

# Elektrifizierung in der Landtechnik

Wo liegen die großen Herausforderungen?

Heinrich Prankl  
HBLFA Francisco Josephinum  
Landtechnik im Alpenraum, Feldkirch – 3.-4. April 2024

## Inhalt

- Warum elektrische Antriebe?
- Antriebskonzepte elektrischer Antriebe
- Anwendungsbeispiele
- Herausforderung der Elektrifizierung und Schlussfolgerungen

# WARUM ELEKTRISCHE ANTRIEBE?

# Kolloquium „Elektrische Antriebe in der Landtechnik“

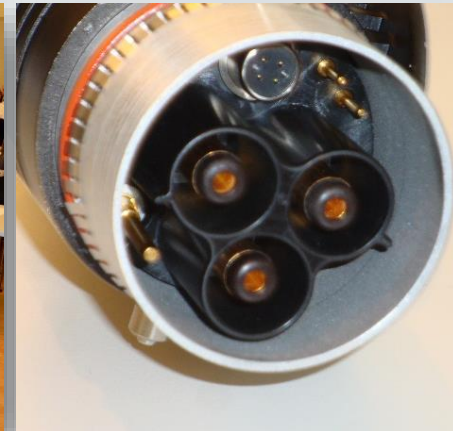
- TU Dresden und Francisco Josephinum Wieselburg
- 2010 / 2011 / 2012 / 2013 / 2014



Quelle: TU Dresden



Quelle: Francisco Josephinum



Quelle: AEF

## Vor- und Nachteile elektrischer Antriebe

- + Hoher Wirkungsgrad
- + Sehr gute Regelbarkeit
- + Hochdynamisch
- + Hohe Flexibilität im Hinblick auf Anforderungen
- + Hohe Flexibilität in Kombination mit verschiedenen Antriebstechnologien
- + Geringer Reparatur- und Wartungsaufwand
- + Rekuperation
- + ...
- Energiespeicherung
- Bauraum
- Integrierbarkeit
- KnowHow, Kompetenz
- Kosten
- ...

## Klassischer E-Motor vs. Moderner PMSM-Antrieb

Asynchronmotor:

