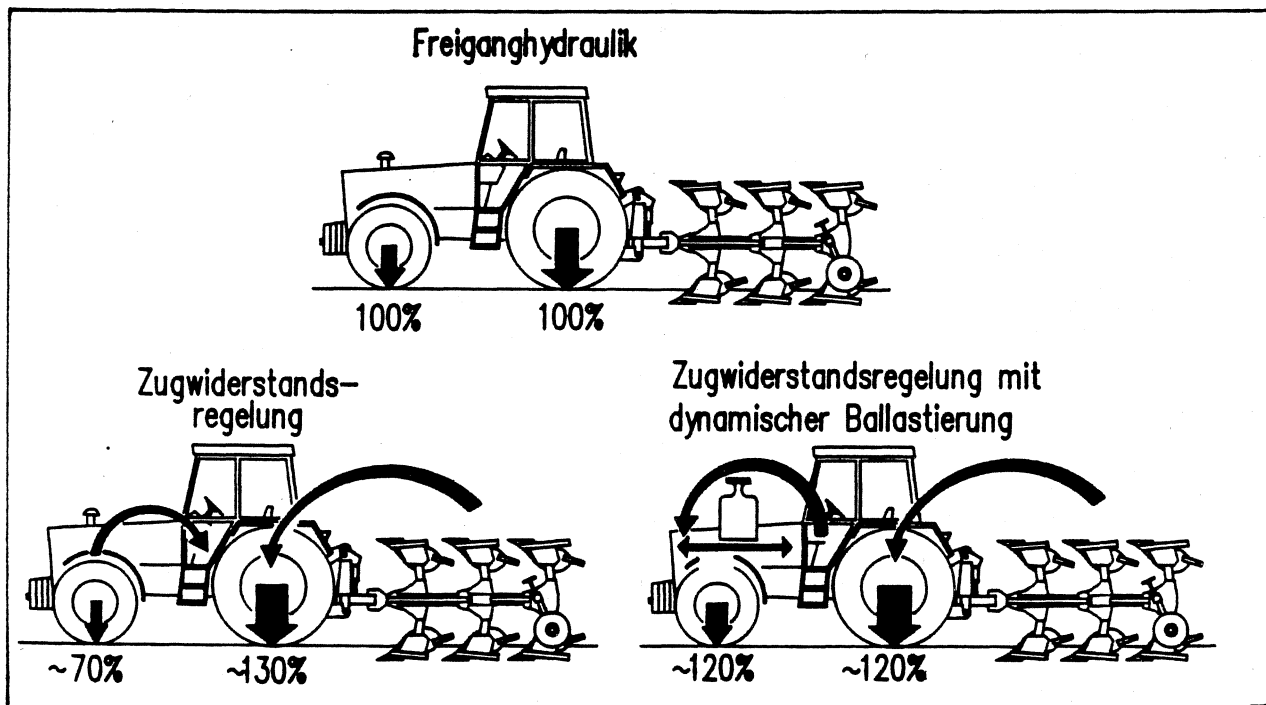


Abbildung 4: Regelungsarten und mögliche Achsbelastungen (geschätzt).

Demnach würde durch eine derartige Einrichtung nicht nur ein dynamischer Ausgleich der Achsbelastungen erreicht werden. Vielmehr würde es diese Technik erlauben, totes Gewicht im Schlepper zu sparen (Leichtbau) und bei Bedarf aktives Gerätegewicht in Form von Ballast aufzubringen. Verringerter Bodendruck und höhere Zugkraft wären die willkommenen Folgen. Voraussetzung dafür ist jedoch eine entsprechende Ausstattung mit den benötigten Lastsensoren in der Vorder- und Hinterachse und in Abhängigkeit dazu einer Regelung des Frontladers (zusätzliches totes Gewicht) oder dynamischer Ballastierungen bei geänderten Schlepperkonzepten (Abb. 5).

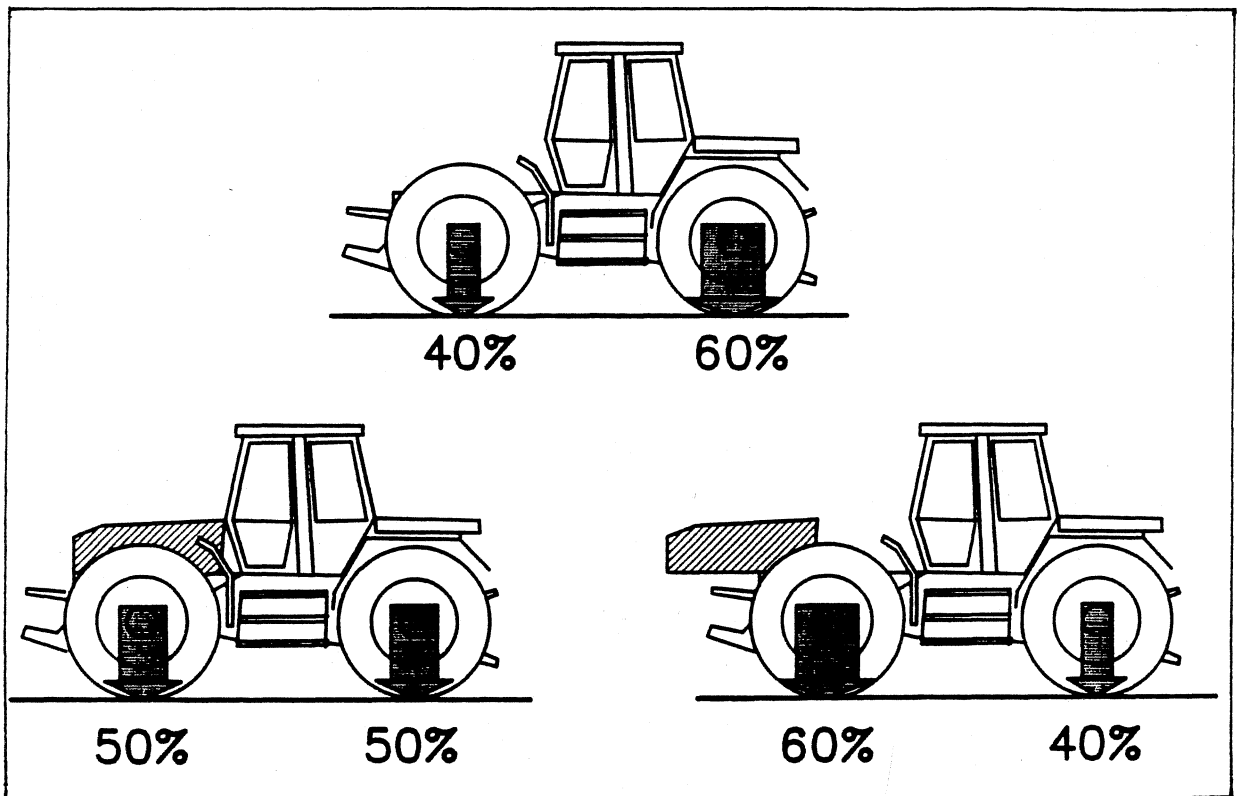


Abbildung 5: Schlepperkonzept mit der konstruktiven Möglichkeit einer dynamischen Ballastierung (SCHLÜTER Eurotrac).

Stufe 4: Antischlupfregelung

Alle Zugwiderstandsregelungen arbeiten bei sich ändernden Verhältnissen, wie Übergängen von trockener auf nasse Stellen oder von mineralischen auf humose Böden, entgegengesetzt zu den eigentlichen Anforderungen und führen in diesen Fällen ohne Eingriff des Fahrers immer zum Festfahren. Bedingt wird dies durch die dabei auftretende Zugkraftverringerung in Folge erhöhten Schlupfes mit daraus resultierender Absenkung des Gerätes. Wird deshalb in diesen Fällen eine Schlupfmessung in die Regelung einbezogen (Getriebesensor für die theoretische Radarsensor für die wahre Fahrgeschwindigkeit), dann kann automatisch bei zunehmendem Schlupf das angebaute Gerät geringfügig angehoben (Nachvollzug der sonst üblichen Eingriffe durch den Fahrer) und so ein Festfahren verhindert werden (Abb. 6).

