

Norbert Rauch

Spannung in der Landtechnik

Ein bedeutender Aspekt der nachhaltigen landwirtschaftlichen Produktion ist die Hof-energiebilanz. Dabei wird auch die für die Produktion der Betriebsmittel aufgewendete Energie mitgerechnet, z. B. von Mineraldüngern. Paradebeispiel ist der Stickstoffdünger, dessen Herstellung sehr viel Energie kostet. Deshalb sollte er auf dem Feld besonders präzise dosiert, verteilt und damit ertragseffizient genutzt werden. Die Herausforderung besteht darin, nicht nur bewährte Systeme von Düngerstreuern weiterzuentwickeln, sondern darüber hinaus Potenziale neuer Technologien zu entdecken und zu erschließen. Die Nutzung elektrischer Antriebstechnik in Traktor-Geräte-Kombinationen bietet ein solches interessantes Potenzial.

Schlüsselwörter

Zweischeibendüngerstreuer, Düngermassenstrom, elektrische Antriebe, Überlappung

Keywords

Twindisc-fertilizerspreader, fertilizer massflow, electric drive, overlapping

Abstract

Rauch, Norbert

Agricultural engineering – energized

Landtechnik 65 (2010), no. 3, pp. 185-188, 3 figures, 1 table, 1 reference

A considerable aspect of sustainable agricultural engineering is the farm's balance of incoming and outgoing energy. This balance has to incorporate the amount of energy required to produce of operating goods, e.g. mineral fertilizers. A prime example are nitrogenous fertilizers, whose production induces high energy costs. Intending to apply such expensive supplies yield-efficiently, they should be metered and precisely distributed into the field. The challenge is to discover and exploit the potential advantages of new technologies alongside with the continuous refinement of proven fertilizer spreader designs. Applying electrical drive systems in tractor-implement-combinations offers such an interesting potential.

■ Um mineralische Stickstoffdünger optimal ausbringen zu können, wird mittels verschiedener Methoden zunächst der aktuelle Stickstoffbedarf der Pflanzen ermittelt. Die Dosierung und Verteilung der ermittelten Stickstoffmenge erfolgt heute

überwiegend mithilfe der bewährten Technologie der Zweischeibendüngerstreuer. Um der hohen Anforderung besser gerecht zu werden, Über- und Unterdüngungen im Feld und an Feldgrenzen zu minimieren, sind neben den mechanisch angetriebenen Versionen zunehmend hydraulisch angetriebene Zweischeibendüngerstreuer im Einsatz. Einer ihrer Vorteile besteht darin, dass die Drehzahl der beiden Streuscheiben unabhängig voneinander geregelt werden kann. Darüber hinaus kann mittels des gemessenen Abtriebsmomentes der zu dosierende Düngermassenstrom geregelt und die tatsächlich ausgebrachte Düngermenge berechnet und dokumentiert werden. Von Nachteil ist der ungünstige Wirkungsgrad des hydraulischen Antriebs, die aufwändige Sensorik zur Regelung des Systems sowie die Umweltbelastung durch Ölverluste.

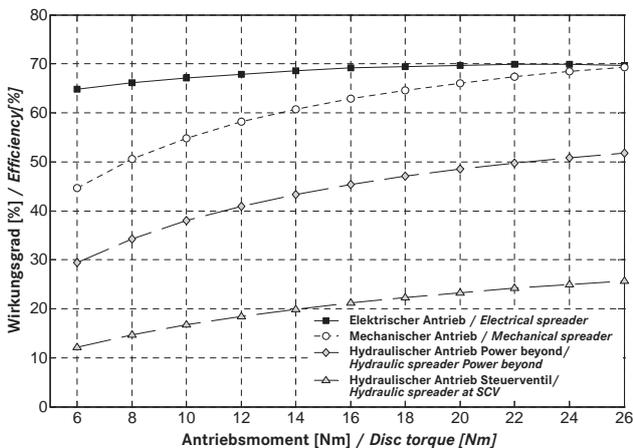
Potenziale elektrischer Landmaschinen

Heute zählen elektrische Antriebe in der industriellen Automatisierung und mittlerweile auch in vielen Fahrzeuganwendungen zum Standard. Sie ermöglichen die präzise Bereitstellung von Antriebsleistung und die einfache Verteilung auf verschiedene Verbraucher. Bei Düngerstreuern werden die Unterschiede zwischen den verschiedenen Streuscheibenantrieben durch einen Vergleich deutlich (**Abbildung 1**). Dabei zeigt sich eine sehr hohe Effizienz des elektrischen Drehstrom-Antriebes bei einer hervorragenden Regelbarkeit der Scheibendrehzahl.