- Geringe Energiedichte → ca. 5.5 kg pro 1 kW
  - Bei 200 kW – 1100 kg

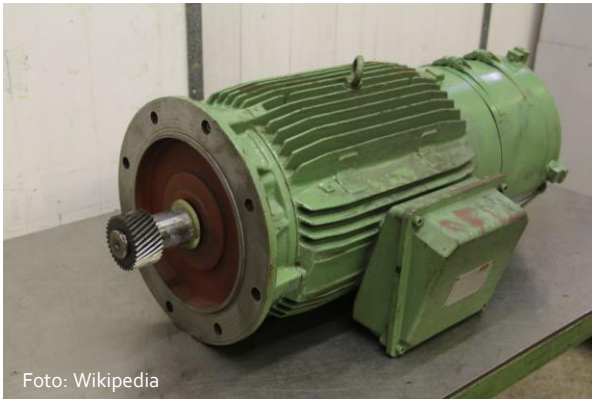


Foto: Wikipedia

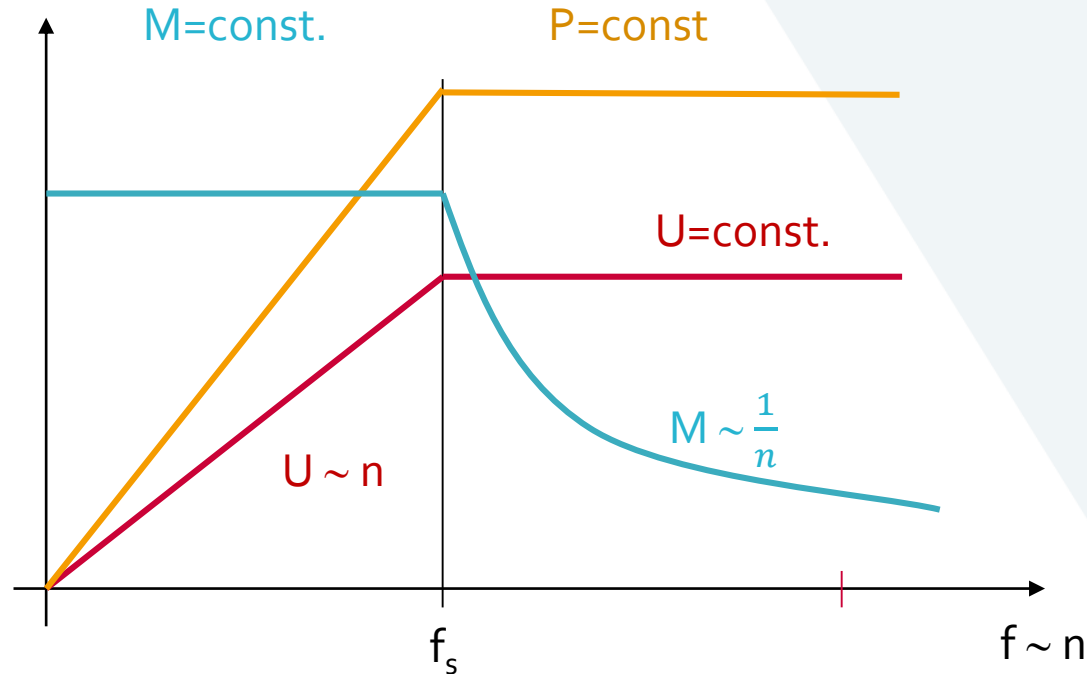
Moderner PMSM - Permanentmagnet-Synchronmotor:

- Energiedichte → 0.3 kg pro 1 kW
  - Bei 230 kW – 68 kg
- Wirkungsgrad: 97,60 %



Foto: DeepDrive

# Typische Arbeitskennlinie einer PMSM



Grafik: H. Prankl, FJ

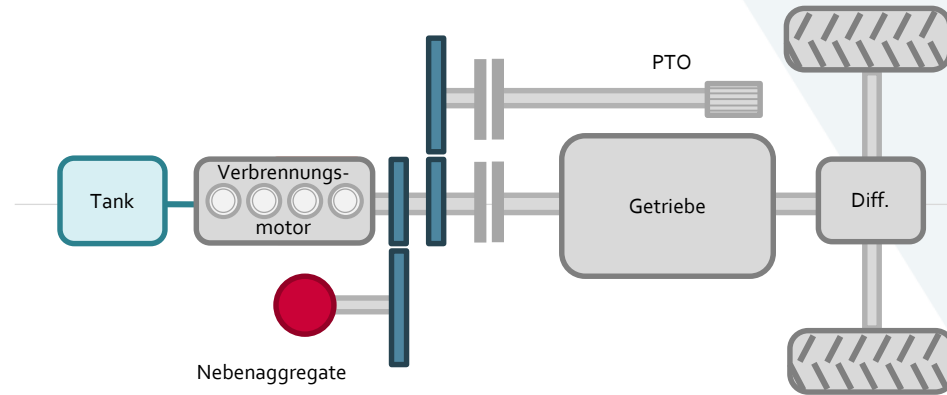
# ANTRIEBSKONZEPTE ELEKTRISCHER ANTRIEBE



# Potenzial der Elektrifizierung von Antrieben

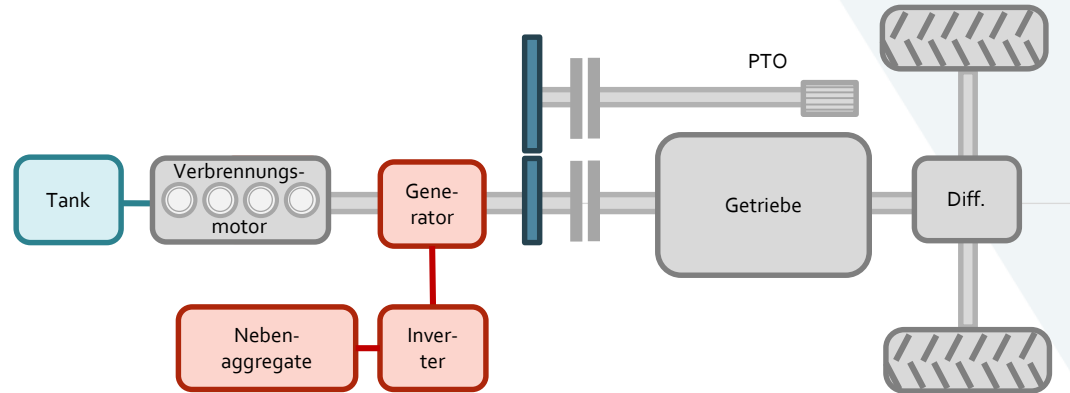
- Fahrtriebe
- Hilfsantriebe, Nebenaggregate
- Zapfwelle
- Hydraulikpumpe
- Fahrtrieb bei Anhängemaschinen
- Hauptantriebe und Hilfsantriebe auf Anbaugeräten
- Linearantriebe (anstelle Hydraulikzylinder)