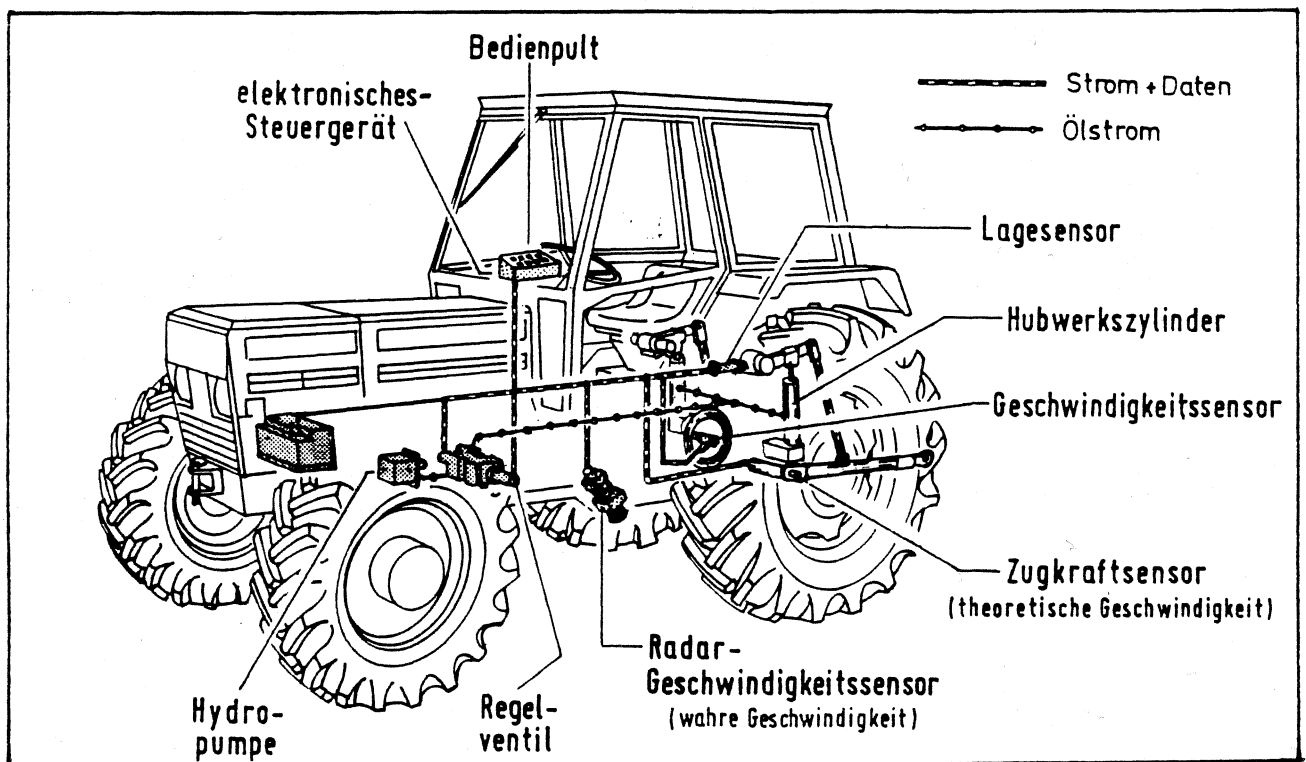


Abbildung 6: Ackerschlepper mit elektronischer Antischlupfregelung
(Werkbild BOSCH, abgeändert).

Selbstverständlich muß die Regelung bei der darauffolgenden Schlupfabnahme wieder auf die Ausgangsarbeitsentiefe absenken. Eine derartige Antischlupfregelung kann deshalb auch unter ungünstigen Verhältnissen eine zügige Arbeit bei vermindertem Arbeitszeit- und Kraftstoffbedarf ermöglichen und die schädlichen Pflugsohlenverdichtungen durch Schlupf verringern (Abb. 7).

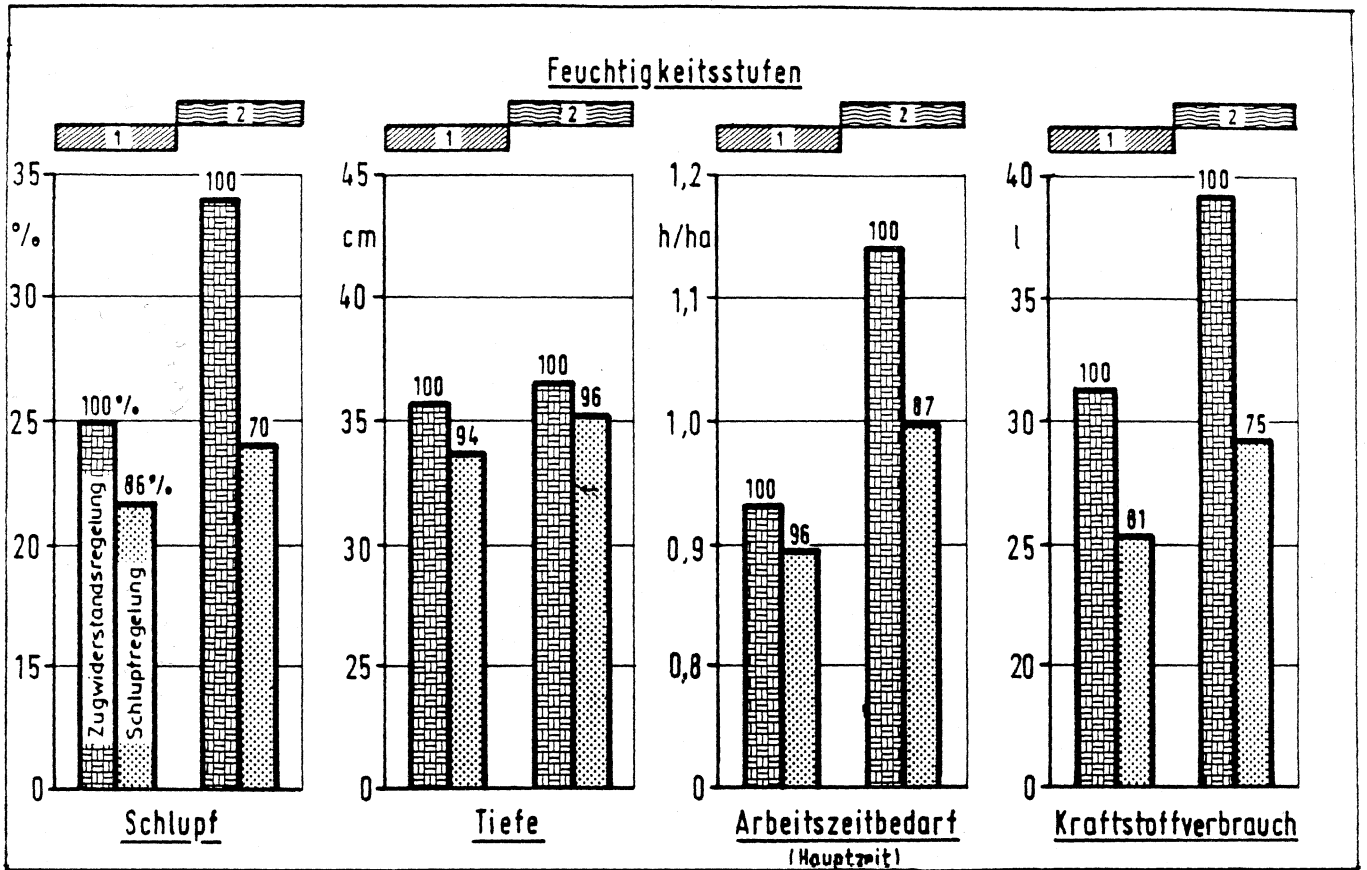


Abbildung 7: Effekte der Antischlupfregelung /1/.

Allerdings erfordert eine derartige Einrichtung sehr hohe Einsatzzeiten je Jahr von 600 und mehr Stunden (Abb. 8).