Potenziale der elektrischen Landmaschine sind:

- Hohe Leistungsdichte bei optimaler Regelbarkeit
 - Möglichkeit zur Rückmeldung von Drehzahl und Drehmoment
 - Einfache Leistungsverteilung auch auf komplexen Landmaschinen
 - Zuverlässigkeit im landwirtschaftlichen Einsatz
 - Kombination mit Navigation und Automatisierung
- Auf der Agritechnica 2007 hat John Deere den ersten Serientraktor mit einem Hochspannungsnetz vorgestellt, die E-Premium-Baureihe. Diese besitzt ein integriertes System zur

Abb. 1



Effizienz verschiedener Antriebstechniken von Streuscheiben bei Scheibendüngerstreuern [1]

Fig. 1: Efficiency of various spreading disc drive systems of fertilizer spreaders [1]

Abb. 2 a



Rauch-Zweischeibendüngerstreuer AXIS EDR an einem JD 7530 E-Premium. Rauch Werkfotos

Fig. 2 a: Rauch fertilizer spreader AXIS EDR mounted on a JD 7530 E-Premium

Abb. 2 b



Freiraum zwischen Traktor und Düngerstreuer

Fig. 2 b: Clearance between tractor and fertilizer spreader

Erzeugung und Verteilung von 20 kW elektrischer Leistung. Elektrisch angetrieben sind

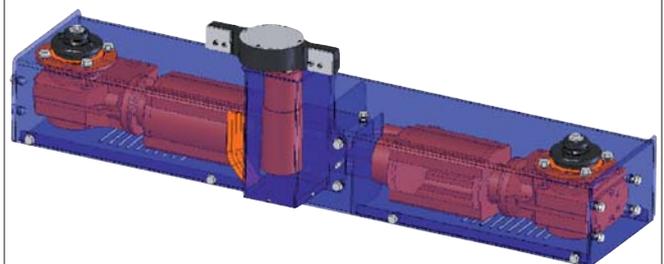
- der reversierbare Kühlerlüfter,
- der Druckluftkompressor und
- der Kompressor der Klimaanlage.

Untersuchungen haben gezeigt, dass mit dieser Technologie ca. 7 % Kraftstoff eingespart werden können.

In einem Kooperationsprojekt hat Rauch mit John Deere ebenfalls auf der Agritechnica 2007 einen Prototyp eines Zweischeibendüngerstreuers mit elektrischem Antrieb der Dosierungselemente und Drehstrom-Antrieb (480 VAC) der Streuscheiben vorgestellt (**Abbildung 2 a, 2 b, 3 a und 3 b**).

Der elektrische Antrieb beider Streuscheiben ermöglicht eine präzise Regelbarkeit ihrer Drehzahlen mit hoher Dynamik und Stabilität und führt zu einer sehr schnellen Veränderung der Verteilcharakteristik des Streubildes. Dadurch wird die Anpassung der Düngerverteilung auch an komplexe Verteilungsaufgaben ermöglicht, beispielsweise GPS-gesteuerte Überlappungsoptimierungen bei ungleichmäßigen Feldgrenzen, keilförmig verlaufende Fahrgassen oder verkleinerte Fahrgassenabstände. In **Tabelle 1** sind weitere Kriterien für Zweischeibendüngerstreuer bei den verschiedenen Antriebssystemen aufgeführt.

Abb. 3 a



Transparentsicht auf den elektrischen Scheiben- und Rührwerksantrieb des Zweischeibendüngerstreuers

Fig. 3 a: Transparent view of the electrical disc/agitator drive of a fertilizer spreader

Abb. 3 b



Außenansicht des Getriebes von unten

Fig. 3 b: External view on the drive from bottom up

Tab. 1

Vergleich der verschiedenen Antriebssysteme von Zweiseibendüngerstreuern
 Table 1: Comparison of the different drive systems of twin-disc fertilizer spreaders

