



Bilder: bs

Die TU Dresden entwickelte einen elektrischen Radnabenantrieb. Der Stator (orange) ist fix auf der Achse. Der Rotor (blau) dreht sich mit dem Rad.

Elektrischer Radantrieb

In Zusammenarbeit mit der technischen Universität (TU) Dresden wurde ein Rigitrac des Schweizer Traktorenherstellers Sepp Knüsel mit vollelektrifizierten Einzelradantrieben ausgerüstet. Der Traktor wird an der diesjährigen Agritechnica mit einer Silbermedaille ausgezeichnet.

Elektrische Fahrtriebe sind bei Traktoren noch eine Seltenheit. Und wenn, dann sind die Elektromotoren an den mechanischen Zentralantrieb gekoppelt. Elektrische Radnabenmotoren bieten jedoch viel mehr Möglichkeiten bei der Fahrzeugkonstruktion, da die Räder zur Kraftübertragung keine Antriebswellen mehr benötigen. Die Verbindung der Räder zum Traktorkörper kann mit viel mehr Gestaltungsfreiraum umgesetzt werden, da die Räder im Prinzip nur an Kabeln hängen, welche Strom für die Antriebskraft übertragen. Diese Bauweise hat die TU

Dresden und die Firma Rigitrac in Zusammenarbeit an einem Rigitrac 120 erstmals umgesetzt. Die Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft (DLG) wird den Traktor an der diesjährigen Agritechnica in Hannover mit einer Silbermedaille auszeichnen.

Flexibel mit Kabeln

Elektrische Antriebe haben den Vorteil, dass die Kraftverteilung zum Verbraucher, in diesem Fall die Räder, mit Kabeln einfacher ist als mit einer mechanischen Verbindung. Zudem ist die Drehzahlregelung ohne Getriebe möglich. Insgesamt sinkt der Wartungs-

aufwand, weil im Gegensatz zur mechanischen Kraftübertragung mit Verschleiss an Wellen, Gelenken usw. kaum Verschleiss entsteht. Da Elektromotoren gut regelbar sind, ist der Einsatz nicht nur als Fahrtrieb interessant, genauso praktisch ist diese Antriebsart beispielsweise auch in einem Mähdrescher, um die Drehzahlen der verschiedenen Wellen immer im optimalen Bereich zu halten. Und da dabei Antriebsketten und -riemen an der Maschinen-seite entfallen, kann der frei werdende Raum mit breiteren Arbeitsmodulen, zum Beispiel der Dreschtrommel, aus-

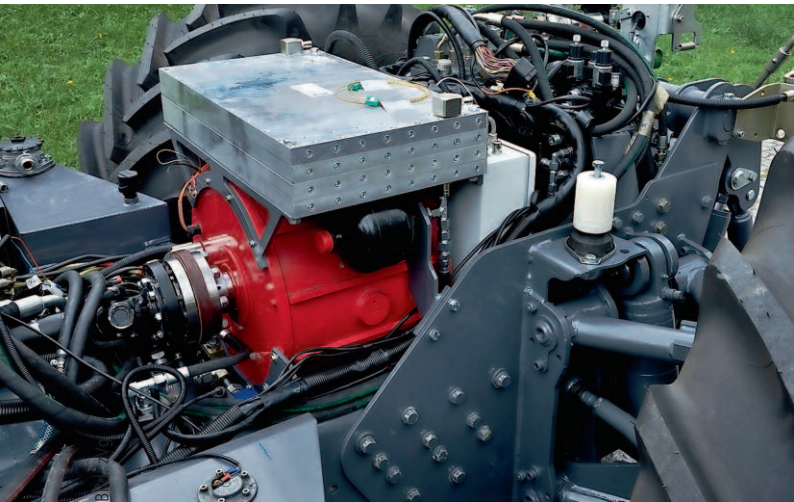
gestattet werden, ohne die Gesamtmaschinenbreite zu verändern.