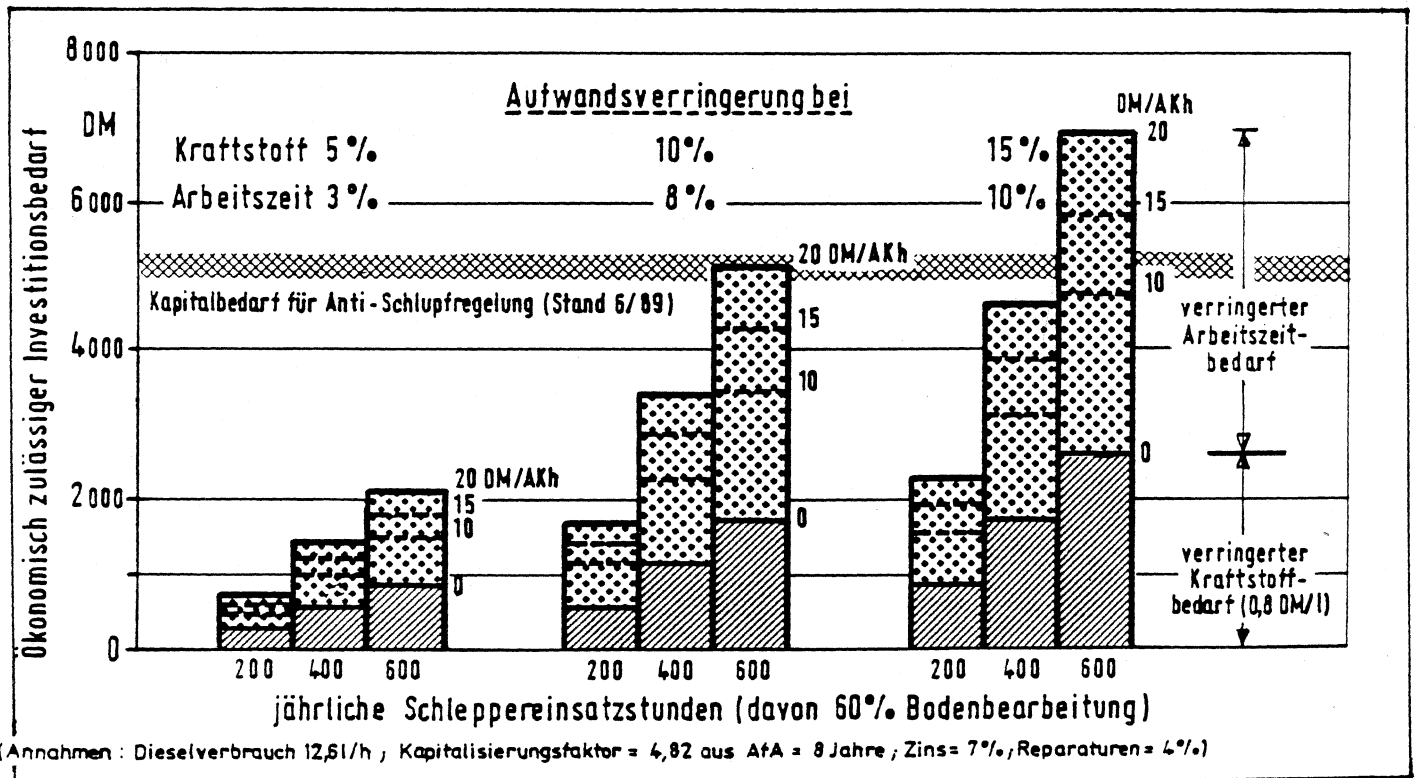


Abbildung 8: Ökonomisch zulässiger Investitionsbedarf für Antischlupfregelanlagen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Einsparungseffekten, Einsatzstunden je Jahr und Kosten je Arbeitsstunde.

Sie können im Grunde nur von den sehr großen Betrieben oder aber bei Arbeit im überbetrieblichen Maschineneinsatz erreicht werden. Steigt allerdings künftig der Kraftstoffpreis über die unterstellten 0,80 DM/l an, dann steht für diese Situation heute schon eine einsatzbereite Technik mit erheblichen Einsparungseffekten bei der Nutzung der elektronischen Hubwerksregelung unter unterschiedlichen Bedingungen zur Verfügung.

1.2 Elektronik in Kupplung und Getriebe

Die optimale Arbeitsgeschwindigkeit ist Voraussetzung für eine angepaßte Bodenbearbeitung und die gewünschten Bearbeitungseffekte. Sie ist aber auch Voraussetzung für maximale Flächenleistungen durch die Anpassung des verfügbaren Motordrehmomentes an die erforderliche Zug- oder Drehleistung.

Elektronik kann dafür in verschiedenen Formen Hilfen für einen arbeitserleichternden, arbeitszeit- und kraftstoffsparenden Einsatz bereitstellen.

Stufe 1: Elektronische Überbrückungskupplung mit Drehmomentwandler

Strömungskupplungen sorgen heute in allen leistungsstärkeren Schleppern für einen getriebeschonenden Kraftfluß und brechen auftretende Kraftspitzen. Allerdings muß dafür der Landwirt einen nicht unübersehbaren Schlupf bei der Kraftübertragung (also verminderten Wirkungsgrad) in Kauf nehmen. Es sei denn, daß durch eine Überbrückung der Turbokupplung dieser Schlupf bei höheren Drehzahlen ausgeschaltet wird.

Wird zudem an Stelle der Strömungskupplung eine Strömungswandler eingesetzt, dann eröffnet sich durch ihn gleichzeitig eine verbesserte Nutzung des ansteigenden Drehmomentes bei abfallender Motordrehzahl. Elektronik kann dabei die erforderlichen Steuerfolgen übernehmen (Abb. 9) und den Fahrer von sonst erforderlichen Schaltvorgängen weitgehend entlasten.

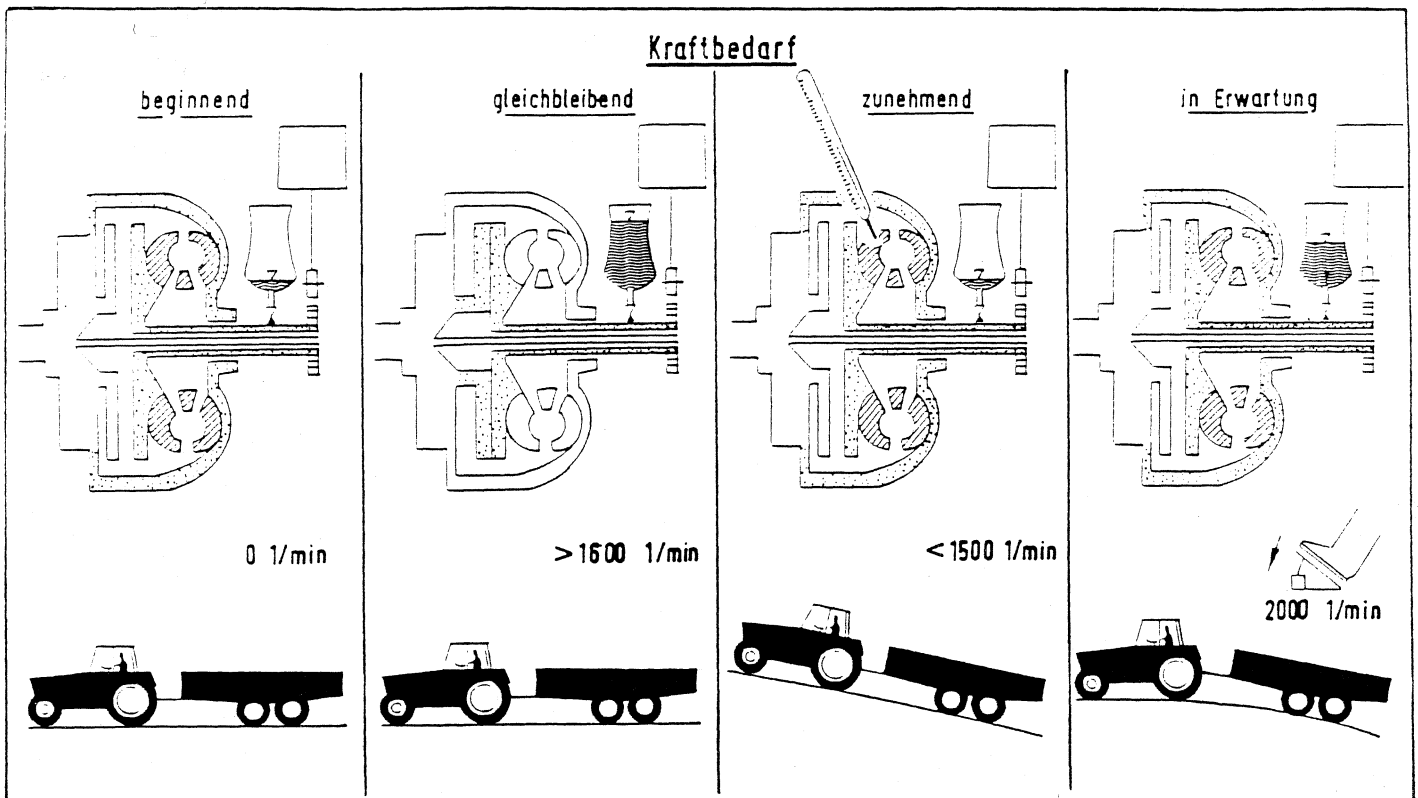


Abbildung 9: Elektronische Überbrückungskupplung mit Drehmomentwandler.

Generell arbeitet bei dieser Technik bei Getriebeeingangsdrehzahlen unter 1600 1/min der Wandler, darüber wird dieser entleert und der Kraftfluß direkt über die Lamellenkupplung geleitet. Fällt bei zunehmendem Kraftbedarf die Getriebeeingangsdrehzahl unter den genannten Grenzwert, dann wird automatisch von der Elektronik der Wandler wieder in Betrieb genommen und die starre Verbindung gelöst. Ein sog. "Kick-down-Effekt" ermöglicht zu jeder Zeit die Umschaltung auf den Wandlerbetrieb und sorgt dann für eine gleichbleibende Motor- und damit auch Zapfwelldrehzahl.

Stufe 2: Stufenlos arbeitendes Umschlingungsgetriebe

Die Mitte der sechziger Jahre aufkommenden Kettenwandler erfahren derzeit eine neue Renaissance durch den Einsatz von Drehmomentsensoren und elektronischer Steuerung. Im PKW-Bereich stehen heute schon klein bauende Einheiten bis zu einer Leistung von 50 kW zur Verfügung, an einer Erweiterung des Leistungsspektrums bis etwa 80 kW wird derzeit gearbeitet.

Erstmals würde damit auch im Schlepper ein stufenloser Fahrtrieb möglich, der darüberhinaus die Regelung nach dem benötigten Leistungsbedarf jeweils im optimalen Motordrehmomentbereich ermöglichen würde. Testschlepper mit derartigen Getrieben sind schon im Einsatz /4/, bzw. werden im Laufe der nächsten Jahre in Betrieb genommen werden.

Stufe 3: Lastschaltgetriebe

In konsequenter Fortsetzung der bei vielen Schleppern verfügbaren Lastschaltstufen erfreuen sich Schlepper im oberen Leistungsbereich mit Lastschaltgetrieben zunehmender Beliebtheit. Weniger Aufwand bei den Schaltvorgängen und eine bessere Anpassung der Geschwindigkeit auch unter schwerem Zug sind dafür die wohl wichtigsten Gründe.