Ausführungsform aktueller Zweiseibendüngerstreuer Systems on current twin-disc fertilizer spreaders				
Kriterium Criteria	Kundenvorteil Customers advantage	Mechanisch Mechanic	Hydraulisch Hydraulic	Elektrisch Electric
Trennung Scheiben-Rührwerksantrieb Separation of disc/agitator drive	Arbeitssicherheit Operational safety	nicht no	einfach simple	einfach simple
Stufenlosigkeit des beidseit. Scheibenantriebs Stepless speed of disc drive on both sides	Arbeitsbreitenregelung Adjustment of working width	nicht no	gut good	sehr gut very good
Unterschiedl. Drehzahlen re./li. Scheibenantrieb Various right/left revs of disc drive	Grenz-Randstreuen Limited and full border spreading	nicht no	gut good	sehr gut very good
Stufenlosigkeit re./li. einseitiger Scheibenantrieb Stepless speed of disc drive on one side	Keilstreuen Edge spreading	nicht no	gut good	sehr gut very good
Kontrollierte Regelbarkeit des Scheibenantrieb Controlled adjustment of disc	Arbeitssicherheit/Keilstr. Operational safety/edge spreading	nicht no	träge inert	sehr gut very good
Drehmomenterfassung re./li. Scheibenantrieb Information about torque to drive right/left disc drive	Automatische Düngerstromregelung Automatic fertilizer flow adjustment	mit Sensoren with sensors	mit Sensoren with sensors	ohne Sensoren without sensors
Antriebskoppelung zum Traktor Drive coupling to the tractor	Komfortable Ankoppelung Convenient coupling	Telespace Gelenkwelle Telespace drive shaft	Hydraulischer Stecker Hydraulic plug	Elektrischer Stecker Electric plug
Informationskoppelung zum Traktor Information data link to tractor	Geräte-Erkennung Identification of machine	nicht no	nicht no	einfach simple
System-Wirkungsgrad System efficiency factor	Effizienz des Antriebes Efficiency of drive	hoch high	gering low	sehr hoch very high
Ölverbrauch – fossiler Ressourcenverbrauch Consumption of oil/fossil resources	Kosten/Nachhaltigkeit Costs/sustainability	gering low	mittel mean	kein none
Umweltgefährdung durch Ölverluste Environmental hazard by oil losses	Ölverlust/Kosten Oil losses/costs	gering low	hoch high	keine none
Herstellungskosten Production costs	Anschaffungspreis Purchase price	niedrig low	hoch high	hoch high
Kompatibilität mit älteren Traktoren Compatibility with older tractors	Flexibilität Flexibility	vorhanden yes	vorhanden yes	nicht vorhanden no

Eine Bestimmung des Düngermassenstroms ist mittels der Messung des Motorstroms und damit der Berechnung des Scheibenantriebsmoments problemlos möglich.

Synergieeffekte sind zu erwarten

Besonders interessant und neu bei der elektrischen Leistungsschnittstelle zwischen Traktor und Anbaugerät ist die einfache Integrationsmöglichkeit in das Gesamtsystem. Die Einstellung der Betriebsparameter des Scheibendüngerstreuers kann hier in höherem Maße als bei konventionell mechanisch oder hydraulisch angetriebenen Geräten in die Traktorbedienung integriert werden. Dies erlaubt einen hohen Grad an Automatisierung und ein für die Anwendung optimiertes Management der Funktionen von Anbaugerät und Traktor. Analog zu konventionellen Systemen stellt der Traktor die benötigte Leistung und die notwendigen Stellorgane zur Verfügung. Umrichter können hier als leistungselektronische Analogie zu hydraulischen Regelventilen betrachtet werden. Diese können somit für eine Vielzahl von Anbaugeräten genutzt werden. Die geräteabhängige Optimierung hat dann beispielsweise zum Ziel, den Kraft-

stoffverbrauch zu minimieren oder die Schlagkraft des eingesetzten Gesamtsystems zu maximieren. Für den Anwender ist es wichtig, ein optimales Arbeitsergebnis mit minimiertem Aufwand zu kombinieren, sowohl bei den Stoff- und Betriebsmittelkosten, als auch bezüglich der Arbeitszeit.

Eine weitere Analogie (vollelektrischer Landmaschinen) im Vergleich zu konventionellen Antriebskonfigurationen stellt die Möglichkeit zur Platzierung der Stellorgane, den Umrichtern, auf dem Gerät dar. Gründe dafür können in der Anzahl der notwendigen, separat zu regelnden Antriebe oder in der Notwendigkeit des Betriebs an konventionellen, nicht mit elektrischen Generatoren ausgerüsteten Traktoren liegen.

Wenn auf einer Landmaschine viele hydraulische Funktionen zu betätigen sind (also mehr als an einem Traktor Steuerventile vorhanden sind), muss das Gerät ein eigenes, von der Zapfwelle des Traktors angetriebenes Hydrauliksystem aufweisen. Dies gilt auch, wenn der Traktor keine Steuerventile besitzt.