4-mal 33 kW

Die vier Elektromotoren am Rigitrac EWD 120 leisten je 33 kW. Der Strom stammt von einem 8-kW-Generator, der direkt vom 91-kW-Dieselmotor, der original auf dem Rigitrac verbaut ist, angetrieben wird. Die Elektromotoren können einzeln geregelt werden. Damit kann das Drehmoment für jedes Rad genau so eingestellt werden, wie es je nach Untergrund gerade übertragen kann. Diese aktive Schlupfregelung wird über die Leistungselektronik geregelt.

Dieselmotor im optimalen Drehzahlbereich

Der Dieselmotor arbeitet beim Rigitrac EWD 120 immer



Der Stromgenerator mit 85 kW (rot) ersetzt die Hydraulikpumpe. Der Antrieb erfolgt über den 91 kW starken Dieselmotor.



Die Abdeckungen auf den Radnaben schützen die Elektromotoren vor Verschmutzung.

in seinem idealen Drehzahlbereich. Dieses befindet sich am Punkt des optimalen Treibstoffverbrauchskennfelds. Insgesamt habe so das elektrische Antriebssystem eine höhere Energieeffizienz als in konventionellen Fahrzeugen, wie die TU Dresden mitteilt. Es ist erstaunlich, dass trotz der relativ schweren Elektromotoren das Gesamtgewicht des Rigitrac EWD 120 sich nur

rund 50 Kilogramm über dem Gewicht des Original-Rigitrac befindet. Die Wissenschaftler aus Dresden führen diesen erstaunlichen Umstand darauf zurück, dass die Originalachsen ausgebaut wurden. Da der Rigitrac für eine hohe Belastbarkeit mit robusten Achsen aus dem Baumaschinenbereich ausgestattet ist, wurde durch deren Wegfall viel Gewicht frei, das

für Elektromotoren und die Einzelradaufhängung zur Verfügung stand. Das Mitteldrehgelenk wurde beibehalten. Dieses wurde von Konstrukteur Sepp Knüsel zur besseren Boden Anpassung und somit besserer Traktion entwickelt. Aus dem gleichen Grund hat der Rigitrac auch vier gleich große Räder. Dadurch ist beim Allradantrieb kein Vorderräder notwen-

dig. Die Drehzahl ist synchronisiert, damit beispielsweise die Grasnarbe nicht aufgerissen wird. Die Drehmomentregelung der Antriebsräder beim Rigitrac EWD 120 unterstützt diese Bemühungen, den Boden zu schonen noch zusätzlich.

Verbesserte Wendigkeit

Die Lenkungsarten sind beim Rigitrac EWD 120 dieselben



«Elektrischer Einzelradantrieb ist derzeit der bestmögliche Endausbau»

Sepp Knüsel produziert in Küssnacht am Rigi den Rigitrac. Hergestellt werden die Baureihen Rigitrac SKH 120 und SKH 95 mit 120 resp. 95 PS Motorleistung.

■ **Wie kam es dazu, dass die TU Dresden einen Rigitrac für den Umbau ausgewählt hat?**
Sepp Knüsel: Wir haben mit der TU Dresden eine langjährige Zusammenarbeit im Bereich von Chassisberechnungen. Aus diesem Kontakt heraus hat es sich ergeben, dass für das Projekt mit dem elektrischen Radantrieb der Rigitrac geeignet ist.

■ **Was bedeutet für Sie die Silbermedaille an der Agritechnica?**

Das ist natürlich ein Ansporn, das Thema elektrische Antriebe auch

weiterzuverfolgen und eine Genugtuung für den riesigen Aufwand, der bei diesem Umbau betrieben wurde.