## Konventioneller Antrieb



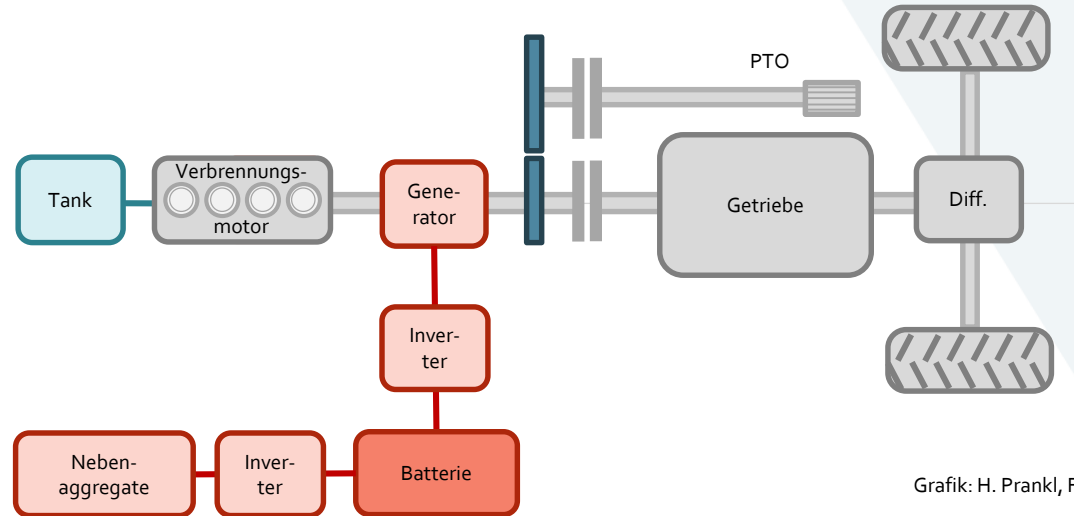
Grafik: H. Prankl, FJ

# Elektrische Nebenaggregate



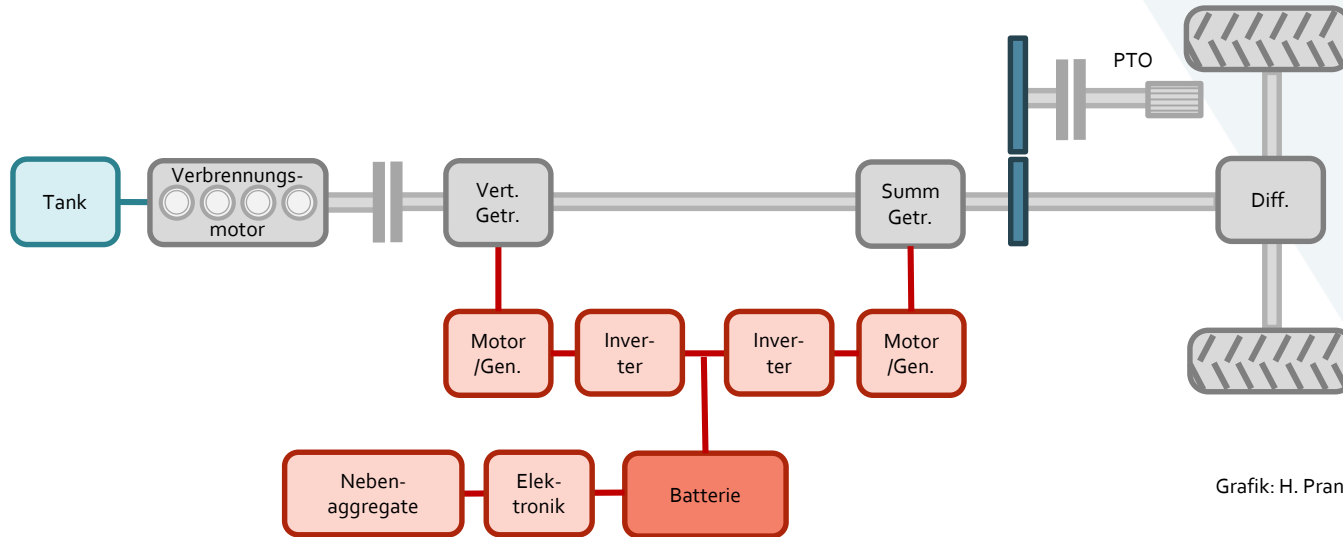
Grafik: H. Prankl, FJ

## Paralleler Hybrid



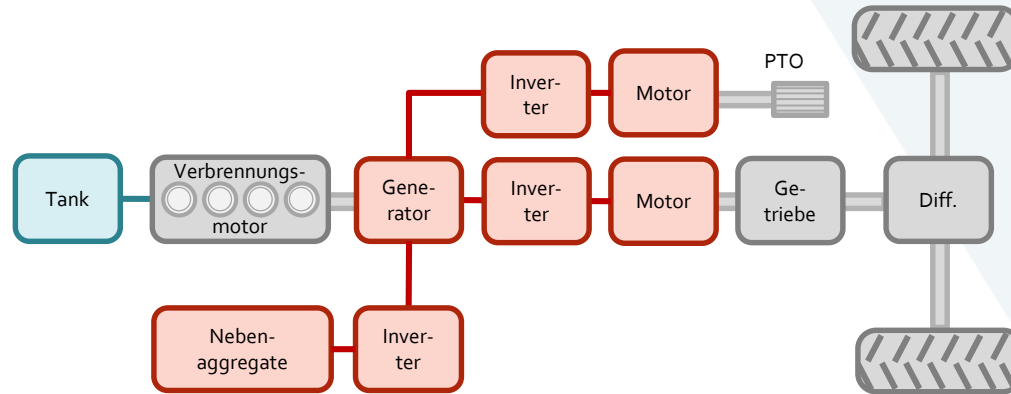
Grafik: H. Prankl, FJ

# Leistungsverzweigtes Getriebe



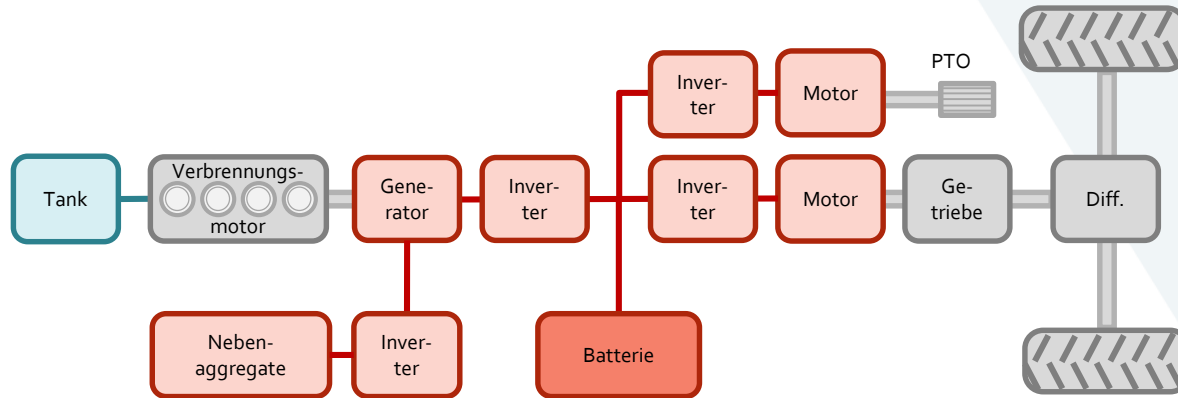
Grafik: H. Prankl, FJ

# Dieselelektrischer Antrieb



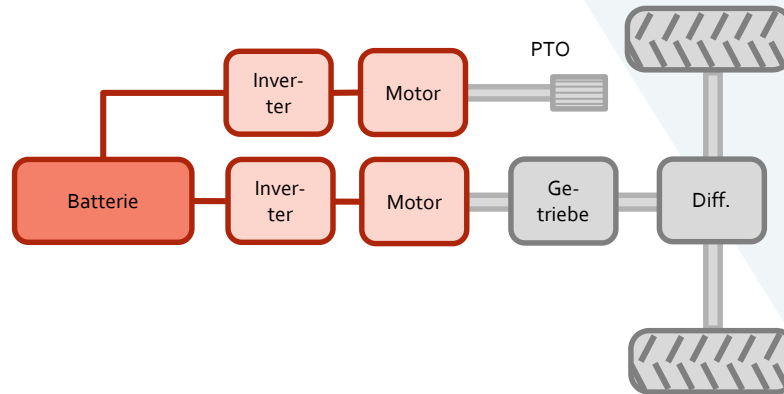
