

# **Alternative Antriebssysteme**

## **Wo geht die Reise hin?**

Alternative Antriebssysteme – Wo geht die Reise hin?  
Webinar am 02. Dezember 2022  
Ewald Luger

## Überblick

- Bis 2040 Klimaneutralität für landw. Traktoren und Maschinen
- Kraftstoffeffizienter und CO<sub>2</sub> neutraler Betrieb
- Biokraftstoffe, Methylester, Beimischungen zu fossilem Diesel
- Biokraftstoffe der zweiten Generation
- Methanbetriebene Traktoren
- Traktoren mit Hybridantrieb
- Elektrisch angetriebene Geräte
- Batterie elektrische Traktoren
- Traktoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle
- Verbrennungsmotor durch eFuels CO<sub>2</sub> neutral
- Wie viel Leistung brauchen wir wirklich?
- Selbständiges Arbeiten in kleinen Einheiten

**Ausstieg aus fossilen Energieträgern  
in der Landtechnik  
Können wir das wirklich?**

## Aus für neue Verbrennungsmotoren in EU

- im Kampf gegen den Klimawandel sollen in Europa ab 2035 keine neuen Autos mit Verbrennungsmotoren mehr auf den Markt kommen
- bis 2030 sollen Autohersteller den CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Flottenschnitt auf 45 Gramm CO<sub>2</sub>/km senken
- Ziel Österreich: bis 2040 Klimaneutralität für landw. Traktoren und Maschinen



Quelle: Ewald Luger

## Bis 2040 Klimaneutralität für landw. Traktoren und Maschinen

- Ziel Österreich: bis 2040 Klimaneutralität für landw. Traktoren und Maschinen
- Traktoren und selbstfahrende Erntemaschinen werden im Gegensatz zu Pkws oder Lkws nicht alle 5 bis 10 Jahre durch neue ersetzt, sondern nur alle 10 bis 25 Jahre
- alternative Antriebssysteme sind in Entwicklung und um 2030 auch in Mengen verfügbar



Quelle: Ewald Luger



## Kraftstoffeffizienter und CO<sub>2</sub> neutraler Betrieb

- Effizienzsteigerung des Dieselmotors auf 50 % möglich
- Diesel-Elektro-Hybridantrieb
- der Verbrennungsmotor ist auch in Zukunft eine robuste, zuverlässige und kostengünstige Lösung
- durch erneuerbare Kraftstoffe CO<sub>2</sub> neutraler Betrieb möglich

Bosch Mobility Solutions

<https://www.youtube.com/watch?v=K357ndwqiMg>

EN | Bosch Diesel technology, 25.09.2020, 3:33 min



Quelle: Ewald Luger

## Biokraftstoffe, Methylester, Beimischungen zu fossilem Diesel

- Pflanzenölkraftstoff erfordert Motormodifikationen
- Kondensation von Wasser ist Problem bei Common-Rail-Einspritztechnik
- Kosten von Rapsöl / Liter
- Sojaöl um 10 Cent / l billiger
- Palmöl um 20 Cent / l billiger
- gesetzliche Beimischung von 7 Vol. % Biodiesel führt zur Abholzung des Regenwaldes





# Biokraftstoffe, Methylester, Beimischungen zu fossilem Diesel

## B10 Diesel

- fossilem Diesel wird bis zu 10 % Biodiesel beigemischt

## B100 Diesel

- 100 % Biodiesel

## E85 Benzin

- fossilem Benzin wird 85 % Bioethanol beigemischt
- Herstellung von Bioethanol aus Zuckerrohr, Zuckerrübe, Getreide, Kartoffeln, Mais, ...



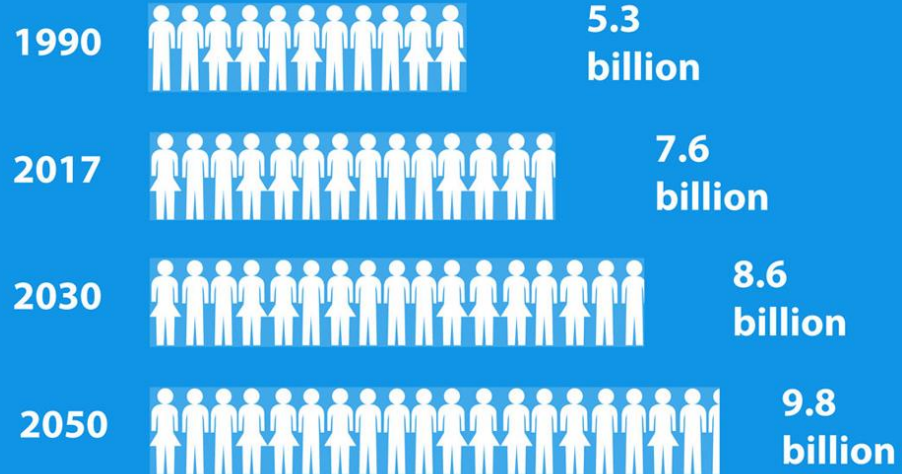
Quelle: Kerstin Luger

## Biokraftstoffe, Methylester, Beimischungen zu fossilem Diesel

- Anbauflächen sind nicht unbegrenzt verfügbar
- **Konflikt Anbauflächen für Lebensmittel oder Treibstoff**
- wachsende Weltbevölkerung
- abnehmende Anbaufläche
- sinkende Erträge durch zunehmende Wasserknappheit, Temperaturerhöhung, immer unfruchtbarere Böden oder gar tote Böden