■ **Ist der elektrische Einzelradantrieb die Zukunft?**

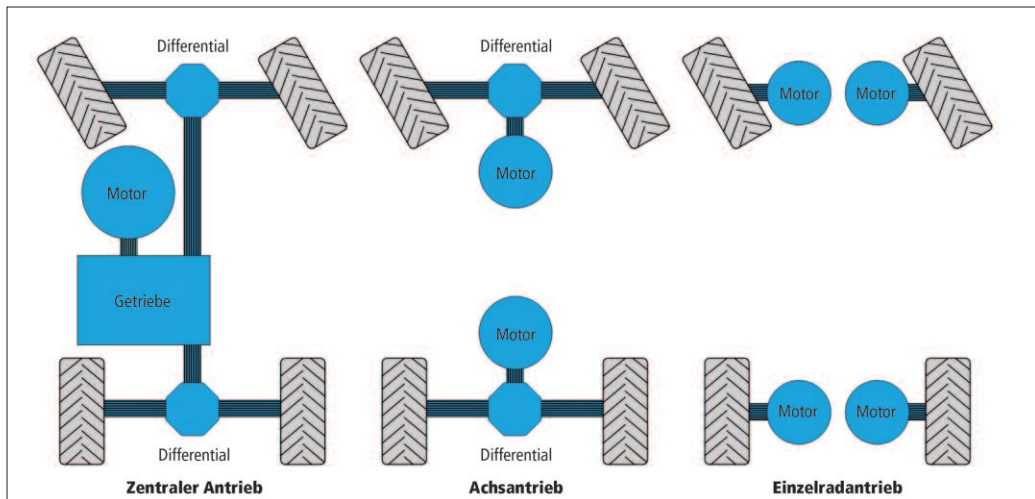
Das Projekt mit dem Einzelradantrieb kann in Serie produziert werden. Das jetzige Modell beweist, dass es mit moderner Technologie möglich ist, einen Traktor so auszurüsten, dass dieser vergleichbar mit einem konventionellen Traktor ist. Dabei ist vor allem das Gewicht ein wichtiges Thema. Wir konnten zeigen, dass trotz

elektrischem Antrieb das Gewicht kaum höher wird als bei der Standardausrüstung. Die Zukunft für Einzelradantriebe sehe ich jedoch erst für übermorgen. Hier braucht es jetzt noch Entwicklungsschritte, welche die Elektrotechnik in der Landwirtschaft bekannter und gefragter machen. Das muss man Schritt für Schritt sehen. Nur so ist es möglich, dass die Preise für passende Elektromotoren und Generatoren eine Marktchance haben. Ich bin jedoch froh, dass wir jetzt einen Traktor haben, der zeigt, dass es technisch möglich ist, Räder einzeln anzutreiben.

Zusammen mit der Einzelradaufhängung ist das die bestmögliche Ausrüstung, aber derzeit teuer, da die notwendigen Teile einzeln hergestellt werden mussten.

■ **Warum ist man trotz den hohen Kosten bei Rigitrac an elektrischen Antrieben interessiert?**

Mit elektrischen Antrieben werden sehr hohe Wirkungsgrade erreicht. Man bewegt sich in einem Bereich um 96 Prozent. Das passt zu unserer Philosophie, und deshalb sind elektrische Antriebe für Rigitrac in Zukunft ein Thema. Alles was den Wirkungsgrad verbessert ist für uns interessant, weil dies den Traktor für den Kunden noch wirtschaftlicher macht. Stellen sie sich vor: Was an Wirkungsgrad verloren geht, wird in Wärme umgewandelt und diese wiederum erfordert Kühlsysteme, die noch einmal Energie benötigen.



Im Gegensatz zu einem Zentral- oder Achsantrieb sind beim Einzelradantrieb die Räder nicht über den Antriebsstrang verbunden. So kann auf jedes Rad das optimale Drehmoment geregelt werden.

wie bei den original Rigitrac-Baureihen. Mögliche Lenkungsvarianten sind Vorderachslenkung, Hinterachslenkung, Vierradlenkung und Hundegang. Bei einer zusätzlichen kombinierten Lenkvariante beginnen ab 15 Grad Lenkeinschlag der Vorderachse die Hinterräder mitzulenken. Das ermöglicht bei hohen Geschwindigkeiten und kleinen Lenkeinschlägen eine

gute Spurtreue und bietet trotzdem in engen Kurven eine extreme Wendigkeit.

Wie die Darstellung oben zeigt, sind mit den Einzelradmotoren die Räder voneinander getrennt. Die sonst schon gute Wendigkeit des Rigitrac wird mit dieser Entkopplung zusätzlich unterstützt, da keine Verspannungen, wie bei einem mechanischen Antriebsstrang üblich, auftreten.