Grafik: H. Prankl, FJ

## Serieller Hybrid



Grafik: H. Prankl, FJ

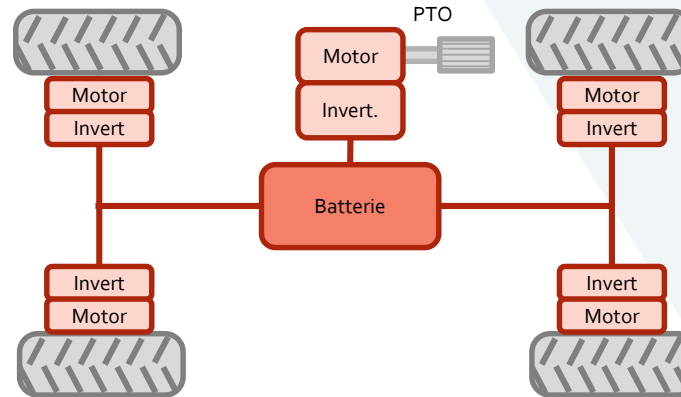
# Batterieelektrischer Antrieb



Grafik: H. Prankl, FJ

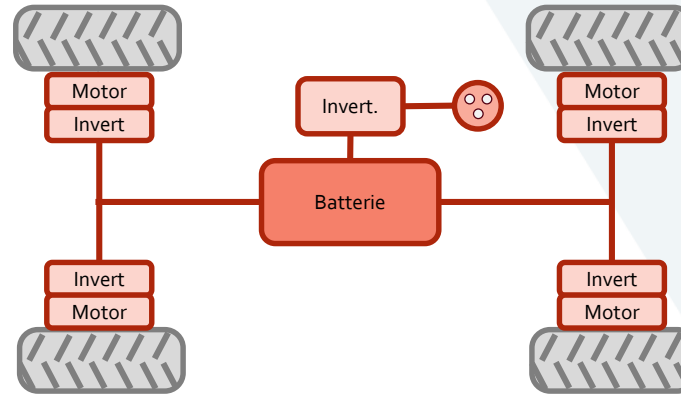


# Radantrieb



Grafik: H. Prankl, FJ

# Elektrische Steckdose



Grafik: H. Prankl, FJ

# ANWENDUNGSBEISPIELE

# Batterieelektrische Traktoren

Eine Einrichtung des Bundesministeriums für  
Landwirtschaft, Regionen und Tourismus