### World Population

*Projected world population*



Quelle: United Nations Department of Economic and Social Affairs - modifiziert



## Biokraftstoffe der zweiten Generation

- pflanzliche Abfälle, landw. Reststoffe, Hackschnitzel, Altspeiseöl, ...
- zum Beispiel Weizenstroh
- kein Konflikt zwischen Nahrung und Treibstoff
- rund 160 Liter Bioethanol können aus in einem Ballen Maisstroh hergestellt werden
- mischbar mit Benzin für den Einsatz in Ottomotoren



Source: Ewald Luger

## Biokraftstoffe der zweiten Generation

### HVO Diesel

- HVO steht als Abkürzung für **H**ydrogenated **V**egetable **O**ils (hydrierte Pflanzenöle)
- HVO ist ein synthetisch hergestellter Kraftstoff der hauptsächlich aus pflanzlichen und tierischen Öl- und Fettabfällen der Lebensmittelindustrie gewonnen wird
- Öle und Fette werden durch Wasserstoffzugabe in Kraftstoff umgewandelt

### R33 Diesel

- besteht zu 33 % aus biogenen Rohstoffen - davon sind 26 % hydriertes Pflanzenöl (HVO) aus Reststoffen wie Altspeisefett und 7 % Biodiesel aus Altspeiseöl
- die restlichen 67 % sind hochwertiger fossiler Dieselkraftstoff

Ein Nachteil von Biokraftstoffen der zweiten Generation sind die hohen Kosten.

## Methanbetriebene Traktoren

- New Holland hat 2019 den weltweit ersten Serientraktor mit Methanantrieb vorgestellt
- Erdgas hat einen Methangehalt von 89 % bis 98 % und Biogas von etwa 52 % bis 65 %
- Landwirte können aus Energiepflanzen und landwirtschaftl. Abfällen Biomethan herstellen

New Holland methane powered tractor  
<https://www.youtube.com/watch?v=xgn5lqze-9M>  
T6.180 Methane Power. Powered by Nature, 10.11.2019, 1:36 min



Quelle: <https://agriculture.newholland.com/> - modifiziert



# Traktoren mit Hybridantrieb – Schritte der Entwicklung

nach 

## Schritt 1 – Mild-Hybrid

- Verkleinerung des Dieselmotors
- kleiner Elektromotor für Spitzenleistung
- Batterieladung wenn Diesel im unteren Leistungsbereich
- maximal 20 kW elektrische Leistung für den Antrieb von Anbaugeräten

## Schritt 2 – Vollhybrid

- Verkleinerung des Dieselmotors
- zusätzlicher Elektromotor für voll-elektrisch angetriebene Vorderachse
- Batterieladung wenn Diesel im unteren Leistungsbereich und Rekuperation
- maximal 20 kW elektrische Leistung für den Antrieb von Anbaugeräten
- für kurze Strecken vollelektr. Antrieb
- Leistungsübertragung beim Schalten

Quelle: <https://www.avl.com>

# Traktoren mit Hybridantrieb

## Steyr Hybrid Drivetrain Konzept

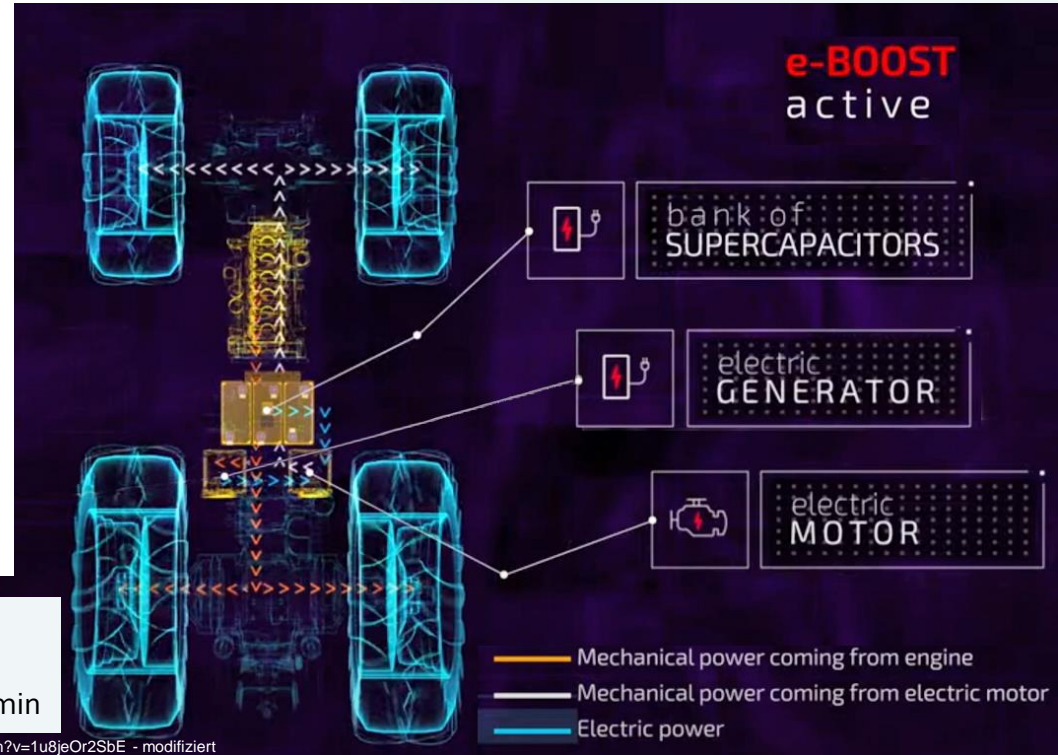
- Dieselmotor
- Stromgenerator
- Block von Superkondensatoren
- Elektromotor
- e-Boost bei Bedarf, z.B. bei Fahrt bergauf oder bei Ausfahrt aus einem Kreisverkehr

