

Welches ist die geeignete Hilfsenergie für BMSR-Anlagen in der Landwirtschaft?

Dr.-Ing. D. TROPPENS, KDT*

1. Kriterien für die Auswahl

Die immer weiter fortschreitende Mechanisierung und Automatisierung auf dem Gebiet der Landwirtschaft macht es erforderlich, im Interesse einer optimalen Gestaltung der BMSR-Technik Überlegungen anzustellen, welche Hilfsenergie zum Betreiben am geeignetsten ist.

Beim Suchen einer optimalen Lösung spielen eine ganze Reihe von Faktoren eine Rolle, als da sind:

- Sichere Funktionsweise unter den Einsatzbedingungen
- Kostenmäßig optimale Variante (Anschaffungs- und Unterhaltungskosten)
- Einfache Bedienung und Wartung durch möglichst wenig Personal mit besonderer Qualifizierung
- Lange Nutzungsdauer
- Günstige Voraussetzungen des Zusammenwirkens mit der gesamten Anlage (z. B. Bereitstellung der Hilfsenergie, Übertragung der Informationen und Befehle usw.)

In den fünf genannten Punkten stecken einige schwerwiegende technische Probleme, die es zu lösen gilt, die auch zum Teil im Zusammenhang stehen. Die gleichzeitige angenäherte Erfüllung wird in manchen Punkten nur durch einen Kompromiß möglich werden, da die Tendenzen entgegengesetzt verlaufen.

So beinhaltet der Punkt a) folgende Probleme:

- ausreichende Empfindlichkeit und Fehlerfreiheit der Meßeinrichtungen
- Unempfindlichkeit gegen die Umwelteinflüsse
- ausreichende Zuverlässigkeit der Bauelemente und der Anlage
- Zusammenpassen der dynamischen Eigenschaften der Meß-, Steuer- und Regleinrichtungen mit den Strecken.

Auch für die anderen Punkte lassen sich noch Kriterien angeben, die Einfluß haben werden. Alle Punkte beeinflussen aber auch die Auswahl der Hilfsenergie, wie noch gezeigt werden soll.

2. Hilfsenergiearten

Die Notwendigkeit von Hilfsenergie in der BMSR-Technik läßt sich wie folgt erläutern:

Faßt man eine Steuereinrichtung oder einen Regler als System auf, so wird am Eingang ein Signal hereingegeben, und am Ausgang wird ein Stellorgan den Steuer- oder Regelbefehl abgeben. In den meisten Fällen wird die Eingangsenergie nicht ausreichen, den Steuerbefehl auszuführen.

Es ist Energie zuzuführen, die in den Steuer- und Regleinrichtungen von der eigentlichen Information gesteuert wird. Das kann notwendig sein bereits bei der Meßeinrichtung oder erst beim Stellorgan, im Verlaufe der Signalverarbeitung im Regler oder in der Steuereinrichtung.

Es kommen hier vor allem drei Energieformen für alle Aufgaben der BMSR-Einrichtung in Frage:

- hydraulische Hilfsenergie
- pneumatische Hilfsenergie
- elektrische Hilfsenergie

(Bei der Meßtechnik selbst werden noch weitere Energieformen als Informationsträger benutzt.)

Obwohl prinzipiell vor allem auch noch die mechanische Hilfsenergie möglich wäre, ist sie jedoch trotz einiger Vorteile kaum verbreitet. Lediglich bei Steuer- und Regleinrichtungen ohne Hilfsenergie, die oft sehr einfach sind, aber nicht immer voll befriedigen können, sind mechanische Einrichtungen gerade auch in der Landwirtschaft noch häufig anzutreffen.

Bei Meß-, Steuer- und Regleinrichtungen läßt sich vielfach sowohl die eine als auch die andere Hilfsenergie anwenden, zumindest ist der Aufbau prinzipiell mit allen drei genannten Energiearten möglich.

Hierfür einige Beispiele: bei Meßeinrichtungen z. B. ein Kraftmesser mit hydraulischer, pneumatischer oder elektrischer Hilfsenergie (Bild 1); bei den Stellorganen z. B. ein Ventil mit Betätigung über Hydraulikzylinder, über pneumatisch bewegte Membran oder durch einen Hubmagneten (Bild 2).

Die Hilfsenergie für Stellorgane ist vielfach wesentlich höher, vom Systemverhalten her gesehen liegt jedoch Übereinstimmung vor. Dennoch wird in der Praxis unterschieden in Hilfsenergie für die Signalverarbeitung und für die Stellorgane, zumal dafür auch verschiedene Techniken (z. B. elektro-hydraulisch) zum Einsatz kommen können.