## Beispiel: John Deere eAutoPowr / Joskin E-Drive

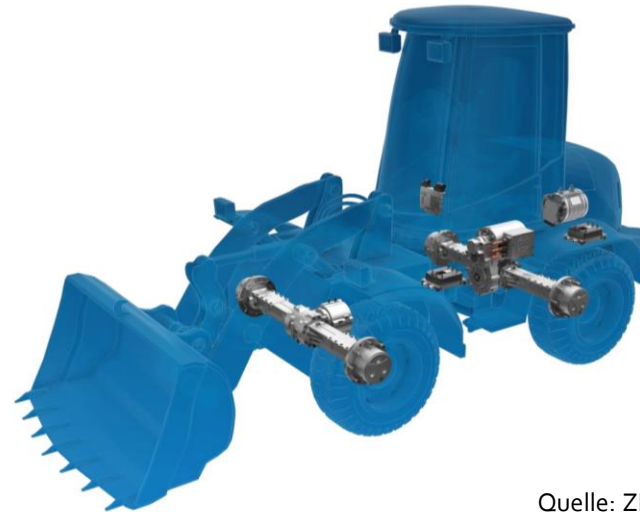
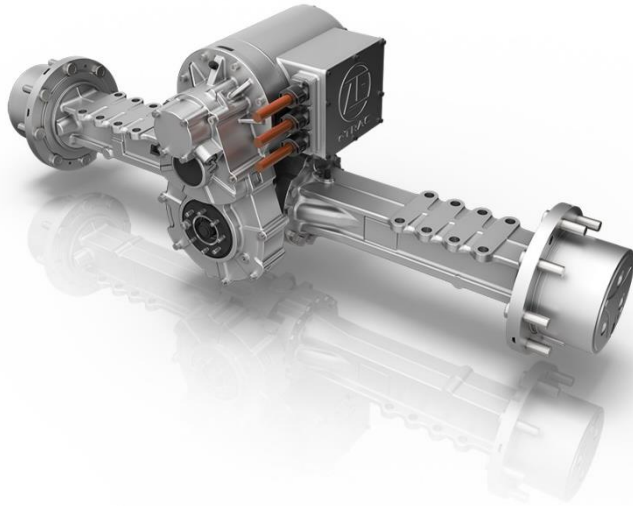
- Mechanisch-elektrisch leistungsverzweigtes Getriebe John Deere 8R 410
- 2 PSM, 1 Doppelumrichter, 1 unter Last schaltbaren Wendeschaltung, 2 Zahnradstufen und 1 Doppelplanetenge triebeeinheit
- Max. 100 kW elektr. Leistung für Anbaugeräte (700V DC oder 480 V AC (AEF Steckdose))