STEYR Hybrid Drivetrain Concept (Austria)

<https://www.youtube.com/watch?v=1u8jeOr2SbE>

STEYR Hybrid Drivetrain - e-Boost, 24.03.2022, 2:22 min

Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=1u8jeOr2SbE> - modifiziert



## Traktoren mit Hybridantrieb

### Landini REX4 Electra

ein kompakter Hybridtraktor mit einem 110 PS Dieselmotor der über einen Generator und eine Batterie die elektrisch betriebene Vorderachse antreibt. Durch Power-Managementsystem mehr Kraftstoffeinsparung, besserer Lenkwinkel und mehr Stabilität.

Landini Rex4 Electra

<https://www.youtube.com/watch?v=YixC8iR7r5E&t=34s>

Landini Rex4 Electra - Evolving Hybrid, 11.11.2020, 0:49 min



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=YixC8iR7r5E&t=34s> - modifiziert



# Traktoren mit Hybridantrieb

## Lemken & Krone Hybrid Traktor

- autonome Verfahrens-  
Technische Einheit (VTE)
- Diesel-Elektrischer Antrieb mit  
170 kW Leistung
- elektrischer Radantrieb
- elektrischer Zapfwellenantrieb

<https://combined-powers.com>



Lemken & Krone Autonomous Tractor Unit (Germany)  
<https://www.youtube.com/watch?v=02KFeUxRqu0&t=46s>  
New Lemken & Krone Tractor Unit, 20.03.2022, 2:15 min

Source: <https://www.youtube.com/watch?v=02KFeUxRqu0&t=46s> - modified

# Traktoren mit Hybridantrieb

## AUGA Biomethan Hybrid-Traktor

- weltweit erster hybrider Biomethan-Elektrotraktor für den professionellen Einsatz
- kann die Arbeit eines 400-PS-Dieseltraktors erledigen
- 12 h Arbeitszeit pro Gaskartusche

<https://auga.lt/en/>

AUGA - hybrid biomethane and electric tractor (Lithuania)

<https://www.youtube.com/watch?v=YkPhJRdXDOs>

AUGA M1 - hybrid biomethane tractor, 20.10.2021, 4:49 min



## Elektrisch angetriebene Geräte

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

### Fendt X Concept

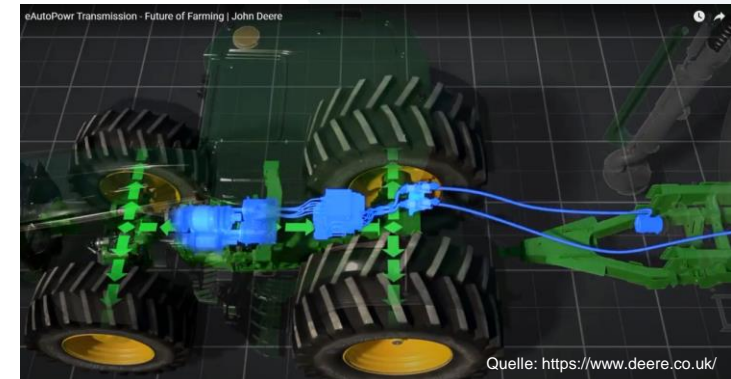
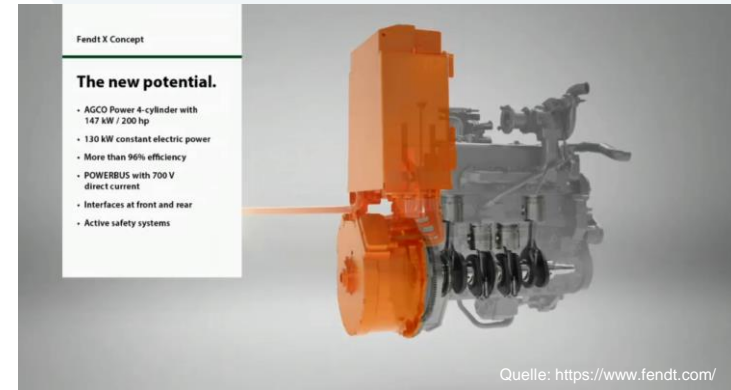
- 700 V DC (Direct Current) Gleichstrom
- Wechselrichter sind auf dem Gerät

### John Deere eAutoPowr Transmission

- 480 V AC (Alternating Current) Wechselstrom
- Wechselrichter sind auf dem Traktor

