

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz

Herausgeber: Landtechnik Schweiz

Band: 80 (2018)

Heft: 12

Artikel: Zukunftstechnik mit Potential

Autor: Hunger, Ruedi

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1082652>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Die Zukunft ist elektrisch: Neuestes Beispiel bei den Traktoren ist der Elektro-Rigitrac «SKE 50» (50 kW), der an der diesjährigen Agratex in Bern ausgestellt war. Bild: röth

Zukunftstechnik mit Potenzial

Das Potenzial elektrischer Antriebe ist heute schon gross und wird in Zukunft weiterwachsen. Hemmend ist, dass bei der Elektrifizierung von Landtechnik unterschiedliche Wege zum Ziel führen. Das macht die Situation nicht einfacher.

Ruedi Hunger

In Landmaschinen und selbstfahrenden Erntemaschinen verbergen sich sehr komplexe Antriebsstrukturen. Diese dienen einerseits der Fortbewegung, andererseits den zahlreichen Antriebsfunktionen. Dabei handelt es sich vorwiegend um mechanische und hydraulische Kraftübertragung. Bei hydraulischer Kraftübertragung führt dies in der Praxis oft zu unnötigen Verlusten, insbesondere wenn mehrere Verbraucher gleichzeitig in Betrieb sind. Durch die Integration elektrischer Antriebe lassen sich Verteil- und Komponentenverluste verringern. Was gleichbedeutend ist mit einer Effizienzsteigerung für die gesamte Kraftübertragung. «Mit ein und demselben Aggregat bei jeder beliebigen Drehzahl ein Drehmoment nach Wunsch

kreieren, das kann kein anderer Antrieb bieten», sagt Thomas Herlitzius von der Technischen Universität, TU-Dresden, zum E-Motor.

Sie kennen sich nicht

Traktoren ohne Arbeitsgeräte sind «arbeitslose» Fahrzeuge, aber sie bieten Leistung und Schnittstellen. Zudem kennen sie die Arbeitsgeräte in der Regel (noch) nicht. Anbau- und Arbeitsgeräte machen den landwirtschaftlichen Arbeitsprozess, aber sie kennen den Traktor nicht. Ganz wichtig: sie leben von der Leistungsschnittstelle.

E-Systeme sind genau

Hydraulische Systeme neigen zu Schwingungen, welche sich auf die Antriebssprä-

zision und die Arbeitsqualität der betriebenen Maschinen auswirken. Elektrische Antriebssysteme haben eine höhere Präzision und weisen geringere Verluste auf. Die Elektrifizierung bringt nicht nur eine Effizienzsteigerung, sie ermöglicht auch die Erweiterung bereits bestehender Funktionen. Dazu gehören zum Beispiel die Drehzahl- oder die Drehmomentüberwachung.

Allerdings ist eine differenzierte Betrachtung notwendig, weil nicht für jeden Antrieb eine Elektrifizierung sinnvoll ist. So sind beispielsweise für lineare Antriebe mit hohem Kraftbedarf hydraulische Antriebe die richtige Wahl. Im Gegensatz dazu sind elektrische Antriebe überall dort vorteilhaft, wo eine hohe Genauig-

keit und zusätzliche Funktionen gefordert werden.

AEF koordiniert

Um eine einheitliche Lösung für die Elektrifizierung in Landmaschinen zu erreichen, wird von der AEF (Agricultural Industry Electronics Foundation) eine neue Hochvolt-Schnittstelle (HV) entwickelt. Über diese Schnittstelle sollten Spannungen bis 700 Volt übertragen werden. Weil die Entwicklung noch dauert, wird man vorerst noch mit der einfacher realisierbaren Niedervolt-Lösung (NV) auskommen müssen. Über diese 48-Volt-Schnittstelle können bis etwa 20 kW übertragen werden. Die Herausforderungen rund um diese Schnittstelle sind grösser als erwartet. Es

mag überraschen, dass sich die Diskussionen um Aussehen und Form einer Steckdose drehen. In Tat und Wahrheit geht es bei den unterschiedlichen Ansichten in der AEF aber um grundsätzlichere Unterschiede der Elektrifizierung. Diese technischen Entscheidungen wirken sich nicht nur auf die Gestaltung des Steckeranschlusses aus, von ihnen hängt vielmehr die Konstruktionsarbeit zwischen Traktor- und Geräteherstellern ab.