Für einen verbesserten Fahrkomfort und eine erhöhte Fahrsicherheit besitzt der Traktor für jedes Rad eine Einzelradaufhängung in Doppelenkerbauweise, die mittels hydropneumatischer Federung am Traktorrahmen abgestützt ist.

Hangausgleich inklusive

Mit der aktiven Federung mit integriertem Wegmesssystem werden auch Funktionen wie Starrschaltung und Niveauregulierung mit Hangausgleich realisiert, teilt die TU Dresden mit.

Im Weiteren soll die Kombination von Vierradlenkung und Einzelradaufhängung einen tiefen Schwerpunkt bei gleichzeitig sehr guter Geländegängigkeit und geringem Eigengewicht ermöglichen.

Mit der Geschwindigkeitsregelanlage ist der Geschwindigkeitsbereich vom Rigitrac EWD 120 zwischen 0 und 65 km/h stufenlos einstellbar. Im Weiteren unterscheidet sich der elektrifizierte Rigitrac gegenüber seiner Standardausführung mit zwei elektrischen Steckverbindungen. Die Steckverbinder können sowohl Wechselspannung als auch Gleichspannung an externe Geräte mit einer Maximalleistung von 80 kW übertragen.



Die Räder haben eine Einzelradaufhängung. Da durch Radnabenantrieb keine Antriebswelle notwendig ist, entstehen Konstruktionsfreiheiten.

■ Wie geht die Entwicklung jetzt weiter?

Wie gesagt, die Radantriebe sind der momentanen Kosten wegen eher etwas für übermorgen. Im Gegensatz dazu hat ein elektrischer Zentralantrieb schon in naher Zukunft bessere Marktchancen. Hier können viele Komponenten eines heutigen Traktors verwendet werden. Es braucht weniger Komponenten, die einzeln hergestellt werden müssen. Beim Rigitrac würde in diesem Fall der Hydromotor mit einem Elektromotor ersetzt. Der Antrieb mit den Achsen bleibt sich gleich. Der elektrische Zentralantrieb ist aus meiner Sicht der nächste Schritt, den man mit Kosten, die man im Griff hat, realisieren kann.

■ Wie ist die Alltagstauglichkeit in Dreck und Schlamm, vor allem die Radmotoren

scheinen exponiert positioniert zu sein?

Das ist komplett abgedichtet, von daher kein Problem.

■ Ist der Strom auf Fahrzeugen nicht gefährlich?

Das ist ein Dauerthema, wo leider immer wieder unnötig Angst verbreitet wird. Das war schon so als man den Strom in Haushalten installierte. Auch da waren grosse Ängste vorhanden. Und heute gibt es überall unzählige elektrische Anwendungen, das gehört heute einfach dazu. Seien Sie unbesorgt, auch auf Fahrzeugen ist die Elektronik sicher. Da wird die Normgebung der Entwicklung angepasst und die Vorschriften entsprechend definiert.

Ein gutes Beispiel ist die Eisenbahn. Hier fährt man schon über 100 Jahre mit Strom.

| Interview: Beat Schmid

Normen für elektrische Antriebe

Die Projektgruppe «Elektrische Antriebe» der AEF, einer internationalen Branchenorganisation von Landtechnikherstellern und Landtechnikverbänden, ist daran, eine übergreifende Branchennorm einer Traktorenchnittstelle für die Stromversorgung von Arbeitsmaschinen vorzuschlagen. Es geht darum, die Ausrüstungen zu bestimmen, damit jedes Gerät an jeden Traktor passt. Dabei werden verschiedene Themen bearbeitet: die Schnittstellenverbindung, die Anforderungen der Anbaugeräte, die Sicherheits- und Risikoanalyse.

Präsentationen

Der Rigitrac EWD 120 ist an der Agritechnica 2011 vom 13. bis 19. November in Hannover (D) ausgestellt. Die DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) hat den Traktor mit einer Silbermedaille ausgezeichnet. In der Schweiz ist der Rigitrac EWD 120 erstmals an der Hausausstellung von Sepp Knüsel in Küssnacht am Rigi zu sehen. Die Ausstellung findet zwischen dem 27. und 30. Dezember 2011 statt. www.rigitrac.ch

| Beat Schmid