## DC versus AC - auf Gerät versus auf Traktor

Eine Einrichtung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft

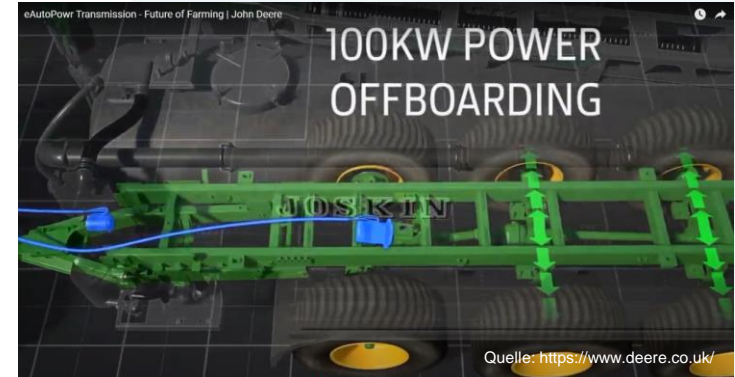




## Elektrisch angetriebene Geräte



access to official video on Fendt homepage  
[https://www.fendt.com/uk/page\\_916\\_web\\_en-GB](https://www.fendt.com/uk/page_916_web_en-GB)  
Fendt X Concept, unknown, 3:02 min



John Deere - eAutoPower  
<https://www.youtube.com/watch?v=edhZn48RZJc>  
eAutoPower Transmission - Future of Farming | John  
Deere, 10.02.2020, 1:39 min

**Über Zapfwelle, hydraulisch oder elektrisch angetriebene Geräte?**  
**Es ist eine Art Henne oder Ei - Problem.**

## Batterie elektrische Traktoren – Schritte der Entwicklung

nach 

### Schritt 1 – Vollelektrisch mit heutigen Antriebsgetrieben

- Batterie System anstelle Dieselmotor
- **Verwendung heutiger Antriebsgetriebe  
(Aufbau des Traktors bleibt unverändert)**
- Vorder- und Hinterachse komplett unabhängig voneinander angetrieben
- hohe elektr. Leistung für Anbaugeräte
- elektrische Einsatzdauer im praktischen Einsatz von rund 5 Stunden

### Schritt 2 – Vollelektrisch mit neuer Traktorstruktur

- Batterie System anstelle dem heutigen Antriebsstrang
- **Aufbau einer komplett neuen Traktorstruktur**
- hohe elektr. Leistung für Anbaugeräte
- elektrische Einsatzdauer im praktischen Einsatz von rund 9 Stunden

Quelle: <https://www.avl.com>

## Batterie elektrische Traktoren

### Volkswagen AG – e-Traktor für Afrika

- Nennleistung: 27 PS (20 kW)
- Batterie: 32 kWh Lithium-Eisenphosphat
- Batterie-Schnellwechselsystem - leere Batterie wird durch volle ausgetauscht
- Produktion in Ruanda geplant

Dieselmotor wurde durch einen Elektromotor ersetzt

Gen.Farm electric tractor – Germany and Rwanda  
[https://mobile.twitter.com/Herbert\\_Diess/status/1417124386616848386](https://mobile.twitter.com/Herbert_Diess/status/1417124386616848386), date of publishing 19.07.2021, 00:32 min



Source: <https://uploads.wmms.de/system/production/media/073/892/images/-modified>



## Batterie elektrische Traktoren

### Rigitrac SKE 40 Electric

- Nennleistung: 40 kW (64 kW peak)
- Batterie: 58 kWh Lithium-Ionen
- Erhältlich: 2023 angekündigt

<https://www.rigitrac.ch/>

je ein Elektromotor für Fahrantrieb,  
für den Antrieb der Heckzapfwelle,  
Frontzapfwelle und der Hydraulik

Rigitrac battery electric tractor (Switzerland)

<https://www.youtube.com/watch?v=nHXMx3q-xyg>

Rigitrac «SKE 50 Electric», 22.08.2019, 4:17 min



Quelle: <https://www.rigitrac.ch/> - modifiziert

## Batterie elektrische Traktoren

### ZY Elektrik Tractor

- Nennleistung: 97 kW (132 PS)
- Batterie: 95 kWh
- Erhältlich: Serienstart 2022

<https://www.zyelektrikli.com/>

in Entwicklung sind E-Traktoren  
mit 220 PS und 320 PS

ZY Electric Tractor - Turkey

<https://www.youtube.com/watch?v=2ljaCryjvqU>

ZY Elektrikli Traktor Official Video, 03.02.2022, 00:32 min



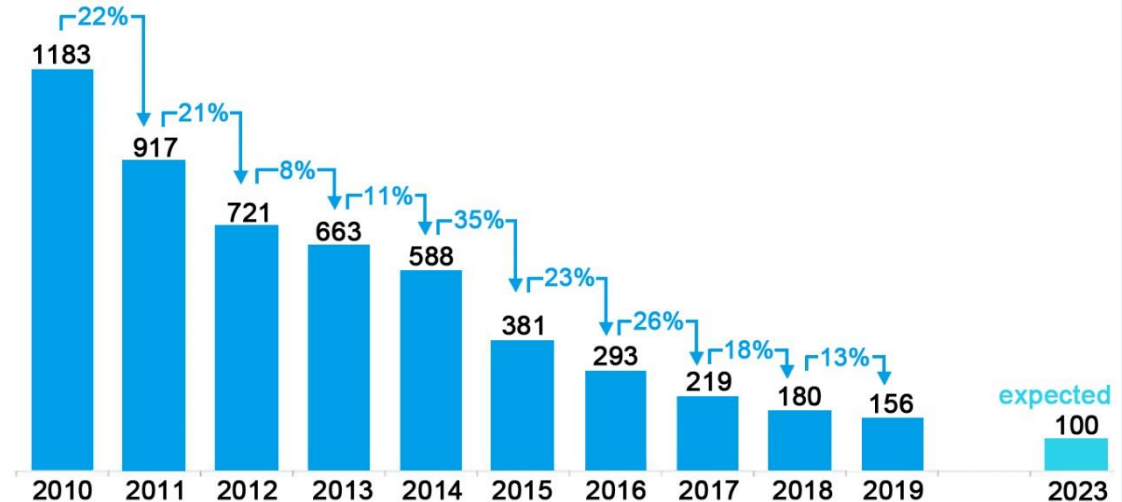
Quelle: <https://www.zyelektrikli.com/> - modifiziert