Gleich- oder Wechselstrom?

Ein in einem Traktor integrierter oder an der Frontzapfwelle angebauter Generator erzeugt Wechselstrom (AC = alternating current) bis etwa 150 kW. Die Frequenz und die Spannung dieses Wechselstroms schwanken mit der Drehzahl des Verbren-

nungsmotors. Dies hat zur Folge, dass direkt angeschlossene E-Motoren auf diese Schwankungen mit entsprechenden Drehzahländerungen reagieren. Deshalb wird Wechselstrom zunächst in 700-V-Gleichstrom (DC = direct current) und anschliessend über IGBT-Chips (Insulated-Gate Bipolar Transistor) wieder in Wechselstrom umgewandelt. Dieser ist dann unabhängig vom Generator regelbar.

Primär geht es bei den Diskussionen also um die Schnittstelle und um den Ort, wo sich die Schnittstelle befinden soll, und erst sekundär um die Steckdose. Es gibt zwei grundsätzliche Unterschiede bei der Platzierung der Schnittstelle:

- Beim AC-Modus befindet sich die Hochvolt-Schnittstelle auf dem Anbaugerät (z. B. Düngerstreuer/Rauch). Das bedingt, dass neben drei Powerpins für die Wechselstromadern zusätzlich ein «High-speed-Bus» über die Schnittstelle geführt werden muss. Der Gerätehersteller muss die Konstruktion mit verschiedenen Traktormarken abstimmen, spart damit aber die Entwicklung einer eigenen Leistungselektronik, da diese traktorseitig ist.

- Beim DC-Modus sitzt die Steckdose bereits in der 700-V-Gleichstromleitung, zwischen dem Gleichrichter und der Leistungselektronik, die in diesem Fall im Anbaugerät integriert ist. Da bei dieser Variante nur elektrische Leistung übertragen wird, reicht eine Steckerverbindung mit zwei Powerpins und einem Standardkabel.

Einheitliche Schnittstelle

Beide Varianten finden in der HV-Projektgruppe Befürworter. Beispielsweise bevorzugt der Vertreter der Entwicklungsabteilung von John Deere den AC-Modus, während der Projektleiter Traktor-Elektrifizierung von Agco/Fendt zur DC-Variante



Über eine 48-V-Serienlösung, wie sie Fendt anbietet, können bis zu 10 kW elektrische Leistung für Anbaugeräte zur Verfügung gestellt werden. Bild: Fendt

Stand des AEF-Entwurfs der Steckdose am Traktor (2016)

Varianten AC/DC und ihre Schnittstellen zwischen Traktor und Anbaugerät						
Modus	Stromart	Schnittstelle	Steckdose	Steuerung	Stecker-Face	Kabel
AC	480 V geregelter Wechselstrom	Zwischen Leistungselektronik auf Traktor und Antrieb auf Gerät (AC-Steckdose)	Jeder Antrieb auf dem Gerät benötigt eine eigene Steckdose am Traktor.	Leistungselektronik des Traktors steuert Motoren auf Anbaugeräten.	AC-Stecker mit 4 Pins: 3 x Powerpin für 480-V-Wechselstrom. 1 x Pin für Highspeed-Bus	Spezialkabel mit integriertem Highspeed-Bus
DC	700 V Gleichstrom	Zwischen Gleichrichter nach dem Generator auf Traktor und Antrieben auf Geräten (DC-Steckdose)	Eine Steckdose am Traktor genügt. Zahl der Antriebe auf Gerät durch Generator-Leistung beschränkt.	Einheit aus gerätespezifischer Leistungselektronik für die Steuerung und für Motoren.	DC-Stecker mit 2 Pins: 1 x plus und 1 x minus für 700 V Gleichstrom (DC)	Standardkabel



