

Der Traktor - Muskel und Gehirn im technologischen System

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Karl T. Renius

Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik der TU München

Statement zum VDI-Pressegespräch „Braucht Landwirtschaft 4.0 noch den Traktor?“ im Rahmen der 77. Internationalen Tagung LAND. TECHNIK – AgEng 2019 am 10. November 2019, 15:00 - 16:00 Uhr, Messe Hannover, Convention Center (CC), Saal 11, 30521 Hannover

Wenn wir heute über autonom fahrende Autos reden, darf daran erinnert werden, dass vor genau 20 Jahren auf der AGRITECHNICA der erste fahrerlose Traktor vorgestellt und ausgezeichnet wurde. Er bot eine laterale Spurgenauigkeit von wenigen Zentimetern. Es war das System AGRO NAV von GEO TECH, dessen Integration wir an meinem Institut intensiv unterstützt hatten. Der Verkaufspreis war mit umgerechnet 50.000€ hoch, nur eine kleine Serie wurde verkauft.

Gehirn des Traktors: Gigantische Evolution setzt sich gestaffelt fort

1. Automatische Lenksysteme sind in mehreren Genauigkeitsklassen Stand der Technik mit breiter Akzeptanz, oft auch als Nachrüstung. Viele Traktoren bieten serienmäßige Schnittstellen. Signalverfügbarkeit, Zuverlässigkeit und moderate Preise sind die Basis für darauf aufbauende Automatisierungen.
2. Die Automatisierung des Systems Traktor-Gerät hat Dank des ISOBUS (ISO 11783, 14 Teile) und begleitender Sicherheitsnormen gute Fortschritte gemacht – insbesondere auch durch die intensive Zusammenarbeit der Hersteller, z. B. in der 2008 gegründeten AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation).
3. Übergeordnete Kommunikationssysteme stehen eher noch am Anfang. Interessantes Potenzial für Kosteneinsparungen sehen Fachleute z.B. in einem verbesserten Dialog zwischen Hersteller und Anwender bezüglich Nutzungseinweisung, Ferndiagnose, Wartungshinweisen, Reparaturbegleitung und vorausschauender Maßnahmen. Für Video-Dialoge in Echtzeit setzen leider die Netze derzeit noch Grenzen. 5G bringt deutlich mehr Leistung, aber dieses bei voraussichtlich weniger Reichweite.

Automatisierung ohne innovative Muskeln funktioniert nicht

Eine der Hauptsäulen der Automatisierung ist der Ersatz von Steuerungen durch Regelungen. Das Ergebnis wird über Sensoren automatisch an den Zielwert angepasst, am besten mit stufenlosen Stellgliedern. Der Dieselmotor ist a priori stufenlos verstellbar, das Fahrgetriebe und eine drosselarme LS-Bordhydraulik auch. Die mechanische Zapfwelle ist es trotz vieler Versuche nach wie vor nicht, weil hier der Platz fehlt. Die Kosten hoch wären und selbst geringe Verluste wegen der kommerziellen Bedeutung der Zapfwellenleistung wehtäten. Die aufkommende parallele Bereitstellung elektrischer Energie dürfte diesen Nachteil abschwächen.

Nach den sehr aufwändigen Maßnahmen zur Erfüllung der EU-Abgasstufen haben die Hersteller wieder mehr Entwicklungskapazität für andere Pionierleistungen. Dazu gehören z.B. weitere Innovationen bei Getrieben und Fahrwerken. Teillastschaltungen mit bis zu acht Stufen und einfache stufenlose Getriebe dringen in die Mittelklasse vor. Auch oben tut sich was: Die neue Vario-Generation von Fendt mit nur noch einem Fahrbereich und stufenlos geregeltem Allradantrieb im 1000er hatte 2017 Effizienz-Diskussionen ausgelöst. Sie bewährte sich aber in der Praxis und trug sogar zu neuen Bestwerten im DLG-PowerMix bei. Jetzt übertrug man das Prinzip auf die neue 900er Generation.

Eine herausragende Innovation kündigt John Deere auf dieser AGRITECHNICA mit dem eAutoPowr an und erhielt dafür die einzige Goldmedaille des Innovation Awards der AGRITECHNICA. Anstelle des Hydrostaten wird in einer leistungsverzweigten Getriebestruktur erstmalig bei Traktoren ein elektrischer Wandler eingesetzt. Die E-Motoren laufen kostengünstig mit relativ hohen Drehzahlen. Ich vermute trotzdem im Vergleich zur Hydrostatik etwas höhere Gesamtkosten. Aber: Das Getriebe bietet einen interessanten Zusatznutzen, weil aus dem elektrischen Zwischenkreis Leistungen bis zu 100 kW für Bordaggregate und Geräte abgezweigt werden können. Dadurch entfallen Kosten für einen Extra-Generator und Inverter. Die Struktur lässt ferner eine nochmals etwas bessere Effizienz erwarten, weil ein elektrischer Variator noch etwas besser ist, als ein hydraulischer. Der Hauptvorteil dürfte aber in der Geräteversorgung liegen. Hier sind gegenüber Hydraulik erheblich bessere Wirkungsgrade zu erwarten, insbesondere durch die drastisch geringeren Übertragungsverluste, die sonst in Ventilen, Leitungen, Schläuchen usw. auftreten und nach wissenschaftlichen Studien z. B. um 30 bar betragen können. Wie schnell es mit der Geräte-Elektrifizierung weiter geht, wird sehr von den Geräteherstellern und deren Produktionskosten abhängen.

Ein dritter Bereich der Muskeln betrifft die Leistungsübertragung auf den Boden. Wenngleich für Saat, Düngung, Pflege, Futterernte und Transporte Sonderfahrzeuge oder Schwärme nahe an der Realisierung stehen, sehe ich für schwere Arbeiten auf lange Sicht keine Alternative zum leistungsstarken Traktor. Der hat allerdings ab etwa 250 kW Nennleistung zunehmend Probleme, diese auf dem Acker effizient in Zugleistung umzusetzen.

Die Grenzen des Leistungswachstums hat man zwar immer wieder anheben können, insbesondere durch Regelhydraulik, Allradantrieb, moderne breite Radialreifen, Luftdruckverstellung, Fahrwerksmanagement usw. Aber jetzt wird es eng, insbesondere durch zwei Effekte:

1. Die Leistungsgewichte in kg/kW fallen mit steigender Leistung ab. Ballastierungen stoßen an Achslastgrenzen.
2. Die Reifen-Aufstandsflächen nehmen quadratisch mit dem Größenmaßstab zu, die Motorleistungen aber viel stärker, nämlich mit etwa der dritten Potenz. Fazit: Die Reifenabmessungen müssten überproportional mit der Traktorgröße wachsen, damit Leistungsdichte und Bodendruck in der Aufstandsfläche gleich bleiben. Durchmesser und Breiten stoßen aber hier gleich an mehrere Grenzen.

Die unter Punkt zwei genannte, von der Wissenschaft vorausgesagte physikalische Falle ist das Hauptproblem. Daher macht die alternative Ausrüstung mit Bandlaufwerken jetzt Sinn. Der Traktor wird leider teurer, ist aber für vorwiegend für schwere Feldarbeiten und schwierige Böden besser geeignet.