## Batterie elektrische Traktoren – Schlüsselpunkt Batteriepreis

- in 10 Jahren Kosten einer Lithium-Ionen-Batterie um fast 90 % gesunken
- in Entwicklung sind Lithiumbatterien die, weil sie weniger seltene Materialien verwenden, noch billiger werden
- revolutionäre Batterien in Entwicklung die Lithium-Ionen-Batterien ersetzen

Lithium-ion battery price survey results: Volume-weighted average

Battery pack price (real 2019 \$/kWh)



Source: <https://insideevs.com/news/386024/bloombergnef-battery-prices-156-kwh-2019/> - modified



## Batterie elektrische Traktoren – Schlüsselpunkt Batteriekapazität

- es ist nicht wirklich notwendig die Batteriekapazität des Traktors für eine Arbeitszeit von 8 bis 12 h auszulegen
- Batterie-Schnellwechselsysteme ermöglichen eine leere Batterie in wenigen Minuten durch eine vollständig geladene Batterie zu ersetzen
- leere Batterie am Feldrand an Windkraft- oder Solarstrom-Ladestation aufladen
- zusätzliche Batterien können herkömmliche Ballastgewichte ersetzen, beispielsweise ein Frontballastgewicht
- diese zusätzlichen Batterien können auch doppelt genutzt werden – sie können auch als stationärer Stromspeicher im Hofbereich verwendet werden
- in Entwicklung sind neue Technologien für Batterien (Salt, Ambri, ...) welche eine höhere Batteriekapazität haben

## Batterie elektrische Traktoren – Schlüsselpunkt Batterieladezeit

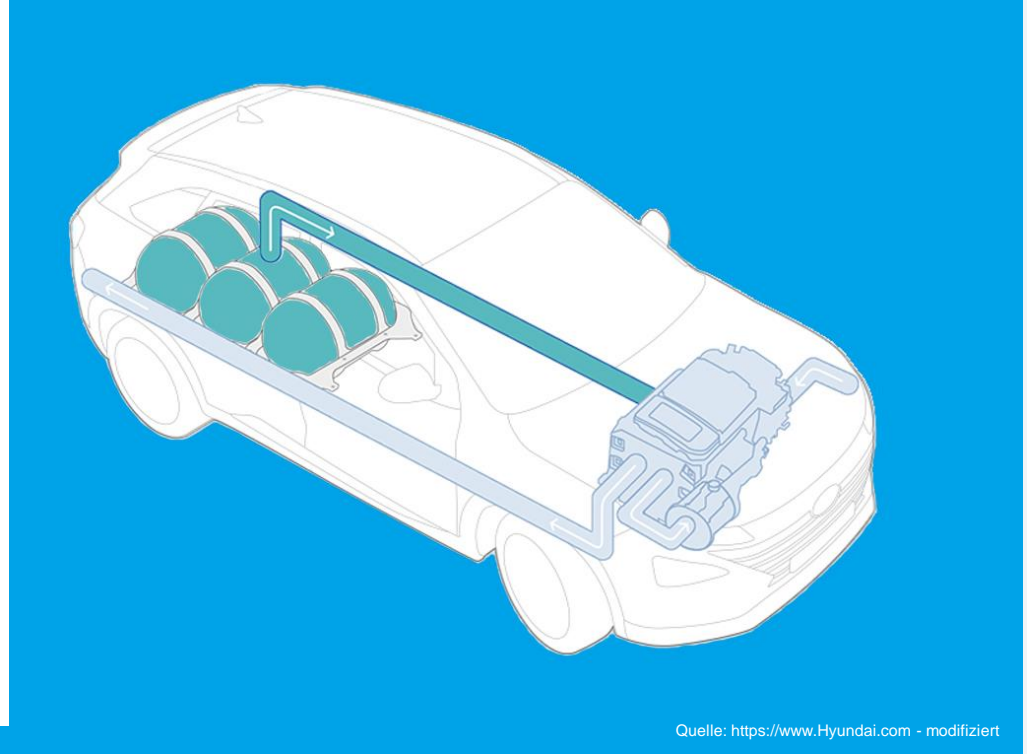
- heute dauert das Normalladen von Lithium-Ionen-Batterien 5 bis 8 Stunden
- heute dauert das Schnellladen von Lithium-Ionen-Batterien 1 bis 2 Stunden um auf 80 % der vollen Ladung aufzuladen
- Schnellladen auf 80 % voll bereits in einigen Jahren in 10 bis 15 min möglich
- Salzbatterien versprechen schnelle Ladezeiten, eine Schnellladung soll in weniger als 10 Minuten möglich sein ohne die Lebensdauer der Batterien zu verkürzen