Werden derartige Getriebe künftig elektronisch geschaltet, dann entstehen automatische Getriebe, deren Schaltvorgänge durch vier wesentliche Strategien wählbar sein werden:

- schnelle (ruckartige) Schaltvorgänge für schwere Zugarbeiten,
- gedämpfte Schaltvorgänge mit weichem Übergang bei leichten Arbeiten,
- kraftstoffsparende Gangwahl nach optimalem Drehmoment und
- zeitsparende Gangwahl nach maximal möglicher Geschwindigkeit.

1.3 Elektronik an der Schlepper-Geräteschnittstelle

Elektronik an der Schlepper-Geräteschnittstelle erfaßt zum einen die Überwachung der Zapfwelle und zum anderen die Nutzung der Hydraulikhubkraft als Möglichkeit der Gewichtsermittlung für die ausgebrachten Düngemittel oder für die Ertragsermittlung.

Zapfwellenüberwachung

Eine elektronische Zapfwellenüberwachung dient vor allem sicherheitstechnischen Aspekten. Dabei werden über zwei Sensoren die Eingangs- und die Ausgangsdrehzahlen überwacht. Für einen gedämpften Anlauf erfolgt danach im unteren Drehzahlbereich die Steuerung der elektrohydraulischen Lamellenkupplung.

Darüberhinaus wird der Kraftfluß elektronisch unterbrochen, wenn eine Blockade im angetriebenen Gerät vorliegt (zu große Drehzahldifferenzen in kurzer Zeiteinheit), oder wenn beim Sporzapfwellenbetrieb zulässige Grenzdrehzahlen bei 1550 1/min Motordrehzahl überschritten werden.

Wiegemöglichkeit im Schlepperheckkraftheber

Im Zeichen stärkeren Umweltbewußtseins und weiterhin erforderlicher Kostensenkungen muß die Ausbringung von Dünger wesentlich exakter als bisher überwacht werden. Die Dreipunkt-Hydraulik bietet sich dazu als universelle Wiegeeinrichtung an und ermöglicht über drei verschiedene technische Einrichtungen eine mehr oder weniger genaue Gewichtsermittlung (Abb. 10):

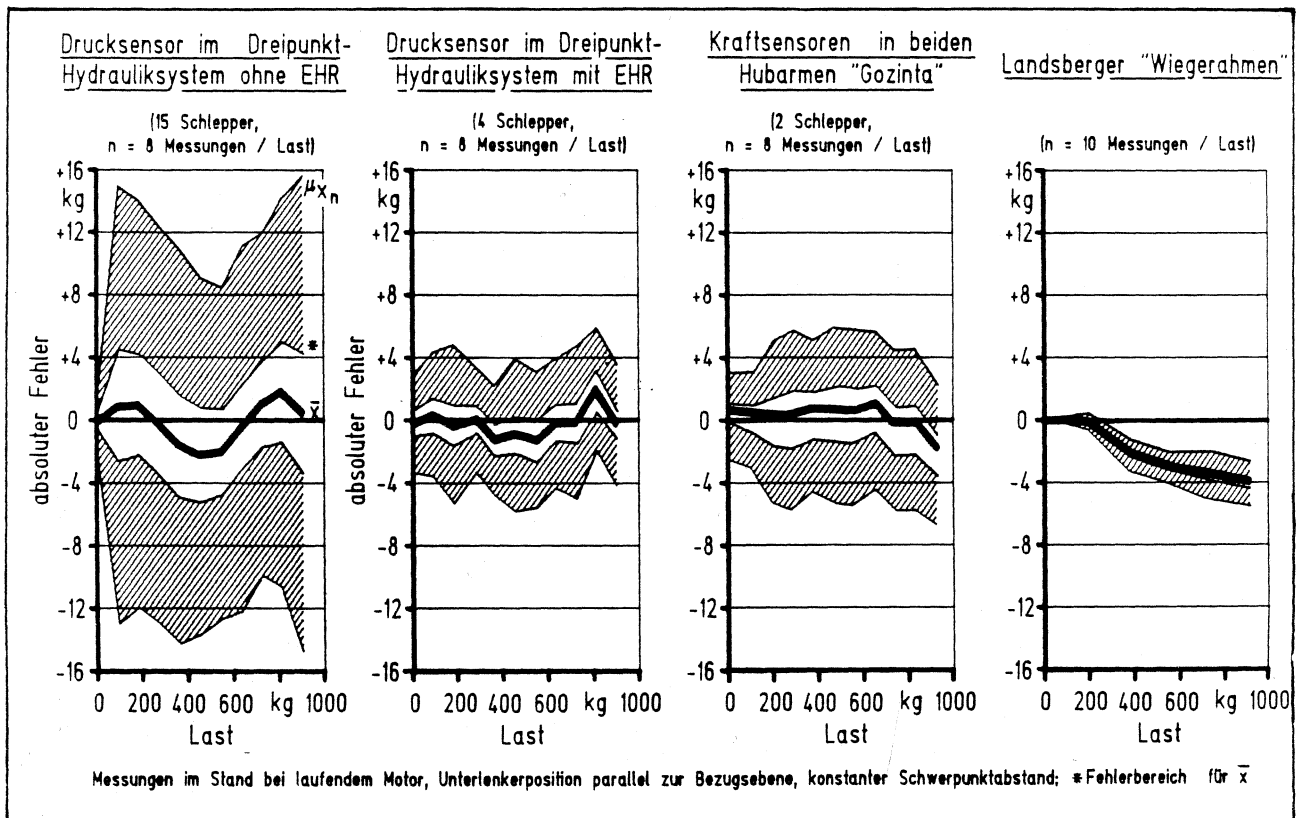


Abbildung 10: Mögliche Genauigkeiten bei der Gewichtsermittlung in der Schlepperdreipunkt-Hydraulik.

Danach erbringt der Hydraulikdruck in der Vielzahl der vorhandenen Schlepper nicht die erforderliche Genauigkeit (max. Fehler 2 % bei 100 kg Last). Hydraulikanlagen in Verbindung mit EHR-Anlagen zeigen dagegen weit bessere Ergebnisse und sind in anderen Sensorapplikationen am Dreipunktgestänge gleichzusetzen. Weitaus genauer arbeiten dagegen spezielle Wiegerahmen, die jedoch einen zusätzlichen Geräteversatz erzeugen und im Preis zwischen 4000 und 8000 DM liegen.

2. Information und Bedienung

Für jeden offensichtlich findet Elektronik vor allem bei der Information Eingang. Darüberhinaus errechnet Elektronik Handlungsvorschläge und sie kann die Bedienung automatisieren.

2.1 Information

Elektronik in der Information zeigt sich derzeit in zwei verschiedenen Formen:

Digitale Wahlanzeigen

Um die immer noch teuren Digitalanzeigen universeller zu nutzen und um die Zahl der Anzeigen zu verringern, werden Informationseinheiten mit Wahlmöglichkeiten für unterschiedlichste Parameter entwickelt (Abb. 11).

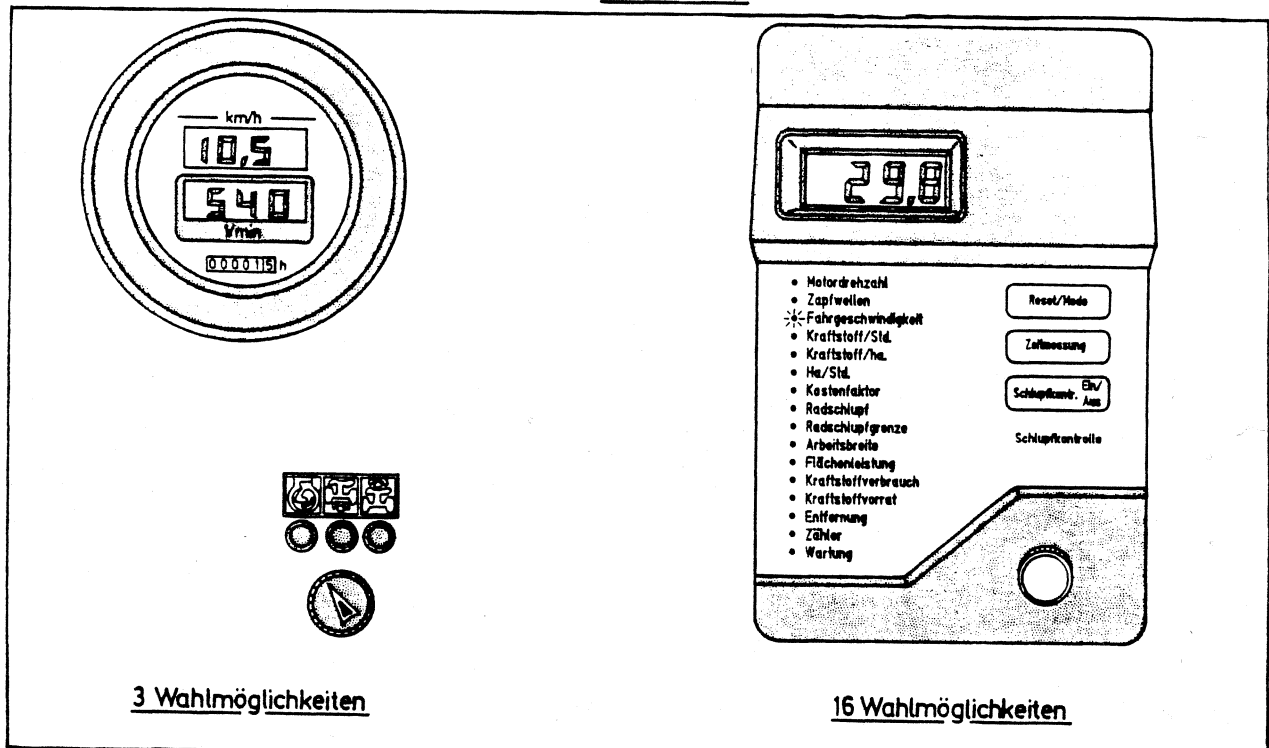


Abbildung 11: Wahlanzeigen für die Schlepperüberwachung.