Auch für die weiteren Informationsverarbeitungsglieder in Steuer- und Regleinrichtungen existieren die verschiedensten Ausführungsvarianten mit den drei Hilfsenergiearten, obwohl hier die hydraulischen noch nicht so stark entwickelt wurden (Bild 3). Die sogenannten Wandler gestatten es, ein Signal der einen Energieform in ein Signal für die andere Technik umzuwandeln, z. B. einen pneumatischen oder hydraulischen Druck in eine proportionale elektrische Spannung oder umgekehrt (Bild 4).

Dadurch ist man nicht an eine Energieform gebunden und kann entsprechend der besseren Verwirklichung einer Teilaufgabe bestimmte Abschnitte einer BMSR-Anlage mit der einen und die nachfolgenden mit einer anderen Hilfsenergie betreiben.

Vielfach sind Signale über mehr oder weniger weite Strecken zu übertragen, so daß sich aus diesem Grunde bestimmte Trägerenergieformen zumindest für diesen Teilabschnitt, wenn man auf Wandlungen verzichten möchte, aber auch für die gesamte Anlage als günstig erweisen. Abschließend ist jedoch festzustellen, daß hinsichtlich des dynamischen Verhaltens doch recht große Unterschiede bestehen zwischen den Anlagen mit den drei Hilfsenergiearten, so daß die uneingeschränkte Verwendung der einen oder der anderen Technik nicht möglich sein wird.

3. Vor- und Nachteile der BMSR-Einrichtungen mit den drei Hilfsenergien

Es ist nicht ganz leicht und wäre auch nicht ganz korrekt, für jede der drei Techniken ganz allgemein die Vor- und Nachteile zu nennen. Bei bestimmten Baugliedern treten besondere Eigenschaften auf, die den Anforderungen sehr gut entsprechen, bei anderen läßt sich diese oder jene Forderung nicht erfüllen. Dennoch wurde versucht, in Tafel 1 für die drei Hilfsenergiearten bei bestimmten Baugliedergruppen ganz allgemeine Aussagen zusammenzufassen.

Man erkennt, daß sich hydraulische Geräte besonders für nicht zu schnelle Arbeitsvorgänge unter rauen Einsatzbe-

* Sektion Landtechnik der Universität Rostock
(Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. Chr. EICHLER)

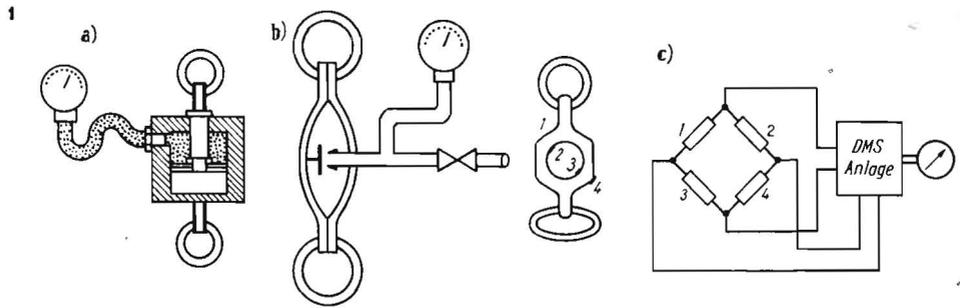


Bild 1. Zugkraftmesser;
a) hydraulisch, b) pneumatisch, c) elektrisch mit Dehnungsmeßstreifen

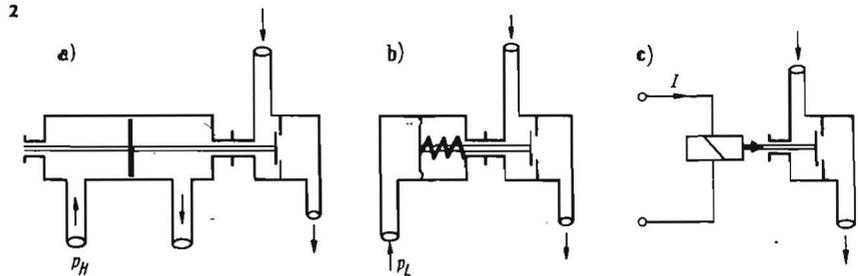


Bild 2. Automatische Ventilbelätigung;
a) hydraulisch, b) pneumatisch, c) elektromagnetisch