Source: FJ – BLT Wieselburg

## Traktoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle

- Wasserstofftanks und Brennstoffzellen sind leichter als Batterien
- Wasserstoff kann in wenigen Minuten aufgetankt werden
- 700 bar Druck im Wasserstofftank
- Wasserstoff ist hochexplosiv
- Hyundai Nexo ist ein brennstoffzellenbetriebenes E-Auto
- MPREIS stellt seine Lkw-Flotte auf Brennstoffzellenfahrzeuge um - firmeneigene H<sub>2</sub>-Tankstelle



Quelle: <https://www.Hyundai.com> - modifiziert



# Traktoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle

## EOX H2trac EXO - 175

- Nennleistung: rund 130 kW
- Wasserstoff Brennstoffzelle
- Erhältlich: in Entwicklung

<https://www.e-ox.nl/>



EOX H2trac EXO - 175 (The Netherlands)

<https://www.youtube.com/watch?v=PG8OkUHOx-A>

EOX Groene zomer door 100% H<sub>2</sub>O, 18.06.2021, 1:58 min

Quelle: <https://www.e-ox.nl/> - modifiziert

## Traktoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle – Schlüsselpunkte

- Wasserstoff kann durch Elektrolyse von Wasser durch elektrochemische Spaltung in Wasserstoff ( $H_2$ ) und Sauerstoff ( $O_2$ ) hergestellt werden.
- Elektrolyse vorzugsweise mit erneuerbarem Strom aus Sonne, Wind, ...
- Der Wirkungsgrad des Elektrolyseprozesses liegt bei bis zu 75 %.
- Wasserstoff kann auch aus Erdgas hergestellt werden. Beim Cracken von Methan ( $CH_4$ ) wird es in die Bestandteile Wasserstoff ( $H_2$ ) und Kohlenstoff (C) zerlegt.
- Gasförmiges  $H_2$  ist aufgrund der geringen volumetrischen Dichte nicht praktikabel. Es muss komprimiert und gekühlt werden. Dieser Prozess ist zu etwa 90 % effizient.
- Flüssigwasserstoff benötigt etwa die 5-fache Tankgröße im Vergleich zu Diesel.
- Eine Brennstoffzelle wandelt  $H_2$  wieder in elektrische Energie um.
- Der Wirkungsgrad von Brennstoffzellen ist derzeit in mobilen Anwendungen 60 %.

# Traktoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle – versus Batterie elektrisch

## Wasserstoff-Brennstoffzellen-elektrisch

- 100 Watt Strom aus einer erneuerbaren Quelle wie einer Windkraftanlage
- Wirkungsgrad der Elektrolyse 75 %
- Kompression, Kühlung und Transport sind zu 90 % effizient
- Wirkungsgrad der Brennstoffzelle 60 %
- Wirkungsgrad Elektroantrieb 95 %
- rund 38 Watt von 100 Watt nutzbar  
hohe Verluste der Energieumwandlung

## Batterie elektrisch

- 100 Watt Strom aus einer erneuerbaren Quelle wie einer Windkraftanlage
- Wirkungsgrad der Netzversorgung 95 %
- Laden und Entladen eines Lithium-Ionen-Akkus ist zu 90 % energieeffizient
- Wirkungsgrad Elektroantrieb 95 %
- rund 80 Watt von 100 Watt nutzbar

Hydrogen fuel cell electric – versus battery electric  
<https://www.youtube.com/watch?v=ls8QjJzRfog>  
Hydrogen Cars Are Taking Over Electric!, 15.06.2021, 8:05 min

## Verbrennungsmotor durch eFuels CO<sub>2</sub> neutral

- Herstellung von eFuels im Power-to-Liquid (PtL) Verfahren
- aus erneuerbarem Strom wird durch Elektrolyse Wasserstoff (H<sub>2</sub>) erzeugt
- H<sub>2</sub> wird mit Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) vermischt und im Fischer-Tropsch-Verfahren chemisch verflüssigt
- dadurch können Diesel, Methanol, usw. synthetisch hergestellt werden
- **Wasserstoff- Verbrennungsmotoren in Entwicklung - H<sub>2</sub> anstelle Diesel**