## Beispiel: Steyr Hybrid CVT

- PSM
- 175 Nm / 228 Nm max
- 80 kW Dauer / 95 kW max
- 15.000 U/min Nenndrehzahl

## Beispiel: ZF

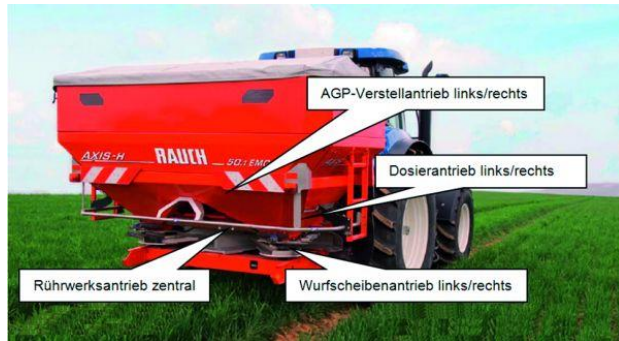
- Elektrischer Zentralantrieb ZF eTRAC eCD
- 20kW/48V – 60kW/650V



Quelle: ZF

## Beispiel: Düngerstreuer

- 12V-Elektro-Stellzylinder mit Wegmesssystem zur Ansteuerung der Dosierung
- Elektrischer Rührwerksantrieb
- Streuscheiben meist jedoch hydraulisch angetrieben

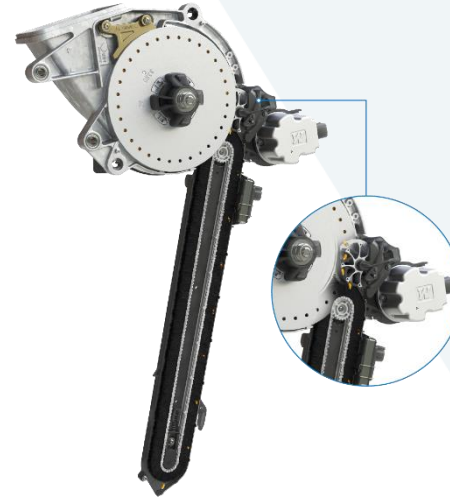


Quelle: <https://www.automation-next.com/antriebstechnik-mechanik/fluidtechnik/dungerstreuer-hydraulik-kontra-elektrik-347.html>



## Beispiel: Sätechnik

- Elektrischer Antrieb der Säelemente
- Monosem ValoTera: 56V Boardnetz



Quelle: monosem.de

## Beispiel: Roboter Vitibot

Aufgabe: Bodenbearbeitung, Beikrautunterdrückung,  
chemischer Pflanzenschutz im Weinbau

Gewicht: ca. 2400 kg

Lenkungsart: 4-Rad-Fahrwerk, alle 4 Räder drehbar

Sensorausstattung: GNSS-Empfänger zur Orientierung;  
3D-Kameras zur Objekterkennung