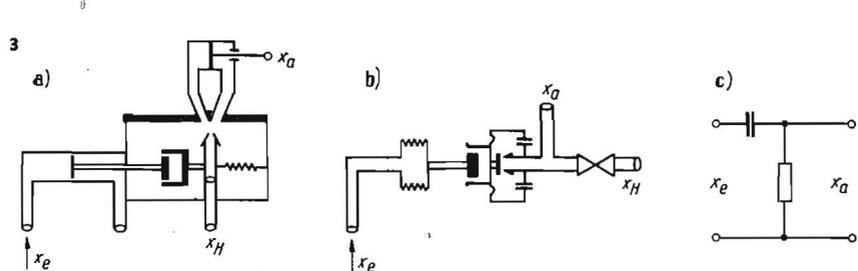
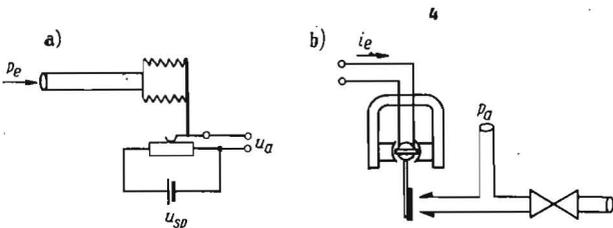


Bild 3. Informationsverarbeitungsglieder - Differenzglieder;
a) hydraulisch, b) pneumatisch, c) elektrisch

Bild 4. Umwandlung von Meßgrößen verschiedener Energieformen ineinander;
a) pneumatische in elektrische, b) elektrische in pneumatische



dingungen eignen und vor allem die Stellorgane besonders günstig sind.

Hinsichtlich der Informationsverarbeitung und -übertragung können keine zu großen Anforderungen gestellt werden.

Pneumatische Einrichtungen haben etwas günstigere dynamische Eigenschaften, die Arbeitsenergien der Stellorgane liegen im allgemeinen niedriger, die Stellorgane arbeiten jedoch weicher, die Informationsverarbeitungstechnik hat sich recht gut entwickelt, die Übertragung der Signale ist in der Entfernung aber noch stark begrenzt und auch in der Dynamik oft noch ungünstig.

Elektrische Einrichtungen haben eindeutig Vorteile bei der Meßtechnik, im dynamischen Verhalten und bei der Informationsverarbeitung und -übertragung. Bei den Stellorganen sind vor allem hin- und hergehende Bewegungen nur mit größerem Aufwand realisierbar, wobei das gute dynamische Verhalten bei größeren Antrieben meistens nicht mehr wirksam wird. Hinsichtlich der Kosten, des Aufwands für die Wartung (Reparatur, Bedienung u. ä.) und der Zuverlässigkeit bestehen z. Z. noch ungünstigere Voraussetzungen.

Die Empfindlichkeiten gegen die Umwelteinflüsse, die häufig vorhanden sind, lassen sich aber gewiß bei entsprechender Entwicklung der Elemente und sachgemäßen Einbauten und Behandlungen noch verringern (sicher ist es nicht vernünftig, eine technisch komplizierte Maschine im Freien zu überwintern, wenn jeder KFZ-Besitzer für sein Fahrzeug eine Garage wünscht!).

Als wesentlicher Vor- oder Nachteil wird häufig noch angesehen, welchen Aufwand es kostet, die Hilfsenergie zu gewinnen. Hier muß man für die Landwirtschaft unterscheiden, ob es sich um mobile oder stationäre Anlagen handelt. Tafel 2 zeigt eine Zusammenstellung der möglichen Energiequellen. Bei einer Entscheidung muß man den Aufwand im Verhältnis zu den gesamten Einrichtungen sehen, d. h., wie viele Prozesse geregelt bzw. gesteuert werden sollen, wie groß oder wichtig der Nutzen der Maßnahmen ist und welche Einrichtungen eventuell aus anderen Gründen bereits vorhanden sind.

Während des Prozesses der Entwicklung der BMSR-Technik wird es aber häufig vorkommen, daß eine bestimmte Technik lediglich deshalb den Vorzug erhält, weil das Teil in dieser Art bereits ausgeführt ist, sich bewährt hat oder weil für diese Technik besser passende Bauelemente vorhanden sind. Das bedeutet, daß die Entscheidung nicht nur von rein technischen oder wissenschaftlichen Kriterien abhängt, sondern vielfach entwicklungsbedingt ist. Deshalb sollen noch die bereits bekannt gewordenen BMSR-Einrichtungen hinsichtlich der Anwendung der Hilfsenergie analysiert werden, zugrunde liegt hierbei eine bei der Sektion Landtechnik angefertigte Diplomarbeit [1], in der die Literatur ausgewertet wurde.