Batterieelektrische Traktoren wie das «Sesam»-Projekt von John Deere sind als Prototypen bereits im Testeinsatz. Bild: JD

tendiert. Noch ist kein Entscheid gefallen und es könnte noch dauern. Sowohl für den AC- als auch den DC-Modus kann technisch und ökonomisch argumentiert werden. An der Lösung des Problems arbeitet die rund fünfzig Mitglieder umfassende Projektgruppe mit zahlreichen Firmen in Europa und den USA zusammen. Ziel sei schlussendlich eine Schnittstelle, die es dem Landwirt ermöglicht, jeden Traktor mit einem elektrisch angetriebenen Anbaugerät – egal, ob mit AC- oder DC-Konzept – zu kombinieren.

Nicht mehr aufzuhalten

Die Elektrifizierung ist nicht mehr aufzuhalten und wird in den nächsten Jahren

einen eigentlichen Boom erfahren. Ungeachtet der noch pendenten Fragen zu Schnittstellen beschäftigen sich verschiedene Hersteller bereits mit E-Antriebs-Konzepten. Mindestens bei den Traktoren sind es vorerst Prototypen. Nachfolgend einige Beispiele (ohne Anbaugeräte):

Elektrostapler

Elektrisch angetriebene Stapler sind heute bereits Stand der Technik. Dass diese Technik aber noch weiter ausgebaut werden kann, zeigt ZF mit der «Innovation Forklift», einem Elektrostapler, der sehen, denken und handeln kann. Diese Eigenschaften bedingen ein elektrisches An-

triebskonzept. Der Fahrer wird durch so genannte Umfeldsensorik, also Radar- und Kamerasysteme, unterstützt, die den Rückraum des Staplers überwachen und vor Hindernissen und Personen im Gefahrenbereich warnen. Damit nicht genug, das Fahrzeug kann die Umgebung nicht nur «verstehen», sondern hat lernfähige Elektronik an Bord und bietet hochautomatisierte Fahrfunktionen (siehe Schweizer Landtechnik 8/2018).

Hebefahrzeuge

Hybrid- oder Elektroantriebe sind bei Hebefahrzeugen schon präsent. Die Abstände der Neupräsentationen werden immer kürzer. Das liegt einerseits daran, dass die Leistungsansprüche der Hebefahrzeuge im erreichbaren Bereich für E-Antriebe sind. Andererseits werden diese Fahrzeuge oft in abgassensiblen Bereichen der Gebäude und Stallungen eingesetzt. Neben einem emissionsfreien Betrieb wird auch das tiefere Geräuschniveau elektrischer Fahrzeuge von tierhaltenden Betrieben geschätzt.

Jüngstes Beispiel ist der Bau-Teleskoplader mit hybrider oder vollelektrischem Antrieb von Manitou, als Resultat aus einer engen Zusammenarbeit mit der Deutz AG. Auch wenn es sich vorerst um einen Prototyp handelt, ist davon auszugehen, dass dieses Antriebskonzept Schule macht (siehe Schweizer Landtechnik 10/2018).

Weitere Elektrolader sind beispielsweise die Avant-E-Serie, die e-Radlader von Kra-

Verschiedene Antriebskonzepte bei Landtechnik

Mechanischer Antrieb	Hydraulischer Antrieb	Elektrischer Antrieb
 <p>Aufgesatteltes Bodenbearbeitungsgerät (Gelenkwelle)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Leistungsdichte • Hohe Robustheit • Sehr guter Wirkungsgrad 	 <p>Zuckerrübenvollernter mit hydraulischem Erntevorsatz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Kraftdichte • Günstige Leistungsverzweigung • Gute Drehzahlregulierung von Motoren • Gute Wirkungsgrade (nur) in einzelnen Arbeitspunkten • Ölverluste beim Koppeln der Anschlüsse 	 <p>Prototyp eines Schwaders mit elektrischem Integralantrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gute Regelbarkeit • Gute Wirkungsgrade über weite Arbeitsbereiche • Einfache Leistungsverteilung

mer (Bau- und Landwirtschaft) oder der eHoftrac von Weidemann. Auch «Mini-Hoflader» sind zum Teil elektrisch angetrieben, so stellvertretend der Mini Loader «Sherpa».

