



Aufbruch zur klimaverträglichen Landtechnik

Die Landtechnik der Zukunft soll vor allem klimaverträglich sein. Wie eine derartige Agrarmechanisierung aussehen kann und wie weit sie umsetzbar wird, fasst EWALD LUGER zusammen.



Foto: © Adobe Stock – Belkin & Co

Der Kraftstoffverbrauch eines Traktors wird von vielen technischen Parametern beeinflusst. Das sind beispielsweise Motor, Getriebe, Reifen, Vollast, Teillast, Art des Einsatzes wie Pflügen oder Transportfahrt, in der Ebene oder am Hang. Einen meist noch größeren Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch haben Prozessparameter wie Bodenbearbeitung mit Pflug oder ohne Pflug, Arbeitstiefe, stumpfe oder scharfe Werkzeuge, Reifendruck, Fruchtfolge, unnötiger Ballast, Feldgröße, Überlappung, Wetter, Wartung und der Fahrer selbst.

Biokraftstoffe, Methylester, Beimischungen zu fossilem Diesel

Biokraftstoffe, Methylester und Beimischungen zu fossilem Diesel gibt es schon heute. Pflanzenölkraftstoff erfordert Motormodifikationen. Die gesetzliche Beimischung von 7 Vol. % Biodiesel zu fossilem Diesel führte aus Kostengründen zu einer hohen Nachfrage an Palmöl und damit zur Abholzung von Regenwald. B10 Diesel ist fossiler Diesel, dem bis zu 10 % Biodiesel beigemischt ist. B100 Diesel ist 100 % Biodiesel. Bei E85 Benzin wird fossilem Benzin 85 % Bioethanol beigemischt.

Die Herstellung von Bioethanol kann aus Zuckerrohr, Zuckerrübe, Getreide, Kartoffeln, Mais etc. erfolgen.

Biokraftstoffe sind aber nur eine kurzfristige Lösung. Langfristig ist ein Nahrungs- und Treibstoffkonflikt vorherzusehen, denn die Weltbevölkerung wächst rasant. 1990 lebten 5,3 Mrd. Menschen, 2020 waren es rund 7,8 Mrd. und 2050 werden knapp 10 Mrd. erwartet. Mehr Menschen bedeuten mehr Wohnraumbedarf, mehr Straßen und eine abnehmende Anbaufläche. Gleichzeitig sinken die Erträge durch zunehmende

Wasserknappheit, Temperaturerhöhung, immer unfruchtbarere Böden oder gar tote Böden.

Biokraftstoffe der zweiten Generation

Biokraftstoffe der zweiten Generation können eine Alternative sein. Pflanzliche Abfälle, landwirtschaftliche Reststoffe, Hackschnitzel, Altspeiseöl u. a. werden zu flüssigem Kraftstoff umgewandelt. Wird z.B. aus Weizenstroh Kraftstoff hergestellt, dann gibt es keinen Konflikt



Foto: © Kerstin Luger

Palmöl wird aus den Früchten der Ölpalme gewonnen

Aus einem Großballen Maisstroh können 160 Liter Bioethanol hergestellt werden.



Foto: © Ewald Luger



Foto: © FJ – BLT Wieselburg

Electric Tractor Icon

zwischen Nahrung und Treibstoff. Bioethanol ist mit Benzin mischbar und kann in Ottomotoren verwendet werden. Der Nachteil von Biokraftstoffen der zweiten Generation sind die hohen Kosten.

Methanbetriebene Traktoren

New Holland hat 2019 den weltweit ersten Serientraktor mit Methantrieb vorgestellt. Erdgas hat einen Methangehalt von 89 % bis 98 % und Biogas von etwa 52 % bis 65 %. Landwirte können aus Energiepflanzen und landwirtschaftlichen Abfällen Biomethan herstellen. Dieses muss dann entsprechend aufbereitet und verdichtet werden.