Diese Einheiten sind sehr kritisch zu beurteilen, wenn dadurch nur noch eine sequentielle Abfrage der einzelnen Parameter möglich ist. So muß generell gefordert werden, daß die Geschwindigkeit und die Motordrehzahl immer verfügbar sein müssen. Für andere Größen, wie den Temperaturen im Kühlwasser, in den einzelnen Ölzonen oder an anderen gefährdeten Stellen reicht dagegen eine Grenzwertüberwachung aus, welche bei Annäherung an die zulässige Größe eine entsprechende Signalisierung vornimmt oder notfalls sogar eine Blockade hebeiführt. Damit würde ein derartiges System weit effizienter als Daueranzeigen mit geringer Wirkung bei nur selten auftretenden Ereignissen.

Schlepperbordcomputer

Schlepperbordcomputer sollten über die reine Überwachung hinausgehend rechnende Größen erzeugen (sie sind nicht zu verwechseln mit den mobilen Agrarcomputern, die zum Teil ebenfalls die Schlepperüberwachung mit einbeziehen). Allen voran steht dabei heute die Arbeitszeit, die Flächenleistung und vielfach der Kraftstoffverbrauch (Abb. 12).

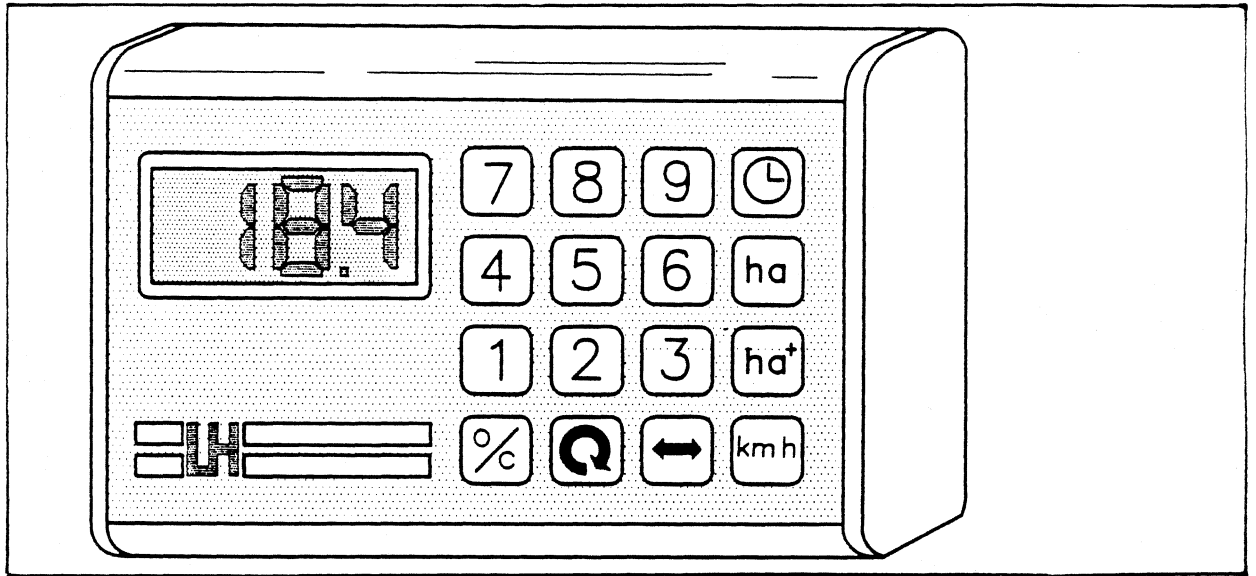


Abbildung 12: Beispiel des meistverkauften Schlepperbordcomputers.

Allerdings ist dabei die Flächenleistung eine sehr fragwürdige Größe, wird sie doch in der Regel aus der theoretischen Fahrgeschwindigkeit und aus der einzugebenden Arbeitsbreite errechnet. Beide Eingangswerte sind aber nahezu immer mit mehr oder weniger großen Fehlern behaftet und führen deshalb zwangsläufig zu Fehlern von 5 - 15 %. Über die Güte des Kraftstoffverbrauches entscheidet hingegen das Meßverfahren. Auch dabei sind 5 - 10 % Fehler nicht nur die Ausnahme, weshalb insgesamt die Schlepperbordcomputer (nochmals sei darauf verwiesen, daß dies nicht die mobilen Agrarcomputer sind !) die an sie gestellten Forderungen heute durchwegs noch nicht erfüllen.

2.2 Handlungsvorschläge

Elektronik kann in Verbindung mit geeigneten Daten weit mehr, als nur die Arbeitszeit errechnen (sie stimmt immer, wenn die Anfangs- und Endzeitpunkte richtig gesetzt werden). Äußerst sinnvoll z.B. die Errechnung der richtigen Gangwahl in Verbindung mit dem geforderten Drehmoment und der geforderten Drehzahl. Sei es, um dadurch Arbeitszeit oder aber um Kraftstoff zu sparen. Generell wird dabei auf das Motorkennfeld, auf die Motorumdrehung und auf den Dieserverbrauch aufgebaut. Diese Größen ermöglichen dann zu jedem Zeitpunkt die Errechnung sinnvoller Alternativen in Verbindung mit dem vorhandenen Schleppergetriebe (Abb. 13).

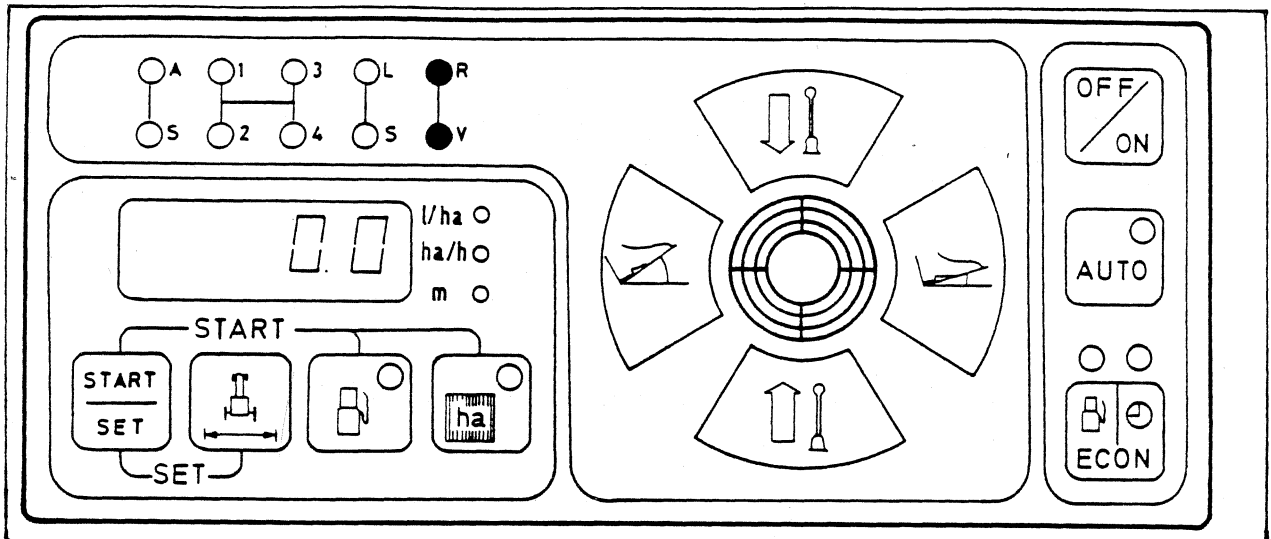


Abbildung 13: Der STYER-Infomat erzeugt Handlungsvorschläge und setzt diese auf Wunsch auch automatisch um.

Inwieweit diese Handlungsvorschläge auch wirklich umsetzbar sind, mag jedoch sehr stark angezweifelt werden. Sie haben nämlich immer eine Änderung der Arbeitsgeschwindigkeit zur Folge und damit verbunden ein anderes Arbeitsergebnis. Wenn jedoch dadurch, wie von einem Hersteller errechnet, der Kauf des nächstkleineren Schleppers möglich sein sollte, dann wäre eine Investition in eine derartige Technik sicher gerechtfertigt.