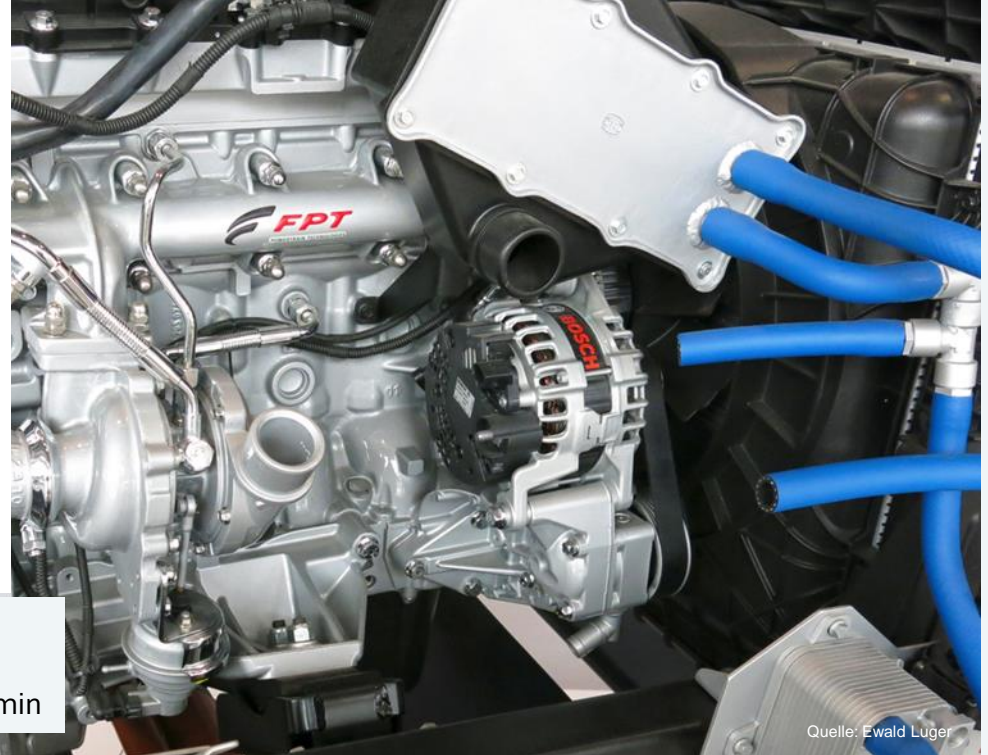


Quelle: Ewald Luger



## Verbrennungsmotor durch eFuels CO<sub>2</sub> neutral

- eFuels sind synthetische Kraftstoffe
- eFuels aus erneuerbarem Strom hergestellt sind Kraftstoffe ohne fossile CO<sub>2</sub>-Emissionen
- eFuels können neue und alte Fahrzeuge klimaneutral machen
- weltweit gibt es 1,4 Mrd. Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor - mit eFuel werden sie klimaneutral



Bosch Mobility Solutions

<https://www.youtube.com/watch?v=6xCZ4DM5upo>

EN | Bosch is committed to using eFuels, 25.09.2020, 2:28 min

Quelle: Ewald Luger

## Verbrennungsmotor durch eFuels CO<sub>2</sub> neutral

- Ziel ist die Klimaneutralität in 2040

### Verbrennungsmotor CO<sub>2</sub> neutral durch:

- Pflanzenölkraftstoffe, Methylester, Biokraftstoffe aus Altspeiseöl, landw. Reststoffen, tierischen Fetten, Stroh, Hackschnitzeln, ...
- Biomethan aus Biogas von Bioabfall, landw. Reststoffen, Stalldung, Gülle ..
- eFuel aus grünem Wasserstoff
- Wasserstoff-Verbrennungsmotor



Quelle: Ewald Luger

## Wie viel Leistung brauchen wir wirklich?

- oft haben landw. Traktoren und Erntemaschinen unnötig viel Motorleistung, um die Arbeit zu erledigen
- sie sind zu groß, zu breit, zu schwer
- hohe Bodenverdichtung
- sie sind oft nicht so energieeffizient wie kleinere
- zurück zu vernünftigen Größen und Motorleistungen



Quelle: Ewald Luger



## Wie viel Leistung brauchen wir wirklich? – zurück zu vernünftigen Werten

- moderate Größen von Traktoren und Maschinen
- minimale Bodenverdichtung
- minimale Bodenbearbeitung wo immer möglich
- minimales Zerkleinern und Schneiden
- fruchtbaren Boden erhalten
- nachhaltige landwirtschaftliche Produktion
- **Forschung energiesparende Techniken und Werkzeuge**

### Kraftstoffverbrauch bei der Bodenbearbeitung

40 l/ha	konventionell mit Pflug	92 kW Traktor
32 l/ha	konventionell mit Pflug	59 kW Traktor
23 l/ha	konventionell mit Grubber	92 kW Traktor
18 l/ha	konventionell mit Grubber	59 kW Traktor
18 l/ha	Mulchsaat	92 kW Traktor
12 l/ha	Mulchsaat	59 kW Traktor
27 l/ha	integriert (Pflug nach 4 Jahren)	92 kW Traktor
21 l/ha	integriert (Pflug nach 4 Jahren)	59 kW Traktor



Quelle: Gerhard Moitzi, BOKU



## Wie viel Leistung brauchen wir wirklich? – energiesparende Praktiken

- Amische Farmer arbeiten mit geringem PS Einsatz
- wir haben verlernt, energiesparende Techniken einzusetzen und weiterzuentwickeln
- Leistungsbedarf von Traktoren kritisch analysieren und diskutieren
- energieeffizienter Antrieb
- elektrisch betriebene Landmaschinen bieten neue Möglichkeiten zum Energiesparen



Quelle: Elisabeth Luger

## Autonomes Arbeiten in kleinen Einheiten – Traktorfahrer optional

### Monarch Tractor - erhältlich

- alles elektrisch
- Fahrer optional
- praktikable Intelligenz
- kann vorhandene Geräte nutzen
- mit autonomen Funktionen auch für Flotte bzw. Schwarm
- für 24/7-Betrieb



Monarch Tractor (US)

<https://www.youtube.com/watch?v=uzqMUHlxbys>

Monarch Tractor Launch Trailer 2020, 25.02.2021, 1:58 min

Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=uzqMUHlxbys>

## Autonomes Arbeiten in kleinen Einheiten - Roboter mit Solarantrieb

### FarmDroid - erhältlich

- Feldroboter mit Solarantrieb
- Aussaat- und Hackroboter
- speichert die exakte Position der Saatgutablage und damit eine punktgenaue mechanische Unkrautbekämpfung
- bis zu 24 h täglicher CO<sub>2</sub>-neutraler Betrieb