Tafel 1. Gegenüberstellung der Eigenschaften von BMSR-Einrichtungen verschiedener Hilfsenergie

Aussagen über	Eigenschaften	BMSR-Einrichtungen		
		hydraulisch	pneumatisch	elektrisch
allgemein	Empfindlichkeit gegenüber Umwelt	robust	wenig witterungs-empfindlich, z. T. erschütterungs-empfindlich	z. T. witterungs- und erschütterungs-empfindlich
	Zuverlässigkeit	gut	gut	noch nicht generell gut
	Kosten Wartung dynamisches Verhalten	gering einfach nur für langsamere Vorgänge geeignet	mittelmäßig noch einfach auch für etwas schnellere Vorgänge geeignet	z. T. hoch z. T. kompliziert in vielen Fällen für sehr schnelle Vorgänge geeignet
Meßwertgewinnung	Empfindlichkeit Genauigkeit dynamisches Verhalten	befriedigend ausreichend bis 1 ... 3 Hz	gut gut bis 10 ... 20 Hz	sehr gut sehr gut bis 1 ... 2 kHz
Signalübertragung	Entfernung Kosten Wartung	bis 30 m gering gering	bis 300 m gering gering	unbegrenzt z. T. aufwendig z. T. aufwendig
Meßwertverarbeitung	Leistungsfähigkeit dynamisches Verhalten	begrenzt bis \approx 1 Hz	gut bis \approx 10 Hz	sehr gut bis zu höchsten Frequenzen
Stellorgane	Leistungsfähigkeit dynamisches Verhalten	sehr gut unter 1 Hz	gut unter 10 Hz	gut unter 100 Hz für kleinere Stellorgane z. T. höher
	Kosten, Aufwand	angemessen	mittelmäßig	

Tafel 2. Bereitstellung der Hilfsenergie bei den verschiedenen BMSR-Anlagen

Hilfsenergie	Gewinnung der Hilfsenergie bei	
	mobiler Anlage	stationärer Anlage
hydraulisch	Pumpen für Hydraulikflüssigkeit, angetrieben durch Hilfs- oder Hauptantriebsmotor (Diesel- oder Elektromotor)	Pumpe für Hydraulikflüssigkeit, angetrieben durch Elektromotoren, von Haupt- bzw. Hilfsnetz gespeist
pneumatisch	Pumpe für Druckluft, angetrieben durch Hilfs- oder Hauptantriebsmotor (Diesel- oder Elektromotor)	Druckluftnetz oder Pumpe für Druckluft, angetrieben von Elektromotoren, von Haupt- oder Hilfsnetz gespeist
elektrisch	Batterie oder Generator (bzw. in Pufferbetrieb), angetrieben durch Haupt- oder Hilfsantriebsmotor	Haupt- oder Hilfsnetz oder Batterie

4. Bisherige Anwendung der verschiedenen Hilfsenergiearten in der Landwirtschaft

Die Analyse des derzeitigen Standes soll getrennt durchgeführt werden für mobile und stationäre Anlagen.

4.1. Hilfsenergie für mobile Anlagen auf Landmaschinen

4.1.1. Lenkung und Steuerung

Eine automatische Steuerung der Fahrtrichtung von fahrenden Landmaschinen und sonstigen Fahrzeugen liegt schon heute im Bereich des Möglichen, sie wird jedoch noch nicht in größerem Umfang angewendet. Zur Erzielung gewisser Erleichterungen bei der Lenkung der Fahrzeuge gibt es hydraulische Betätigungen und Handsteuerungen an Traktoren und selbstfahrenden Maschinen. Erste Schritte auf dem Wege der Automatisierung sind ausgeführt.

Weitere Vorstellungen bestehen über die Führung von Maschinen sowohl an künstlichen Leitlinien, wie Draht und Lichtstrahl, als auch an natürlichen, wie Bestandskanten, Furchen usw., oder bei der Parallelfahrt mehrerer Fahrzeuge. Die Eingabe der Informationen für derartige Steuerungen und Regelungen erfolgt in den meisten Fällen in Form elektrischer Größen, während die Stellantriebe hydraulisch betätigt werden. Um die erforderlichen Wandlungen zu vermeiden und wegen des Fehlens entsprechender robuster Meßwertempfänger sind hier aber auch voll hydraulisch betätigte BMSR-Einrichtungen verwendet worden.