Für vollelektrische Landmaschinen erwägt man derzeit, zwei Umrichter auf dem Traktor standardmäßig zu instal-

lieren. Wenn mehr als zwei zu regelnde Funktionen benötigt werden, wird nur Spannung geliefert und mehrere Umrichter sitzen auf dem Gerät. Das gleiche gilt, wenn der Traktor keine Hochspannung liefern kann: dann treibt eine Gelenkwelle den Generator auf dem Gerät an. Dies ist ein erforderliches Übergangsszenario, bis alle Traktoren eine elektrische Leistungsschnittstelle aufweisen. Wie schnell und in welchem Umfang bekannte durch elektrische Leistungsschnittstellen ergänzt werden, bleibt abzuwarten und wird die tatsächliche Entwicklung der nächsten Jahre zeigen.

Schlussfolgerungen

Beispielhaft wurden an einem Zweischiebendüngerstreuer die Potenziale zur optimierten Dosierung und Verteilung von Mineraldünger mit elektrischen Antriebssystemen aufgezeigt. Sie eröffnen auch für eine Vielzahl von anderen Landmaschinen, z. B. Sämaschinen, Einzelkornsämaschinen und Pflanzenschutzspritzen, interessante Perspektiven. Hierbei ist es sinnvoll, hohe Spannungen einzusetzen. 480 VAC sind im Bereich heutiger Automobil-Hybridtechnik Stand der Technik. Elektrische Schnittstellen mit hoher Leistungsdichte sind hierdurch möglich. Moderne Leistungselektronik erlaubt die präzise Regelung der Antriebe bei immer konkurrenzfähigeren Kosten. Die Integration der Informationsübertragung in die elektrische Schnittstelle ermöglicht in Zukunft nicht nur die Identifikation des Anbaugerätes und seiner Parameter, sie bietet darüber hinaus sogar die Möglichkeit, den individuellen Antrieb zu identifizieren und damit dem Anwender ein echtes Plug-and-Play zur Verfügung zu stellen.

In nicht allzu ferner Zukunft werden Anwender und Fachleute von den Möglichkeiten überrascht sein, die neue Maschinenkonzepte für effiziente und damit nachhaltige landwirtschaftliche Prozesse bieten. Maschinenkonzepte, die weder den räumlichen und regelungstechnischen Begrenzungen eines mechanischen, noch den Leistungs- und Wirkungsgradgrenzen

hydraulischer Antriebe unterworfen sind. Folgende Visionen können zukünftig zur technischen Realität werden:

- Die autarke, erneuerbare Stromerzeugung auf jedem landwirtschaftlichen Betrieb mittels Windrädern, Photovoltaik, Biomasse u. a. ist Normalität.
- Die elektrische Energiespeicherung mittels Batterien und/oder intelligenter Speichersysteme ist einfach, sicher und kostengünstig.
- Die komplette Elektrifizierung aller Landmaschinen und Traktoren sichert einen Teil des Stromabsatzes und befreit die landwirtschaftlichen Betriebe von den extrem teuren fossilen Ressourcen.
- Die Landwirtschaft ist Vorreiter in der Produktion und Nutzung erneuerbarer Energien bei gleichzeitiger Schonung aller nicht erneuerbarer Rohstoffe durch moderne, vorausplanende Instandhaltung, Nutzdauerverlängerung mittels Updates und vollständiges Recycling.
- Die Landwirtschaft stellt mittels moderner elektronischer Informations-, Sensor- und Regelsysteme eine hocheffiziente und nachhaltige Produktion landwirtschaftlicher Rohstoffe dar.

Es stellt sich wohl nicht mehr die Frage, ob die elektrischen Antriebe in der Landtechnik Einzug halten werden oder nicht, sondern nur noch, wie schnell dies der Fall sein wird.

Es wird „spannend“ in der Landtechnik.

Literatur

- [1] Hahn, K.: High Voltage Tractor-Implement Interface, SAE Commercial Vehicle Engineering Congress, 2008

Autor

Dr. h.c. Norbert Rauch ist Geschäftsführender Gesellschafter der Rauch Landmaschinenfabrik GmbH, Landstraße 14, 76547 Sinzheim, E-Mail: info@rauch.de

Hinweis

Der vorliegende Artikel basiert auf einem Vortrag, der im Rahmen der 9. VDI Agrartechnik-Fachtagung „Land-Technik für Profis: Traktor – quo vadis?“ am 22. und 23. Februar in Marktoberdorf gehalten wurde.