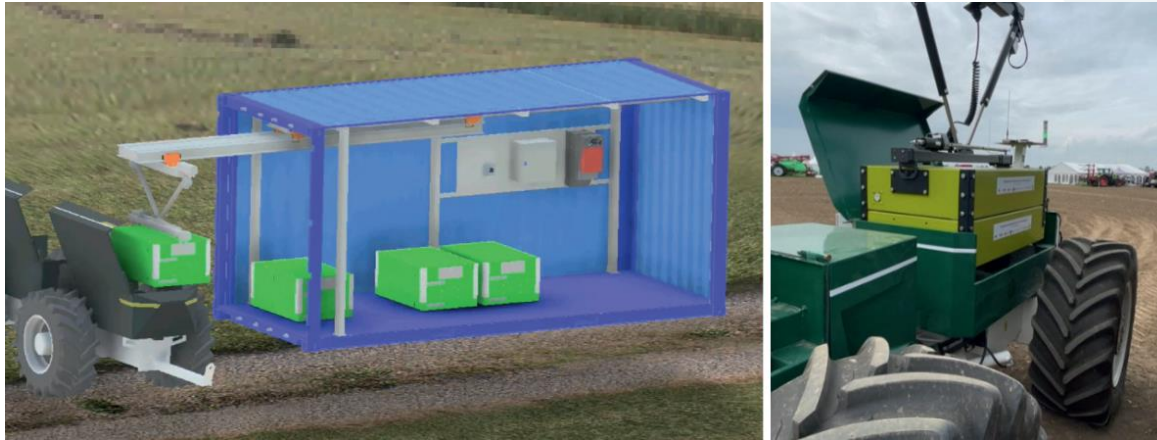
Energieversorgung: 75 kWh Lithium-Ionen-Akkus für bis  
zu 10 h Arbeitszeit

Kurzbeschreibung: Der Roboter kann mit  
unterschiedlichen Arbeitsgeräten  
ausgestattet werden und damit, die im  
Weinbau erforderlichen Pflegearbeiten,  
durchführen



Quelle: <https://vitibot.fr/>

# Batteriewechselsysteme



Quelle: Jonas Enström, RISE; VDI AgEng 2023 / VDI Berichte Nr. 2427

## Beispiel: Linearantriebe

- Allgemeine Funktionen
- Höchstlast: 4 500 N (Drücken); 3 000 N (Ziehen)
- Maximale Geschwindigkeit bei Volllast: 2.5mm/s
- Maximale Geschwindigkeit ohne Last: 27.5mm/s
- Hub: 20~1000mm
- Signalausgaben: Hallsensoren
- Spannung: 12/24V DC



Quelle: <https://www.timotion.com/de/products/linear-actuators/jp4-series>

# HERAUSFORDERUNGEN DER ELEKTRIFIZIERUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

# Energieversorgung und Energiemanagement

- Energiedichte
  - Dieselaggregat → Diesel ca. 10 kWh/l
  - Batterie → Lithium-Ionen-Batterie ca. 0,45 kWh/l bzw. 0,18-0,20 kWh/kg
  - H<sub>2</sub>-Brennstoffzelle → 33 kWh/kg
- Kosten: Lion-Akku dzt. rd. 100 €/kWh
- Energiemanagement: Ladezeit, Wechselakku
- Ladeinfrastruktur
- Massiver Ausbau der Photovoltaik

## Antriebstechnik

- Effizienzsteigerung als Motivation für Elektrifizierung nicht ausreichend → neue Funktionalitäten notwendig
- Batterieelektrische Antriebe nur für kleineren Energiebedarf; darüber Brennstoffzelle
- Systemintegration und Optimierung der Auslegung an die Antriebsanforderungen
- Entwicklung völlig neuer Antriebskonzepte, insbesondere durch Robotik

# Schlussfolgerungen

## Elektrische Antriebe

- Ermöglichen die Entwicklung völlig neuer Antriebskonzepte
- Erhöhen die Effizienz und Flexibilität
- Bieten zusätzliche Funktionalitäten
- Reduzieren Emissionen
- Verursachen höhere Kosten
- Erfordern günstige dezentrale Stromproduktion (durch PV)
- Werden durch die Robotik weiter an Bedeutung gewinnen





## HBLFA Francisco Josephinum / BLT Wieselburg / Josephinum Research

Tel: +43 7416 52175 0

Mail: [blt@josephinum.at](mailto:blt@josephinum.at)

Web: <http://blt.josephinum.at>