4.1.2. Regel- und Steuereinrichtungen an Traktoren

Die sonstigen Steuer- und Regeleinrichtungen an Traktoren sind in der Mehrzahl rein hydraulisch ausgeführt, wie die

Betätigung der Anhäng- und Aufsattleinrichtungen und Arbeitsgeräte, der Fahrtsteuereinrichtungen, aber auch die Regelung bestimmter Vorgänge bei der Bodenbearbeitung, z. B. beim Pflügen, wie die Tiefenregelung, Zugkraftregelung als Misch-, Tast- oder Schlupfregelung.

Die Meßwertgewinnung und damit auch die Regelung ist nicht immer zufriedenstellend, sicherlich müssen hier noch andere Wege gegangen werden. Es gibt aber auch Experimente mit Elektroantrieben, bei denen dann die Steuerung auch elektrisch ausgeführt wird.

4.1.3. Sä-, Pflanz- und Pflegemaschinen

Bei diesen Maschinen ist es bisher nur mit höherem Aufwand gelungen, entsprechende bisher in Handarbeit ausgeführte Arbeiten zufriedenstellend zu automatisieren. Ausgehend von einfachen mechanischen Steuerungen, die zwar recht zuverlässig arbeiten, aber vor allem bei zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit nicht mehr befriedigen können, bis zu elektronisch gesteuerten Arbeitsgängen, gibt es hier mechanische, hydraulische und elektrische Steuer- und Regeleinrichtungen. Man erkennt deutlich, daß mit steigenden dynamischen Anforderungen und bei zu fordernder höherer Empfindlichkeit der Meßorgane die elektrische Hilfsenergie eine größere Rolle spielt, wobei auch hier die Stellorgane vielfach hydraulisch betätigt werden.

4.1.4. Erntemaschinen

Bei den Erntemaschinen, wie Mähdrescher, Kartoffelsammelroder und Rübenerntemaschinen, wurden bisher meistens mechanische oder mechanisch ausgelöste Hydraulikstellorgane benutzt. Bei Mähdreschern zum Ausgleich von Hangneigung, zur Durchsatzregelung, zur Schneidwerkhöhenregelung. Die Erfassung der Meßgrößen bereitet zum Teil noch Schwierigkeiten, es kommen hier auch elektrische Meßfühler oder Kontaktgeber zum Einsatz, so daß man eine elektrohydraulische Regelung erhält. Die Steuer- und Regeleinrichtungen sind gerade hier besonders notwendig, da eine gleichzeitige richtige Bedienung so vieler Elemente bei immer mehr zunehmender Arbeitsgeschwindigkeit von einer Person nicht mehr zu bewältigen ist und außerdem das Hauptziel dieser Einrichtungen darin besteht, die Ernteverluste zu senken.

Dieser letzte Punkt ist auch der Motor für die Entwicklung von BMSR-Einrichtungen bei den anderen Erntemaschinen. Bei der Kartoffelernte z. B. versucht man seit langem, zum Teil mit recht komplizierten Einrichtungen, die Beimengungen abzuscheiden. Versuche liefen mit elektrischen, aber auch mit kerntechnischen Meßeinrichtungen, während bei den Stell-

organen nur elektrische in Frage kamen, da die zu bewältigenden Durchsätze hohe Arbeitsgeschwindigkeiten erfordern.

Derartig komplizierte und teure Einrichtungen dürften aber z. Z. nur für stationäre Sortieranlagen interessant sein, während man auf den Maschinen nur robustere, hydraulisch oder mechanisch betätigte Einrichtungen behalten möchte. Jedoch wird eine Automatisierung hier auch elektrische Informationsgeber erforderlich machen, um — ähnlich wie beim Mährescher — entsprechende Elemente zu steuern, im Interesse einer verlustarmen Arbeitsweise der Maschinen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß bei den mobilen Einrichtungen in der Landtechnik zur Zeit noch hydraulisch betätigte Stellorgane bevorzugt werden mit mechanischer Steuerung über Ventile, aber auch über elektrische Meßeinrichtungen oder Befehlseinrichtungen oder Kontaktsteuerungen. Weit verbreitet sind noch rein mechanische Steuerungen ohne Hilfsenergie, es gibt aber auch in einigen Fällen rein elektrisch betriebene BMSR-Einrichtungen.

4.2. Hilfsenergie für stationäre Anlagen

Bei stationären Anlagen besteht die Möglichkeit, ähnlich wie bei Industrieanlagen, jede der drei Hilfsenergiearten entsprechend den jeweiligen Vorteilen zu verwenden. Sicher wäre es jedoch vom Standpunkt der Vereinheitlichung mit all ihren Vorteilen auch hier günstig, sich auf bestimmte Hilfsenergien zu beschränken. Zum derzeitigen Zeitpunkt ist aber eine solche Entwicklung noch nicht zu erkennen. Bei umfangreichen Anlagen werden je nach dem Entwicklungsstand der benötigten Bauglieder und Baugruppen BMSR-Einrichtungen in allen Techniken verwendet.