Elektrischer Antrieb von Anbaugeräten

Strom, der von einem Generator am Traktor erzeugt wird oder aus Batterien kommt, dient zum elektrischen Antrieb von Landmaschinen. Anbaugeräte

mit Elektroantrieb und elektrisch betriebene Triebachsen von Anhängern, wie z. B. einem Güllefass, haben ein großes Potential der Energieeinsparung. Fendt verwendet 700 V DC, also Gleichstrom, und die Wechselrichter sind auf dem jeweiligen Gerät. John Deere nutzt 480 V AC, Wechselstrom, und die Wechselrichter sind auf dem Traktor. Jedes System hat seine Vor- und Nachteile: DC versus AC – auf Gerät versus auf Traktor. Derzeit ist es noch eine Art „Henne-oder-Ei-Problem“. Über Zapfwelle, hydraulisch oder elektrisch angetriebene Geräte?

Traktoren mit Hybridantrieb

Traktoren mit Hybridantrieb sind in Entwicklung. Ein leistungsschwächerer Dieselmotor dient als Hauptantrieb, Elektromotoren dienen zur Abdeckung des Spitzenleistungsbedarfs. Die Batterieladung erfolgt, wenn der Diesel im unteren Leistungsbereich betrieben wird. Eine Batterieladung kann auch durch Rekuperation, also die Energierückgewinnung aus Bremsenergie, erfolgen. Für kurze Strecken oder in Gebäuden ist ein vollelektrischer Antrieb möglich. Für Anbaugeräte wird eine entsprechende elektrische Leistung bereitgestellt.

Batterieelektrische Traktoren

Bei voll elektrisch betriebenen Traktoren gibt es anstelle eines Dieselmotors ein Batteriesystem, meist mit einer Lithium-Ionen-Batterie. In der ersten Entwicklungsstufe werden übliche

Antriebsgetriebe verwendet. Dadurch bleibt der Aufbau des Traktors weitgehend unverändert. Für Anbaugeräte wird eine entsprechende elektrische Leistung bereitgestellt und die elektrische Einsatzdauer des Traktors im praktischen Einsatz liegt bei rund 5 Stunden. Elektrotraktoren der zweiten Entwicklungsstufe werden auf einer komplett neuen Traktorstruktur aufgebaut. Die Einsatzdauer im praktischen Einsatz könnte 9 Stunden betragen.

In den vergangenen 10 Jahren sind die Kosten einer Lithium-Ionen-Batterie um fast 90 % gesunken. Für welche Einsatzdauer muss die Batteriekapazität ausreichen? Batterie-Schnellwechselsysteme ermöglichen, eine leere Batterie innerhalb weniger Minuten durch eine vollständig geladene Batterie zu ersetzen. Leere Batterien können am Feldrand an einer Windkraft- oder Solarstrom-Ladestation aufgeladen werden. Batterien können herkömmliche Ballastgewichte ersetzen, beispielsweise ein Frontballastgewicht. Auch die Batterieladezeit ist ein Schlüsselpunkt. Heute dauert das Schnellladen von Lithium-Ionen-Batterien 1 bis 2 Stunden, um auf 80 % der vollen Ladung aufzuladen. Man erwartet, dass dies in einigen Jahren nur mehr 10 bis 15 Minuten dauern wird.

Traktoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle

Traktoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle sind in Entwicklung. Brennstoffzellen sind leichter als Batterien und ein Auto kann in fünf Minuten mit Wasserstoff betankt werden. Wasserstoff kann durch Elektrolyse von Wasser durch elektrochemische Spaltung in Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) hergestellt werden. Gasförmiges H₂ ist aufgrund der geringen volumetrischen Dichte nicht praktikabel. Es muss komprimiert und gekühlt werden. Flüssigwasserstoff benötigt etwa die 5-fache Tankgröße im Vergleich zu Diesel (Drucktank versus druckloser Tank).

Ein Nachteil der Wasserstoff-Brennstoffzellen ist der schlechte Gesamtwirkungsgrad. Annahme: 100 Watt Strom einer Windkraftanlage – Wirkungsgrad

der Elektrolyse 75 % – Kompression, Kühlung und Transport sind zu 90 % effizient – Wirkungsgrad der Brennstoffzelle 60 % – Wirkungsgrad Elektroantrieb 95 %. Somit sind nur 38 Watt von 100 Watt nutzbar. Die Energieumwandlung führt zu hohen Verlusten.