Generell stellen aber die Systeme mit Handlungsvorschlägen die Ausgangsstufe für automatisierte Bedienungen dar.

2.3 Automatisierung

Automatisierung würde in erster Linie am Getriebe ansetzen und z.B. Lastschaltgetriebe automatisch schalten. Auch dabei müßten die schon genannten Strategien berücksichtigt werden, um ökonomisch wirkungsvolle Effekte zu erzielen. Darüberhinaus sind in Verbindung mit derartigen Techniken jedoch geregelte Zapfwellen unumgänglich, weil nur dann das wesentliche Arbeitsziel der optimalen Bearbeitung in die Regelkreise einbezogen werden könnte. Dafür fehlen jedoch bis heute sowohl die generellen theoretischen Zusammenhänge, wie auch die erforderlichen billigen und zuverlässigen Sensoren.

3. Diagnose

Gute Elektronik enthält immer Diagnose, denn Diagnose ist die ureigene neue Fähigkeit der Elektronik. Dabei kann Diagnose sowohl im Betrieb erfolgen und als vorbeugende wie auch als analysierende Hilfe dienen. Sie kann aber auch nach einem Ausfall einsetzen und dann die Fehlerlokalisierung ermöglichen (Abb. 14).

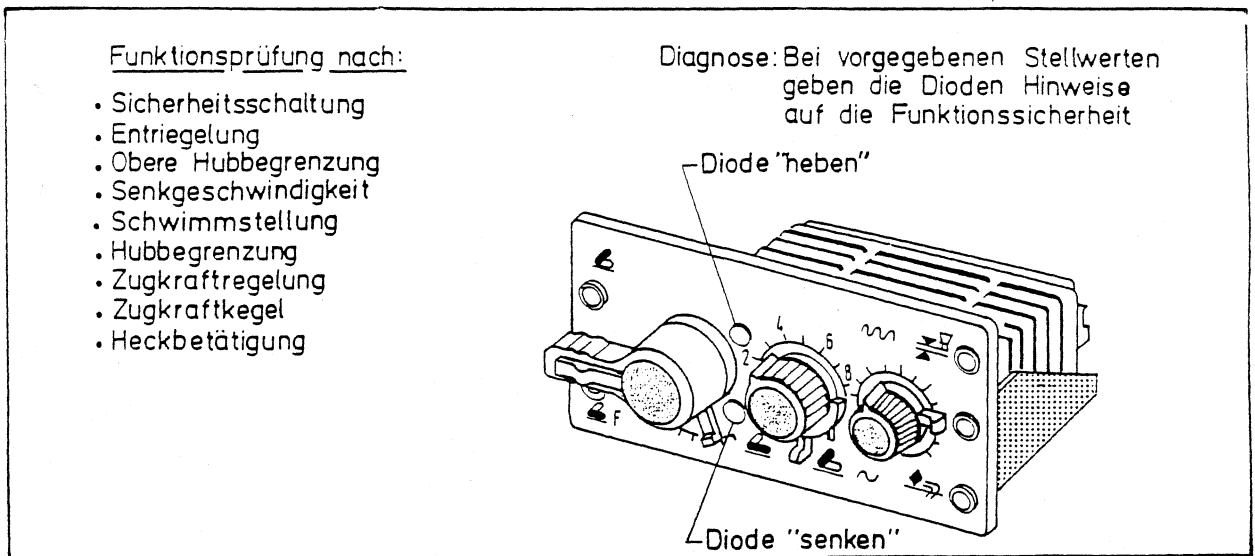


Abbildung 14: Diagnosemöglichkeiten bei EHR-Anlagen.

Sicher ist dieses Gebiet für den Landwirt heute noch jenes mit der höchsten Hemmschwelle und mit den meisten Fragezeichen. Deshalb muß speziell an dieser Stelle die verbesserte Ausbildung einsetzen. Auch der Hersteller muß beim Verkauf und bei der Schulung diesen Bereich noch stärker berücksichtigen, damit Elektronik tatsächlich zu einem Helfer und nicht zu einem Gegenstand mit zusätzlich erforderlicher Hilfe wird.

4. Datenerfassung und Betriebsmanagement

Elektronik im Schlepper erfaßt Daten und sie braucht Daten. Diese Elektronik muß deshalb auch Bestandteil der Betriebsführung werden, wobei zwei Datenwege von Bedeutung sind:

4.1 Datenerfassung und Übergabe an den Betriebsrechner

Insbesondere die Schlepperbordcomputer erfassen neben der Arbeitszeit heute schon den Kraftstoffverbrauch, die bearbeitete Fläche und in wenigen Fällen auch die Aufwandsmengen. Alle diese Daten sind Bestandteil der Schlagkartei oder sollten es zumindestens sein. Deshalb muß deren Übergabe in den Betriebsrechner sichergestellt

werden, wobei eine weitgehende Automatisierung ohne zusätzliche Schreibarbeit vom Landwirt zu fordern ist. Hauptaugenmerk ist dabei neben der fehlerfreien Arbeit vor allem auf das "Handling" zu legen. Nicht der Preis darf deshalb alleine den Ausschlag geben, sondern die Machbarkeit, die Vermeidung von zusätzlicher Arbeitszeit und die Sicherheit. Alle diese Gründe sprechen längerfristig für die Chipkarte, weil diese

- klein und handlich ist,
- ein ausreichendes Speichervermögen besitzt,
- zuverlässig arbeitet und
- einen akzeptablen Preis hat.

4.2 Leitdatenübergabe vom Betriebsrechner

Eine elektronisch gestützte Betriebsführung (und nur diese) verlangt in der zweiten Stufe auch die Datenübernahme durch den Schlepper von der Schlagkartei oder von geeigneten Simulationsprogrammen. Wie gesagt, ist dafür aber die elektronisch gestützte Betriebsführung die absolute Voraussetzung. Zusammenhängend damit werden dann geeignete Ortungssysteme für das Fahrzeug im Feld benötigt, weshalb diese Einsatzform der Elektronik heute zwar schon wünschenswert, für die Vielzahl der Landwirte aber noch nicht erforderlich ist.

5. Elektronik in der Auswahl

Und was benötigt der Landwirt aus den aufgezeigten Möglichkeiten (und das sind nur die wichtigsten) nun wirklich ?

Eine Antwort darauf muß die Frage nach der möglichen Verwendung und nach dem jährlichen Einsatzumfang geben. Zwangsläufig ist sie deshalb mit dem Schleppereinsatz verbunden und kann dann wie folgt aussehen (Abb. 15).

Elektronikgrundausrüstung

Ohne Rücksicht auf den Schleppereinsatz sollten Neuschlepper heute schon eine Elektronikgrundausrüstung besitzen. Dazu zählt das elektronische Traktormeter in Form unveränderbarer Darstellung oder in Form von Wahlanzeigen, wenn zumindestens die Motordrehzahl immer angezeigt wird.

Dazu gehört aber heute auch schon ein Mindestumfang an Grenzertüberwachung und dazu gehören elektronische Überwachungshilfen für die Betriebssicherheit des Fahrzeuges (StVZO).