Traktoren

Neustes Beispiel ist der elektrische Rigitrac «SKE 50» (50 kW), der an der diesjährigen Agritechnica in Bern ausgestellt war. Dieser Traktor verfügt über ein rein elektrisches Antriebskonzept. Zudem hat er ein Wärmemanagement, bei dem die Energierückgewinnung mit Klimaanlage und Heizung abgestimmt ist. Weiter wird der Batterie beim Bremsen Rekuperationsenergie zugeführt.

John Deere zeigte als Start ins Elektrifizierungszeitalter an der SIMA 2017 gleich einen 300 kW starken Prototyp. Beim «SESAM» (Sustainable Energy Supply for Agricultural Machinery) ist anstelle des

Motors ein Batterie-Big-Bag, das 130 kWh Energie speichern kann, platziert. Fendt bietet ab diesem Jahr die 900er-Baureihe mit einem 48-V-System an. Die darin erzeugte Leistung bis max. 10 kW ist für Aktoren und kleinere Elektromotoren auf Anbau- und Anhängeräten gedacht. Zur Agritechnica 2017 überraschte Fendt mit dem batterieelektrischen «Vario e100». Aufgebaut auf der 200er-Baureihe wurde bei diesem Baukonzept der Verbrennungsmotor durch eine 650-V-Lithium-Ionen-Hochleistungsbatterie (100 kWh) und einen Elektromotor ersetzt.

Da die elektrische 12-V-Leistung der Traktoren künftig für elektrische Konzepte auf vielen Anbaugeräten nicht mehr ausreicht, zeigte Kubota an der Agritechnica 2017 eine «e-Power-Plattform». Diese ist in der Kulisse der höhenverstellbaren Zugvorrichtung integriert. Angetrieben

wird dieser Generator über die Zapfwelle. Er stellt eine elektrische Leistung bis 10,5 kW zur Verfügung. Ein Vorteil dieser e-Power-Plattform ist, dass am Traktor keine Modifikationen vorgenommen werden müssen und dass sie auch an bestehende Maschinen nachrüstbar ist. Zweck dieser Plattform ist einerseits die Versorgung elektrischer Aktoren oder kleinerer Elektromotoren auf Anbaugeräten.

Fazit

Die Zukunft ist elektrisch, mindestens zu einem Teil. Aufgrund des wachsenden Interesses ist davon auszugehen, dass die Anzahl Geräte und Maschinen mit elektrischem Antriebskonzept und der elektrifizierten Fahrzeuge laufend zunimmt. Dieser Umstand wird die AEF-Arbeitsgruppe «zwingen», demnächst einen Entscheid oder Kompromiss für die AC/DC-Schnittstelle zu finden.



Hebefahrzeuge sind oft in emissionssensiblen Stallungen und Gebäuden unterwegs, daher sind sie prädestiniert für E-Antriebe. Bild: R. Hunger



Stellvertretend für zahlreiche Anbaugeräte bieten sich E-Antriebs-Konzepte auch für Düngerstreuer an. Bild: Kubota



Ihre Gebietsverkaufsleiter:
Andreas Rutsch, Mob. 079 606 00 05, Email: a.rutsch@lemken.com
Karl Bühler, Mob. 079 824 32 80, Email: k.buehler@lemken.com

JUBILÄUMSPREIS
 **LEMKEN**
The Agrivision Company