Analysiert man die bisher gebauten Einrichtungen, so ist diese Tendenz recht deutlich zu erkennen.

Es sollen wieder bestimmte Anlagen mit gleichen Aufgaben zusammengefaßt werden.

4.2.1. Klimaregelungen

Derartige Steuer- und Regeleinrichtungen spielen in den verschiedenen Zweigen der Landwirtschaft eine Rolle, in der Tierzucht bei allen Tierhaltungsanlagen, bei Lagerung und Aufbereitung der landwirtschaftlichen Güter und bei der programmierten Pflanzenzucht, heute noch vor allem in Gewächshäusern, bald aber auch in Freilandanlagen. Am weitesten verbreitet sind hier elektrische BMSR-Anlagen wegen der günstigen Meßeinrichtungen, und weil der Antrieb der Stellorgane, wie Pumpen, Ventilatoren, durch Elektromotoren meistens mit Schutzsteuerungen erfolgt und auch Ventile und Klappen durch Stellmotore oder Hubmagnete betätigt werden. Bei einfachen Heizkreisläufen versucht man auch mit einfachen Reglern zum Teil ohne Hilfsenergie auszukommen, wie z. B. durch Anwendung von Flüssigkeitsthermometern mit Stellausgang oder Bimetallelementen.

Durch die Verwendung von Halbleiterbauelementen werden sich Nutzungsdauer und Zuverlässigkeit der elektrischen Steuerungen so vergrößern, daß man bei anspruchsvolleren Einrichtungen auch wegen der guten Meß- und Übertragungsmöglichkeiten die elektrische Hilfsenergie beibehalten wird. In vielen Fällen dürfte allerdings die pneumatische Steuerung nicht nachteiliger sein, da ein extrem schnelles Reagieren nicht erforderlich wird, die Meßtechnik ebenfalls Möglichkeiten bietet und die Vorteile hinsichtlich des besseren Explosionsschutzes oder der niedrigen Unfallgefahr für die Anwendung sprechen können.

Für Stellorgane, Ventilsteuerung, Bewegung von Schiebern und Klappen und ähnliches mehr eignen sich auch hydraulische Betätigungen, wie einige Anwendungen zeigen.

Die Klimaregelung stellt ohnehin kein nur in der Landwirtschaft akutes Problem dar. Nur besondere Einsatzbedingungen, wie rauher Betrieb, stark angreifende Bestandteile in der Atmosphäre (wie z. B. in der Stallluft) und besondere

Einflußfaktoren für Regelungen stellen etwas Spezifisches dar, so daß es kaum Sonderentwicklungen für die Landwirtschaft gibt.

4.2.2. Steuerungen und Regelungen von Aufbereitungs- und Lagereinrichtungen

Bei Trocknungsanlagen werden meistens rein elektrische Steuer- und Regeleinrichtungen verwendet, ebenfalls wegen der elektrischen Meßeinrichtungen und der elektrisch recht gut ausführbaren Stellorgane. Bei Sortier- und Reinigungsanlagen für Pflanzenprodukte handelt es sich vielfach um Steuerung bestimmter Antriebe, die elektrisch erfolgen. Regelungen und Steuerungen mit Meßwertverarbeitung sind häufig recht kompliziert gebaut, auch elektrisch.

Die weitere Aufbereitung zu Nahrungsgütern und die Vermarktung, die im verstärkten Maße in der DDR mit der landwirtschaftlichen Produktion verknüpft wird, hat meist so spezifischen Charakter, daß hier eine Einschätzung der Anwendung einer bestimmten BMSR-Technik und ihrer Möglichkeiten nicht gegeben werden kann, zumal auch die Entwicklung hier erst beginnt.

4.2.3. BMSR-Einrichtungen bei der Tierhaltung

Die Konzentrierung der Viehhaltung bietet in verstärktem Maße die Möglichkeit und erfordert auch die Zuhilfenahme der BMSR-Technik. Die hier beginnende Entwicklung kann ebenfalls noch nicht voll eingeschätzt werden, da Veröffentlichungen über die Zweckmäßigkeit der ausgeführten Anlagen in der Literatur kaum vorliegen, mit Ausnahme einiger Teilprobleme, die eine längere Entwicklung hinter sich haben, wie z. B. bei Melkanlagen und Anlagen der Milchverwertung.