Wasserstoff-Verbrennungsmotor

Mehrere Hersteller von Verbrennungsmotoren haben Motoren für den Betrieb mit reinem Wasserstoff angepasst. Diese Motoren sind für stationäre Anlagen, Generatoren und den Bahnverkehr vorgesehen.

eFuels

Im sogenannten Power-to-Liquid- (PtL)-Verfahren wird aus Strom durch Elektrolyse Wasserstoff erzeugt. Dieser wird mit Kohlendioxid vermischt und im Fischer-Tropsch-Verfahren chemisch verflüssigt. Dadurch entsteht synthetischer Kraftstoff, der zu eFuels, Heizöl, Diesel, Kerosin etc. weiterverarbeitet werden kann. Werden eFuels aus regenerativer Energie hergestellt, dann sind sie klimaneutral und somit eine Lösung, um fossile CO₂-Emissionen zu vermeiden. Durch eFuels können sowohl neue als auch alte Fahrzeuge klimaneutral betrieben werden. Weltweit gibt es 1,4 Mrd. Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor – mit eFuels werden sie klimaneutral.

Wie viel Leistung brauchen wir wirklich?

Oft haben landwirtschaftliche Traktoren und Erntemaschinen unnötig viel Motorleistung, um die Arbeit zu erledigen. Sie sind vielfach zu groß, zu breit und zu schwer. Dadurch verursachen sie hohe Bodenverdichtungen und sind meist nicht so energieeffizient wie kleinere Traktoren. Der Kraftstoffbedarf in l/ha für kleinere Traktoren ist geringer als jener von größeren. Beispiel Bodenbearbeitung: mit Pflug: 40 l/ha für 92 kW Traktor – 32 l/ha für 59 kW Traktor, mit Grubber: 23 l/ha bei 92 kW Traktor – 18 l/ha bei 59 kW Traktor. Daher sollte eine Trendwende zurück zu vernünftigen Größen und



Foto: © Ewald Luger

Bei Power-to-Liquid- (PtL)-Verfahren wird aus Strom durch Elektrolyse Wasserstoff erzeugt – Wasserstoff-Verbrennungsmotor

Motorleistungen erfolgen. Der Einsatz mehrerer kleinerer Traktoren erfordert aber auch mehrere Traktorfahrer, oder aber einen fahrerlosen und autonomen Einsatz von Traktoren.

Dass es energiesparende Praktiken und Einsparungspotential gibt, das zeigen die Amisch Farmer in den USA. Sie arbeiten mit geringem PS Einsatz. Wir hingegen haben verlernt, energiesparende Techniken einzusetzen und weiterzuentwickeln. Deshalb sollte der Leistungsbedarf von Traktoren kritisch diskutiert werden und mehr Forschung im Bereich energiesparender Techniken und Werkzeuge erfolgen. Energieeffizienten Antrieben gehört die Zukunft.

Selbständiges Arbeiten in kleinen Einheiten

Für selbständiges Arbeiten in kleinen Einheiten und auch in Schwärmen ist der Fendt Xaver konzipiert. Er ist ein

kleiner elektrischer Feldroboter. Mehrere dieser Roboter arbeiten völlig autonom, effizient und mit hoher Präzision in einem Schwarm zusammen. Der Grundgedanke ist Vereinfachung, wenige Sensoren, robuste Steuerung und eine klare Struktur.

Der FarmDroid ist ein ein Aussaat- und Hackroboter mit Solarantrieb. Er speichert die exakte Position der Saatgutablage und ermöglicht damit eine punktgenaue mechanische Unkrautbekämpfung. Bis zu 24 Stunden täglicher CO₂-neutraler Betrieb ist bei ausreichend Sonneneinstrahlung möglich.