Farmdroid seeding and weeding robot (Denmark)  
<https://www.youtube.com/watch?v=Zlqguf1J-38>  
Farmdroid FD20, 22.10.2020, 1:22 min

Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=Zlqguf1J-38>

## Ausstieg aus fossiler Energie in der Landtechnik

- Ziel ist bis 2040 Klimaneutralität für landw. Traktoren und Maschinen in Österreich
- zur Erreichung dieses Zieles wird der Verbrennungsmotor, betrieben mit Biokraftstoffen, Biomethan, eFuels (aus grünem Strom über H<sub>2</sub> synthetisch hergestelltem Diesel, Methanol, usw.) oder als Wasserstoff-Verbrennungsmotor die wichtigste Antriebstechnik darstellen
- eFuels werden 2040 bei Traktoren und selbstfahrenden Erntemaschinen wohl der wichtigste Energieträger sein - auch CO<sub>2</sub> neutrale Nutzung alter Traktoren möglich
- Die meisten leistungsstarken neuen Traktoren und Erntemaschinen werden Hybrid-Traktoren sein. Sie werden 2/3 bis 3/4 der Energie aus dem Kraftstoff- bzw. Methan-gastank und 1/3 bis 1/4 der Energie aus der Fahrbatterie entnehmen. Das hängt vom Preis für eFuel, Biomethan bzw. den Kosten von am Hof selbst erzeugtem Strom ab.



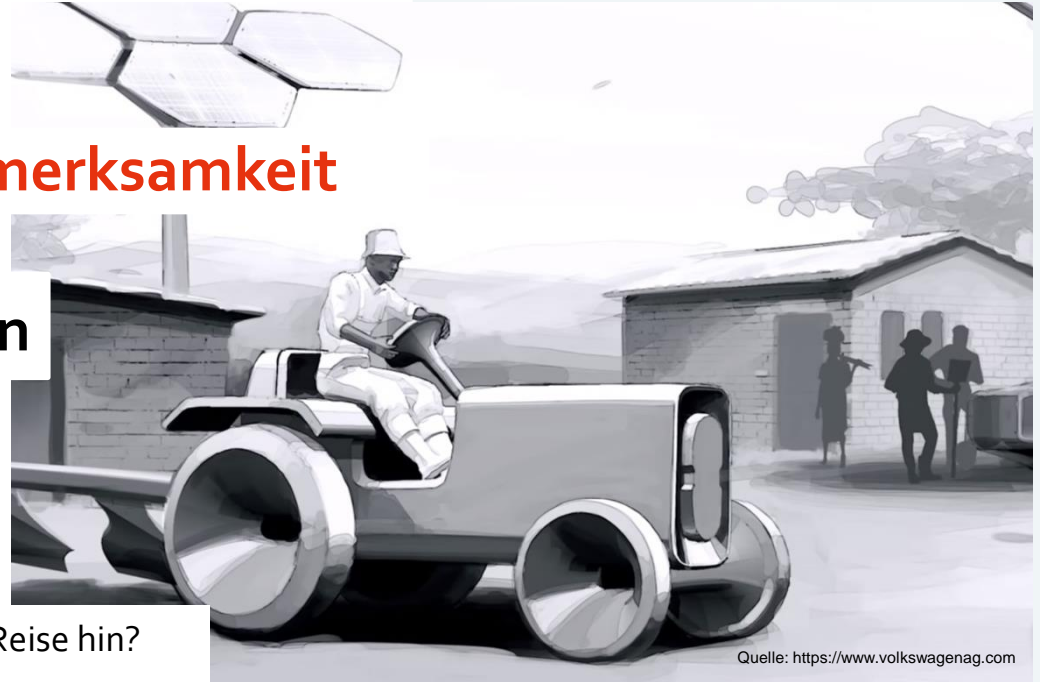
## Ausstieg aus fossiler Energie in der Landtechnik – ja das können wir!

- Fahrantriebe neuer Traktoren 2040 sind meist elektrisch, wenn Zapfwellenantrieb dann über E-Motoren, meist E-Antrieb von Anbaugeräten, Elektromotor für Hydraulik
- Batterie elektrische Traktoren dominieren in der unteren und der mittleren Leistungsklasse: Arbeiten im Gebäude, am Hof, kleinere landw. Betriebe, Kommunaleinsatz, ... sehr schnell aufladbare Batterien und Batterie-Schnellwechselsysteme sind Standard
- Traktoren mit Wasserstoff-Brennstoffzelle wird es geben und auch Wasserstofftankstellen. Traktoren mit Methanol-Brennstoffzelle überzeugen durch leichtes betanken
- Zurück zu vernünftigen Größen und Motorleistungen und autonomes Arbeiten in kleinen Einheiten eröffnen ein großes Potential an Energieeinsparung
- **Energieeinsatz in der Landtechnik 2040: rund 15 % Biokraftstoffe und Biogas, 85 % elektrischer Strom (für H<sub>2</sub> Produktion, für eFuels und für batterieelektrische Antriebe)**

## Ein e-Traktor für Afrika – Volkswagen AG

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**Sie können Fragen stellen**



Alternative Antriebssysteme – Wo geht die Reise hin?  
Webinar am 02. Dezember 2022  
Ewald Luger