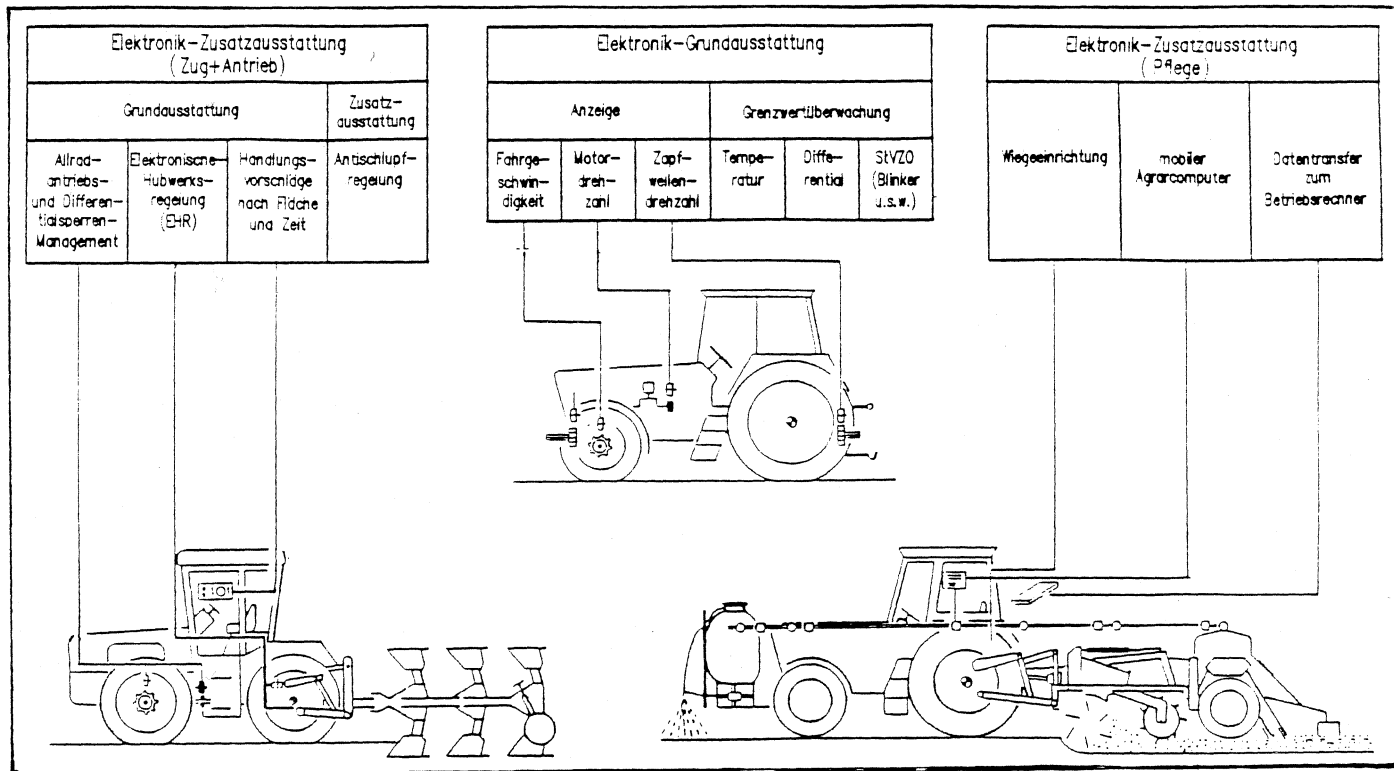


Abbildung 15: Elektronikanwendung als Schleppergrundausrüstung und als Ergänzungsausstattung für den Zug- und Pflegeschlepper.

Elektronik für den Zugschlepper

Der Zugschlepper - und nur er - benötigt darüberhinaus die Elektronik in Form des Allradantriebs- und des Differentialsperrmanagements. Dies ist wichtiger als die EHR, obwohl auch diese Grundbestandteil eines neuen Zugschleppers sein sollte.

Inwieweit geeignete Informationssysteme für Handlungsvorschläge zur Zeit- oder Kraftstoffminimierung erforderlich sind, kann generell nicht entschieden werden. Gleiches gilt für die Antischlupfeinrichtung, welche nur bei wirklich wechselnden Böden und bei hohem Einsatzumfang je Jahr benötigt wird.

Elektronik für den Pflegeschlepper

Demgegenüber müßte für den Pflegeschlepper die Wiegeeinrichtung in der Schlepperdreipunkt-hydraulik ein absolutes "Muß" darstellen. Gekoppelt an eine Niveauregelung über Abstandssensoren zum Boden könnten darüberhinaus elektronisch die Geräte sicher parallel zum Boden geführt werden. Darüberhinaus müßte bei der Verwendung von Schleuderstreuern die Regelung des Oberlenkers in den Regelkreis einbezogen werden, damit bei diesen Geräten eine gleichbleibende Verteilung gewährleistet wird.

Liegen Hanglagen vor, dann kann der mobile Agrarcomputer als Regeleinheit für die Düngerausbringung und für den Pflanzenschutz die günstigste Lösung darstellen.

Nur wenn der Betrieb über eine elektronische Schlagkartei verfügt, dann muß am mobilen Agrarcomputer auch für eine Datenübergabemöglichkeit in den Betriebsrechner gesorgt werden, wobei neben der RAM-Box die Chipkarte wohl die geeignetste Form darstellen dürfte.

6. Und wie geht es weiter ?

Und wie geht die Entwicklung weiter, wo sind Schwerpunkte zu setzen und wo müssen Verbesserungen erreicht werden ?

Bedienbarkeit

Noch viel zu wenig wird von den Konstrukteuren und Herstellern beachtet, daß Elektronik auf dem Schlepper problemlos und fehlerfrei zu bedienen sein muß. Dies bedeutet, daß:

- digitale Anzeigen immer sein müssen
- Bedienelemente so geformt werden, daß sie auch bei sich bewegendem Fahrzeug die benötigte Feineinstellung ermöglichen (Abb. 16) und
- gute, unverwechselbare Symbole oder eine Selbsterklärung auch nach längeren Benutzungspausen sofort eine problemlose Bedienung ermöglicht.

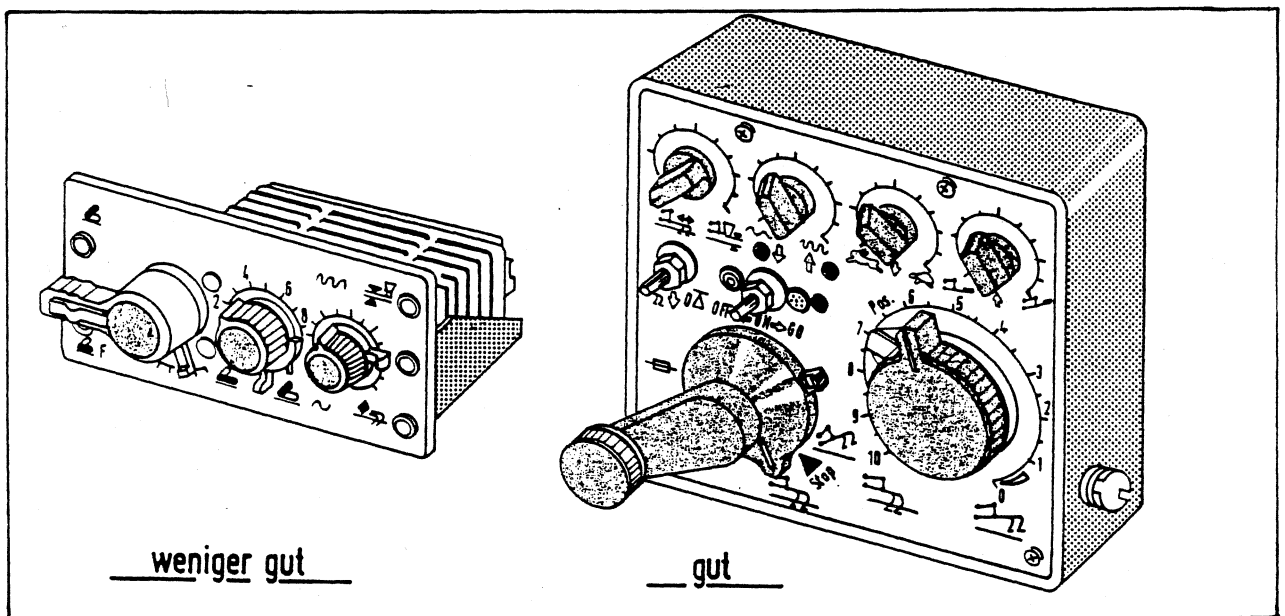


Abbildung 16: Weniger gutes und gutes Bedienteil für eine EHR-Anlage.

Kommunikation

Elektronik ermöglicht dann den höchsten Nutzen, wenn sie die Fähigkeit der Kommunikation vollständig nutzen kann. Deshalb darf künftig nicht mehr die Insellösung die übliche Form des Elektronikeinsatzes sein (Abb. 17), sondern die Vernetzung muß an deren Stelle treten (Abb. 18)

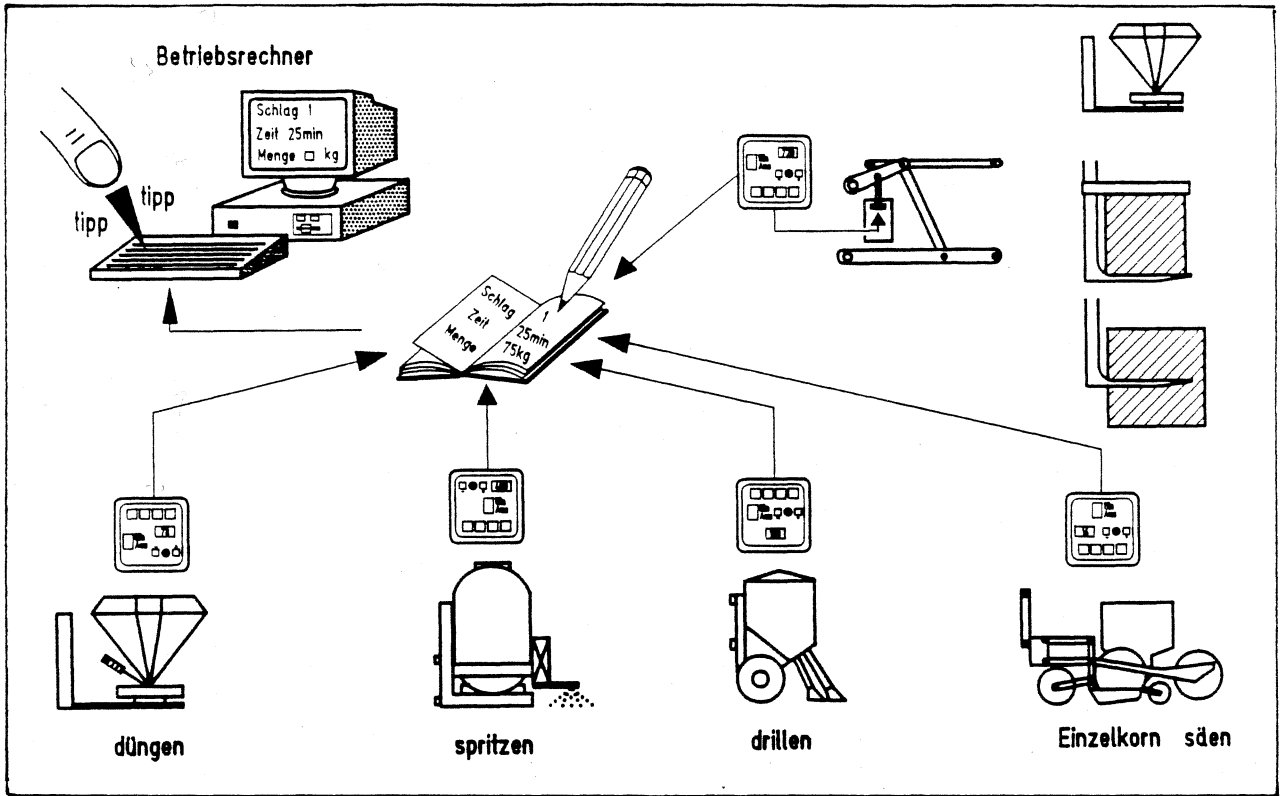


Abbildung 17: Die Insellösung steht jeder automatischen Kommunikation im Wege.