Hier scheint sich die elektrische Hilfsenergie durchzusetzen, obwohl z. B. gerade der Melkvorgang pneumatisch erfolgt.

Für die Fütterung und Entmistung versuchte man bisher mit recht einfachen mechanischen Verfahren auszukommen, während die Steuerung notwendiger Antriebe meistens mit Elektromotoren erfolgt.

Bei der Futterbereitung und Dosierung der Futteranteile bzw. von Portionen gibt es viele automatisierbare und zu automatisierende Prozesse.

Dosieranlagen, wie sie auch in anderen Industriezweigen Verwendung finden, arbeiten meist mit elektrischer Hilfsenergie wegen der zu steuernden elektrischen Antriebe oder wegen der genaueren Meßtechnik. Es gibt aber auch Beispiele für die Verwendung pneumatischer Steuerungen. Für bestimmte Förderaufgaben und ihre Steuerung wäre sicher auch die Hydraulik recht gut geeignet.

Zusammenfassung

Vom gegenwärtigen Stand der BMSR-Technik in der Landwirtschaft ausgehend, kann man nicht sagen, daß sich eine Vereinheitlichung auf die Anwendung nur einer Hilfsenergie ergeben hat oder für die Zukunft abzeichnet, denn alle drei Hilfsenergien haben ihre Vorteile, so daß eher eine noch größere Ausweitung erfolgen wird.

Insbesondere für stationäre Anlagen läßt sich die Entwicklung schwer voraussagen. Man kann aber annehmen, daß hier die elektrische Hilfsenergie künftig noch stärker zur Anwendung kommt, da derartige Anlagen und die Bauelemente hierfür immer billiger, vollkommener und zuverlässiger werden, und die Wartung bei qualifiziertem Personal nicht mehr so problematisch sein dürfte.

Bei fahrbaren Anlagen wird die Hydraulik bzw. die elektrohydraulische Betätigung weiter bestehen bleiben, denn ein elektrisches Netz ist meistens ohnehin notwendig und bei der Halbleitertechnik auch mit niedrigen Spannungen schon ausreichend.

Höchstens bei einer vollen Elektrifizierung, bei Speisung durch moderne Sammler mit besserem Wirkungsgrad als

bei Verbrennungsmotoren kann die Hydraulik in den Hintergrund treten.

Bei einigen Maschinen, in denen pneumatische Förderungen oder ähnliches ohnehin vorhanden sein werden, kann auch eine pneumatisch betätigte BMSR-Anlage aktuell sein. Eine Vereinheitlichung der BMSR-Anlagen wird aber insofern erfolgen und ist ja zum großen Teil bereits erreicht, daß es für die drei Hilfsenergien bestimmte Baukastenreihen gibt, die es gestatten, alle Aufgaben mit einheitlichen Bauelementen auszuführen, was dann Aufbau, Wartung und anderes mehr vereinfacht.

Ein Wechseln zwischen den Hilfsenergien ist natürlich durch in die Baugruppen passende Wandler möglich und nötig, um

die besonderen Vorteile nutzen zu können oder den Anforderungen mit vernünftigem Aufwand gerecht zu werden.

Der Anwender in der Praxis wird sich hauptsächlich nach ökonomischen Gesichtspunkten entsprechend dem Angebot an BMSR-Mitteln und der Eignung entscheiden, aber in den Leiteinrichtungen sollte man sich für die Prognose doch auf bestimmte Lösungen zu beschränken suchen.

Literatur

- [1] BERA, G.: Welche Hilfsenergie ist für die Anwendung der BMSR-Technik in der Landwirtschaft am besten geeignet? Diplomarbeit Sektion Landtechnik der Universität Rostock 1969
Eine umfangreiche Aufstellung der ausgewerteten Literatur liegt beim Verfasser vor. A 7860

Neue Maßstäbe bei netzgespeisten Elektrozaungeräten

Dipl. agr. E. GEITHNER*
Elektromeister H. STEUER**

Die zunehmende Konzentration im Bereich der tierischen Produktion stellt bei der Weidehaltung von Rindern an die Einzäunung immer größere Anforderungen. Es gilt daher, die Hütensicherheit von Weidezäunen besonders für große Rinderherden zu verbessern. Die Forderungen der Landwirtschaft bestehen darin, einen im Aufbau wenig material-, AKH- und kostenaufwendigen Zaun zu schaffen, der während der Weideperiode wartungsarm ist.