Für selbständiges und autonomes Arbeiten von Traktoren und Feldrobotern sind derzeit die notwendigen Sicherheitsanforderungen in Ausarbeitung. Ob Flächen für den Betrieb autonomer Feldroboter eingezäunt werden müssen, ist noch in Diskussion. Eine Beschilderung „Sperrgebiet“ oder „Vorsicht“ – Autonome land-



Foto: © Elisabeth Luger

Amisch Farmer bei der Silomaisenernte – Transport von Häckselgut mit 4 PS

Beschilderung für selbständiges und autonomes Arbeiten von Traktoren und Feldrobotern



Foto: ©FJ – BLT Wieselburg

wirtschaftliche Arbeiten im Gange" ist wohl eine Minimalanforderung. Ein geringes Sicherheitsrisiko besteht bei autonomen Feldrobotern mit einer Fahrgeschwindigkeit unter 1.000 m/h und einem Gewicht unter 1.000 kg.

Ausstieg aus fossiler Energie in der Landtechnik – können wir das?

Annahmen und Berechnungen zum Ausstieg aus fossiler Energie in der Landtechnik bis zum Jahr 2050 zeigen, dass in Summe 33 % des Energiebedarfs in der Landtechnik von 2020 (Jahr 2020 Basis 100 %) eingespart werden kann. Rund 8 % der Energie wird in Form von Wasserstoff für Traktoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle bzw. mit Wasserstoff-Verbrennungsmotoren umgesetzt werden, 25 % des Kraftstoffverbrauchs in der Landtechnik wird unmittelbar durch elektrische Energie ersetzt und die verbleibenden 34 % wird der Bedarf an nicht fossilem Diesel sein.

Diese 34 % nicht fossiler Diesel könnten zu 24 % eFuels, zu 2 % Biomethan, zu 6 % Biokraftstoffe der zweiten Generation und zu 2 % Pflanzenöle und Biomethylester sein. Eine Schlüsselrolle wird dem Einsatz von eFuels zukommen, insbesondere dann, wenn Klimaneutralität für landwirtschaftliche Traktoren und Maschinen in Österreich bis 2040 erreicht werden soll.

Da Wasserstoff (8 %) über Elektrolyse aus elektrischem Strom hergestellt wird und eFuels aus Wasserstoff (24 %) hergestellt werden und damit ebenso aus Strom und 25 % des Kraftstoffverbrauchs in der Landtechnik unmittelbar durch elektrische Energie ersetzt wird, beträgt der Gesamtanteil an elektrischer Energie im Jahr 2050 insgesamt 57 %. Im Jahr 2050 wird der Energiebedarf in der Landtechnik (Jahr 2020 Basis 100 %) zu 85 % mit elektrischer Energie und zu 15 % mit Biokraftstoffen abgedeckt.

Ausstieg aus fossiler Energie in der Landtechnik – ja, wir können!

Im Jahr 2020 wurden von der österreichischen Landwirtschaft rund 250 Mio. Liter Diesel verbraucht. Nimmt man eine Energieeinsparung von 33 % im Jahr 2050 an, dann werden 67 % oder 168 Mio. Liter Diesel äquivalenter Kraftstoff im Jahr 2050 benötigt. Davon entfallen 85 % oder