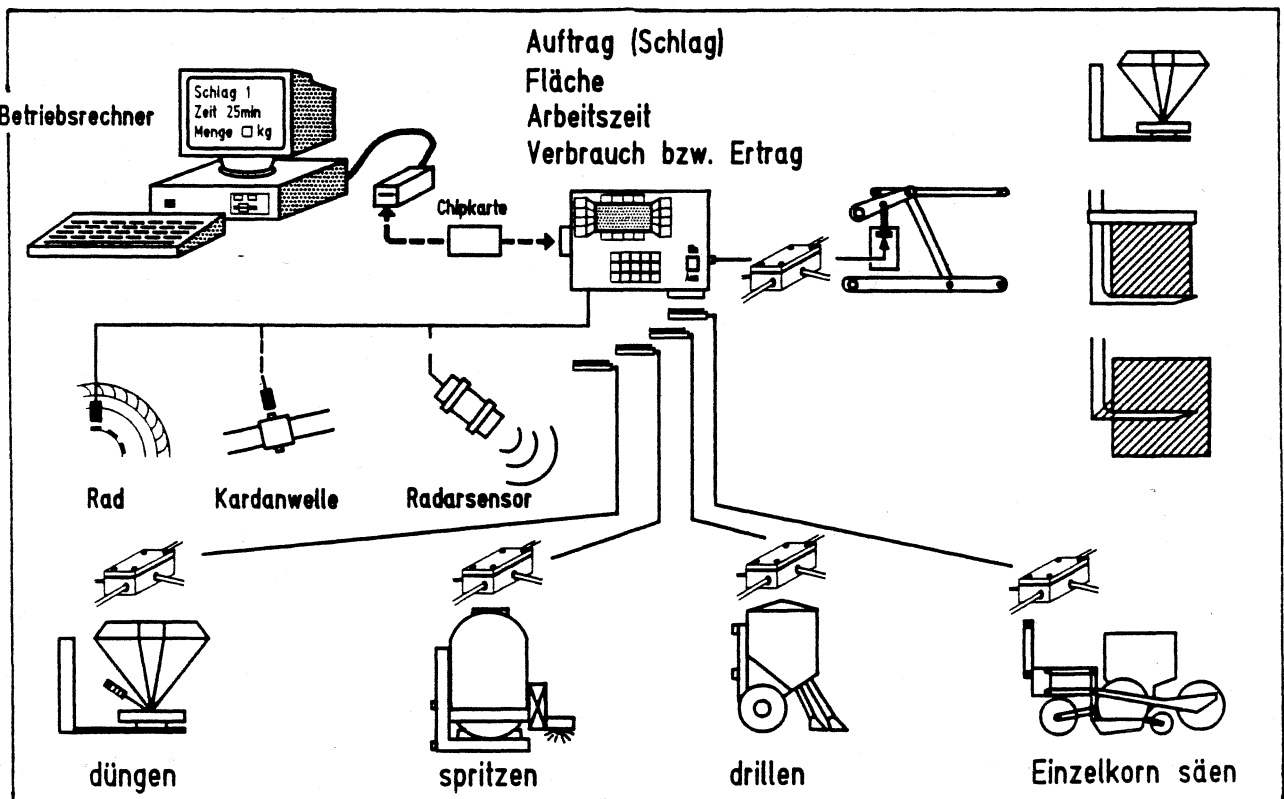


Abbildung 18: Der mobile Agrarcomputer ermöglicht den universellen Einsatz und kommuniziert mit dem Betriebsrechner.

Normung

Um Herstellerunabhängigkeit und damit Wettbewerb zu ermöglichen, muß künftig die Kommunikation genormt werden (Abb. 19).

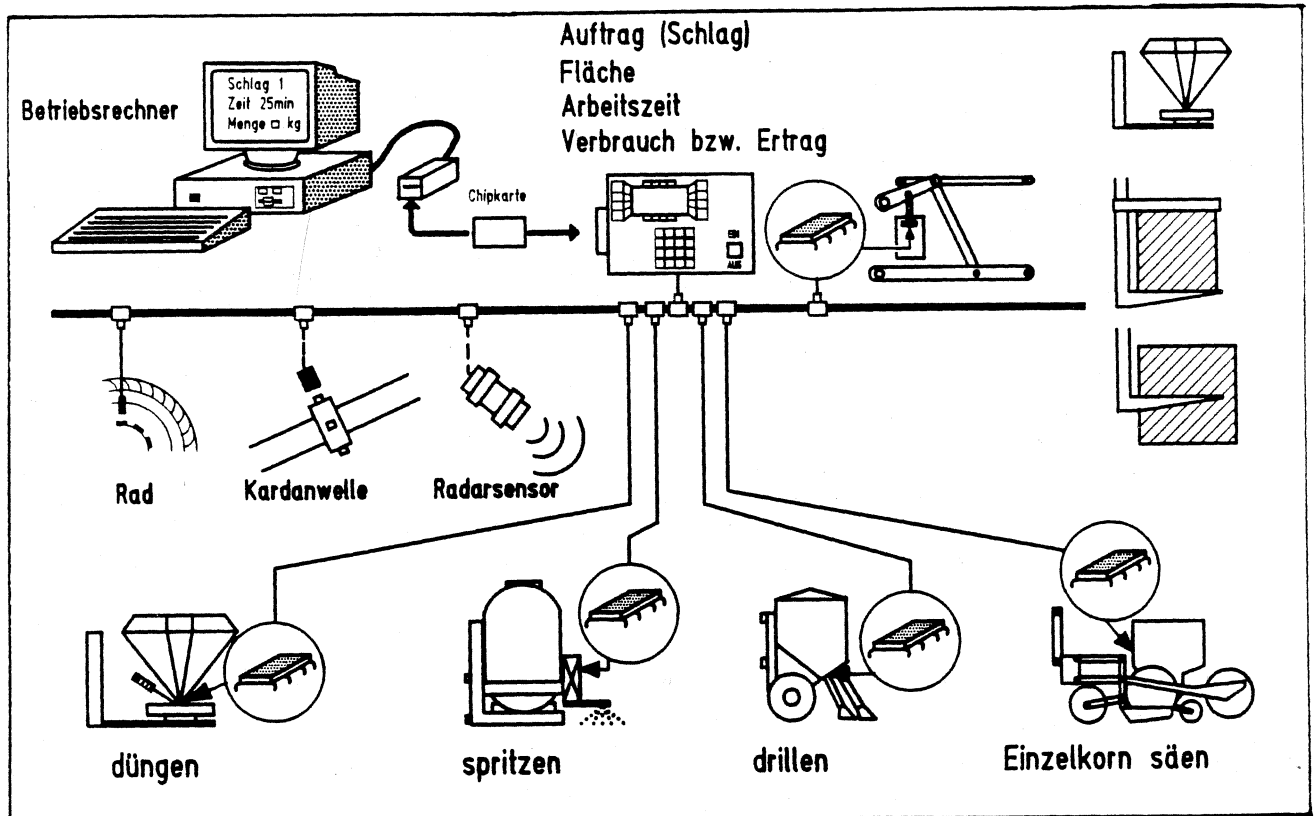


Abbildung 19: Eine genormte Kommunikation setzt auf herstellerspezifische Elektronik in den Geräten, standardisierte Kommunikation, zentrales Bedienterminal und auf standardisierten Datentransfer zwischen mobiler Elektronik und Betriebsrechner.

Literatur

1. Anonym: Elektronische Schlupfregelung für Ackerschlepper.
Landtechnik 40 (1985), H. 11, S. 506 - 507
2. Artmann, R. und R.H. Biller:
Elektronik in Schleppern und Maschinen der Außenwirtschaft.
Merkblatt der DLG, Nr. 249
3. Auernhammer, H.: Elektronik in Traktoren und Maschinen.
München: BLV-Verlag 1989
4. Kirste, T.: Forschungstraktor "Leiser Kleinschlepper".
Kurzfassung der Vorträge bei der VDI-Tagung
"Landtechnik 88" Ulm 1988