Ausgehend von den Entwicklungstendenzen der Produktivkräfte in der Landwirtschaft wurden im Institut für Grünland- und Moorforschung Paulinenaue in den vergangenen Jahren Forschungsarbeiten über Elektrozäune aufgenommen. Im Ergebnis dieser Arbeiten können agrotechnische Forderungen an netzgespeiste Elektrozaungeräte abgeleitet werden. Sie zielen darauf ab, die Hütensicherheit von Weidezäunen zu bessern und die Weidenutzung kostengünstiger zu gestalten. Von den Elektrozaungeräten ist zu fordern:

1. Die für die Hütewirkung des Elektrozaunes wichtige Spitzenspannung von Zaunimpulsen muß an einem 5 km langen Zaundraht, dessen Isolationswert nicht über 50 000 Ω liegt, mindestens 5 000 V betragen.
2. Die Spitzenspannung der Zaunimpulse darf am unbelasteten Geräteausgang höchstens bis 15 Prozent höher sein als an einem 5 km langen Zaundraht, dessen Isolationswert 10^3 k Ω beträgt.
3. Die in Impulsen auf einen 5 km langen Elektrozaundraht gegebene Spitzenspannung darf bei einer durch Bewuchs von Pflanzen oder durch andere Ableitstellen von 10^3 k Ω auf 10^1 k Ω sinkenden Zaunisolationswert höchstens um 20 Prozent abfallen.
4. Die für die Reizwirkung entscheidende Spitzenstromstärke eines Zaunimpulses soll $> 5,0 \leq 20,0$ A betragen.
5. Um die Wahrscheinlichkeit zu verringern, daß Mensch oder Tier gefährdet werden, wenn sie mit dem elektrisch geladenen Zaundraht in Berührung kommen, darf die Reizstromdauer je Impuls 5 ms nicht überschreiten. Die

Reizstromdauer wird als Impulsdauer bezeichnet und ist an einem Widerstand von 500 Ω zu messen. In Abhängigkeit von der Spitzenstromstärke je Impuls darf die Impulsdauer die in Tafel 1 angegebenen Werte nicht übersteigen.

6. Die Impulsfolge des Elektrozaungerätes soll nicht unter 40 und nicht über 75 Impulse/min betragen.
7. Das Gerät muß betriebs- und funktionssicher sein. Während einer Weideperiode sollten grundsätzlich überhaupt keine Störungen auftreten. Es darf auch nicht notwendig werden, das Gerät jährlich nach der Weideperiode zur Durchsicht an eine Vertragswerkstatt schicken zu müssen. Hauptverschleißteile müssen im Gerät gut sichtbar und leicht auswechselbar sein. Das Altern der Hauptverschleißteile sollte von einem Weidespezialisten oder Techniker des Einsatzbetriebes rechtzeitig, d. h. vor dem Auftreten einer Störung erkennbar sein, und die Bauteile müssen von ihm ausgewechselt werden können.
8. Das Gerät sollte sich entweder vom Netz mit 220 V oder über eine Kleinspannungszuführung mit ≤ 42 V speisen lassen.

Die genannten agrotechnischen Forderungen liegen wesentlich höher als die in der zurückliegenden Zeit an Elektrozaungeräte gestellten. Sie werden von keinem der bei uns handelsüblichen Elektrozaungeräte auch nur annähernd erfüllt. Es bestand daher die Notwendigkeit, ein neues Elektrozaungerät zu entwickeln. Dabei zeigte sich, daß die vorgegebenen Parameter nicht erreicht werden können, wenn an dem Prinzip der Impulsgewinnung festgehalten wird, das den zur Zeit bei uns hergestellten Geräten zugrunde liegt.

Die induktive Arbeitsweise der herkömmlichen Elektrozaungeräte bedingt, daß bereits beim Anschluß kurzer Zäune ein deutlicher Spannungsabfall eintritt. Dieser Abfall ist vom Innenwiderstand des Impulsgerätes abhängig und folgt bei einer zusätzlichen Widerstandsbelastung des Zaunes einer logarithmischen Funktion. Eine solche zusätzliche Widerstandsbelastung des Zaunes tritt z. B. ein, wenn Pflanzen an den Zaundraht heranwachsen und/oder der Widerstandswert des Isolators durch Witterungseinflüsse verringert wird. Ein Anschließen von mehr als 3 km Zaundraht an einen Geräteausgang führt in Abhängigkeit von dem Isolationswert des Zaundrahtes deshalb dazu, die Impulsspitzenspannung

Tafel 1. Maximalwerte für die Impulsdauer in Abhängigkeit von der Spitzenstromstärke

Spitzenstrom A	Impulsdauer ms
5	4
10	2
20	1

* Institut für Grünland- und Moorforschung Paulinenaue der DAL zu Berlin
** Oberlungwitz