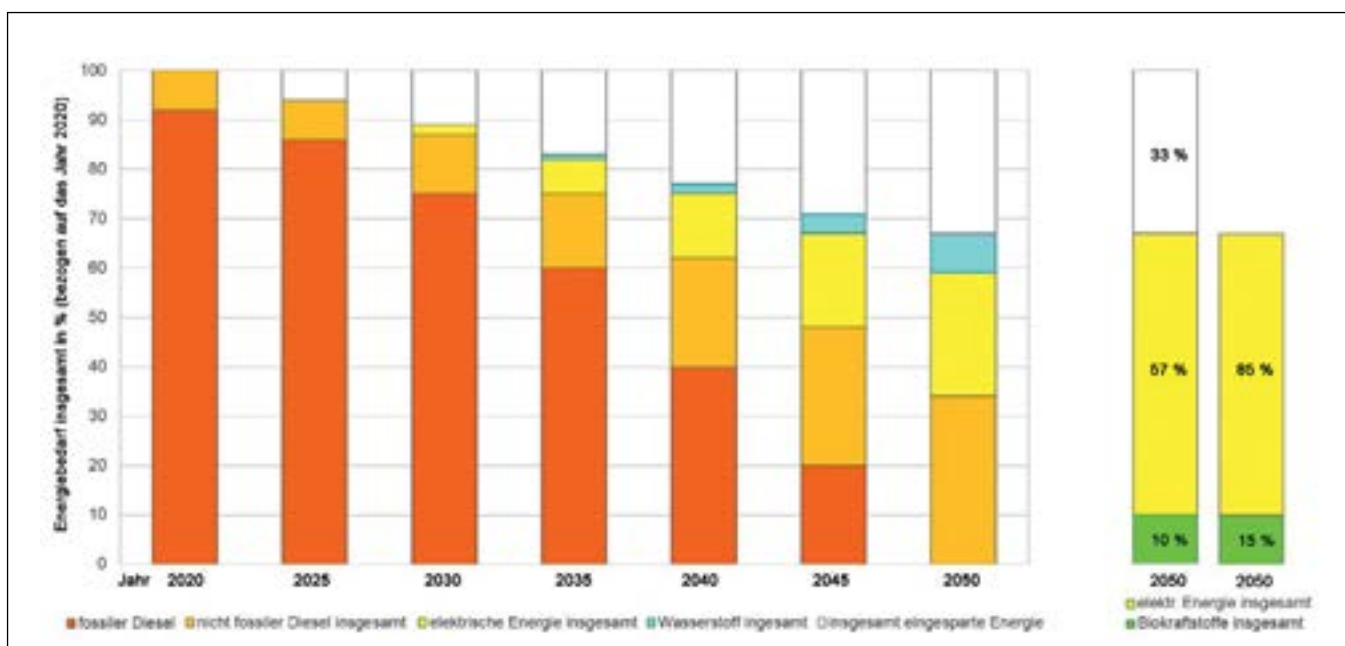
143 Mio. Liter auf Diesel-äquivalente elektrische Energie und 15 % oder 25 Mio. Liter auf Biokraftstoffe insgesamt (Pflanzenöle, Biomethylester, Biokraftstoffe der zweiten Generation, Biomethan ...).

Der erforderlicher Strombedarf zum Betrieb von Traktoren mit elektrischen Alternativen (eFuels, batterieelektrisch, Wasserstoff) wird für das Jahr 2050 mit 750 Mio. kWh abgeschätzt. Die durchschnittliche Stromproduktion des Donau-Wasserkraftwerks Ybbs-Persenbeug beträgt 1.300 Mio. kWh/Jahr. Im Jahr 2020 erzeugten die 225 Windenergieanlagen in 19 Ortschaften des Burgenlandes rund 1.000 Mio. kWh elektrischen Strom. Im selben Jahr hatten alle in Niederösterreich installierten 48.000 Photovoltaikanlagen eine installierte Leistung von 480 MW und erzeugten zusammen rund 480 Mio. kWh an Strom.

Die Berechnungen zeigen, dass der zusätzliche Strombedarf, der durch den Ausstieg aus fossiler Energie in der Landtechnik zu erwarten ist, abzudecken ist und dass insgesamt ein Ausstieg aus fossilen Kraftstoffen in der Landtechnik möglich ist.

Der Trend zu Hightech, digital, elektrisch birgt die große Gefahr, dass Stromausfälle oder Terroranschläge etc. die Ernährung der Bevölkerung nicht mehr sicherstellen können. Hoffentlich kommt ein Worst-Case-Szenario nie zustande. Hightech ist riskant.

Diagramm Ausstieg aus fossiler Energie in der Landtechnik



unserhof

01/2022

MAGAZIN FÜR HOFÜBERNEHMER
IM BÄUERLICHEN FAMILIENBETRIEB



Kooperationen als Weg in die Zukunft

Seite 06

Aufbruch zur klimaverträglichen Landtechnik

Seite 66

Gratis
T-Shirt
zum Abo
[blickinsland.at/
magazine/
unserhof/](http://blickinsland.at/magazine/unserhof/)