



Berner
Fachhochschule



Bildquelle: Rigitrac / TU Dresden

Elektrifizierung von mobilen Maschinen – wo steht die Landtechnik?

KTBL-Tagung, 2./3. März 2020, Mannheim

Roger Stirnimann

Dozent für Agrartechnik, HAFL Zollikofen

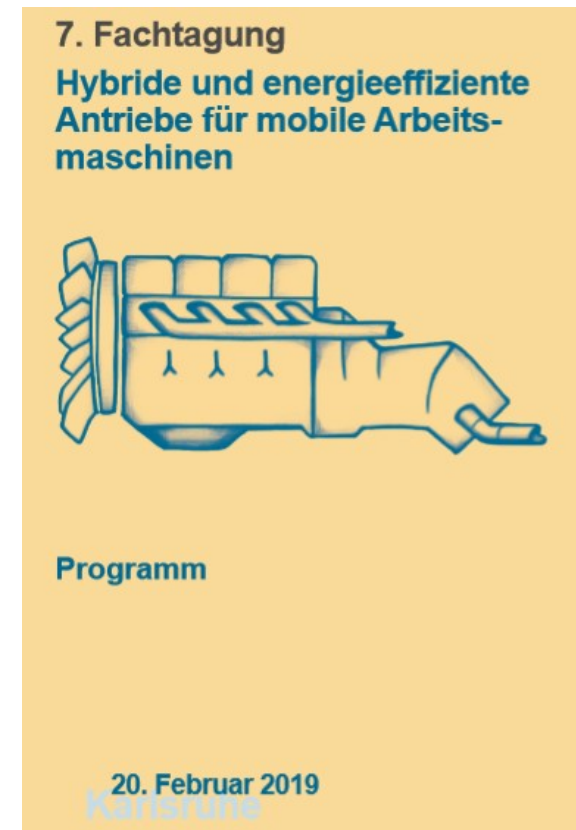
Inhalt

- ▶ Einleitung
- ▶ Grundlagen
- ▶ Landtechnik-Beispiele mit Leistungselektrik
- ▶ Landtechnik-Beispiele mit Hybridantrieben
- ▶ Herausforderungen am Beispiel Traktor
- ▶ Ausblick

Einleitung

Elektrifizierung von Nonroad Mobile Machinery (NRMM)

- ▶ Seit Jahren ein vieldiskutiertes Thema
- ▶ Elektrische Antriebe bieten grundsätzlich viele Vorteile:
Hoher Wirkungsgrad, Überlastbarkeit, Verschleissarmut, gute Regelbarkeit, Temperaturunempfindlichkeit, Umweltfreundlichkeit...
- ▶ Nichtsdestotrotz sind Serien-NRMM mit Leistungselektrik im Antriebsstrang bis nur selten anzutreffen...
- ▶ Ziel: Aufzeigen des aktuellen Standes



Grundlagen

Grundlagen

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

SAE-Definition für Hybridfahrzeuge:

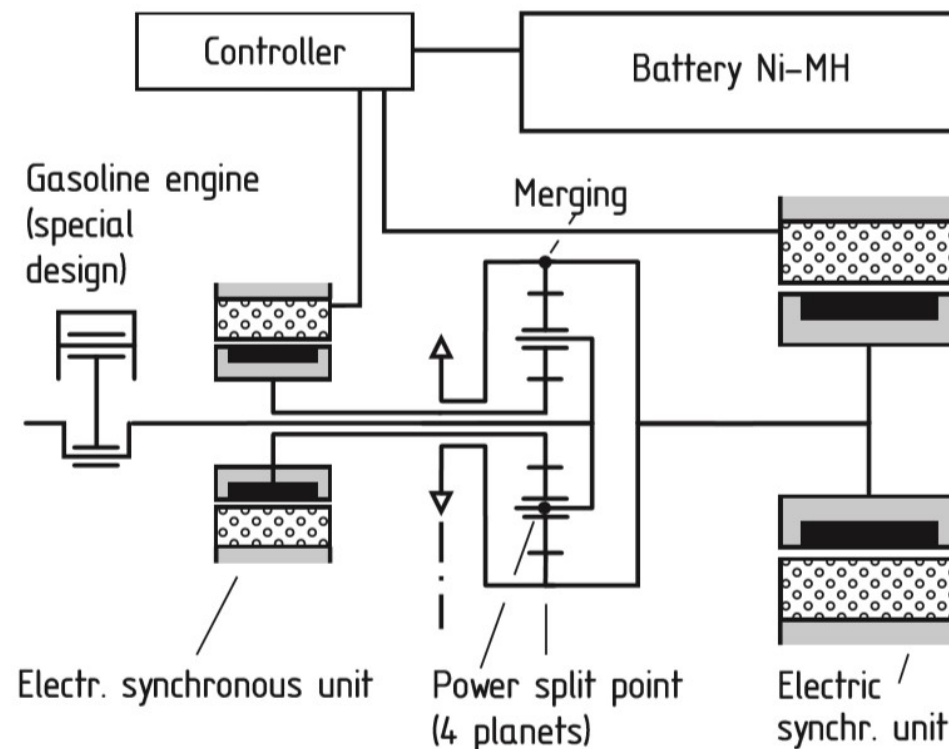
- ▶ Ein Hybridfahrzeug besteht aus zwei oder mehr Energiespeichern mit ihren dazugehörigen Energiewandlern, die wahlweise gemeinsam oder jeweils getrennt das Fahrzeug antreiben.
- ▶ Energiespeicher: Treibstofftank, Batterie
- ▶ Energiewandler: Verbrennungsmotor, elektrische Maschine

- ▶ Leistungselektrik: Spannungsniveau ab 48V

Grundlagen

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

- ▶ Toyota Prius (1. Generation)
- ▶ Leistungsverzweigter Vollhybrid mit je einer E-Maschine an Sonnen- und Hohlrad
- ▶ Start-Stopp-Funktion
- ▶ Rein elektrisches Fahren
- ▶ ...

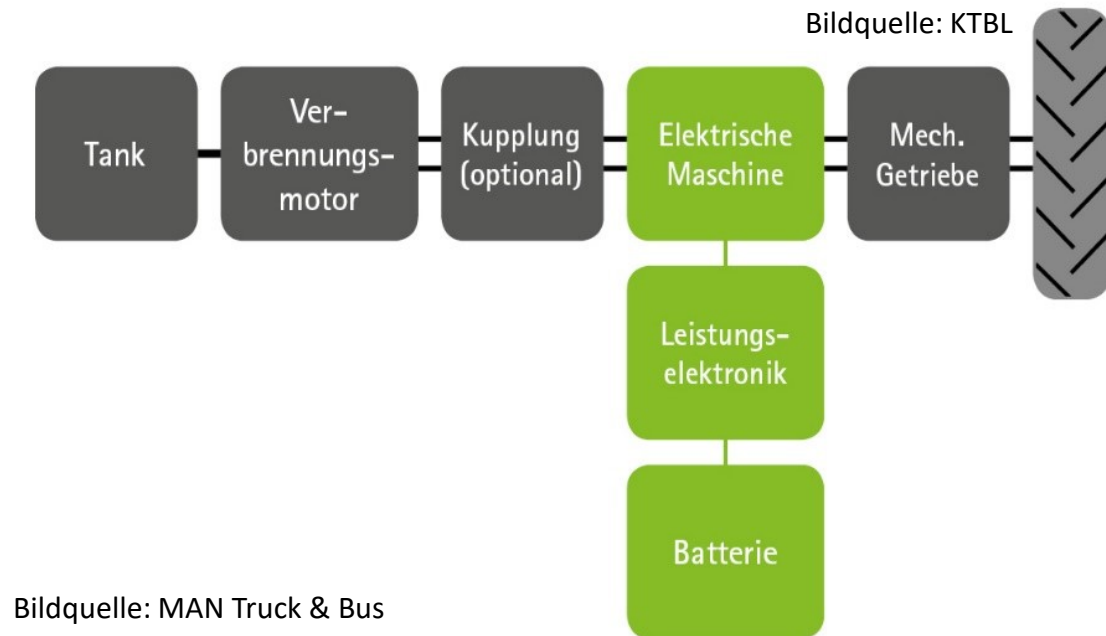
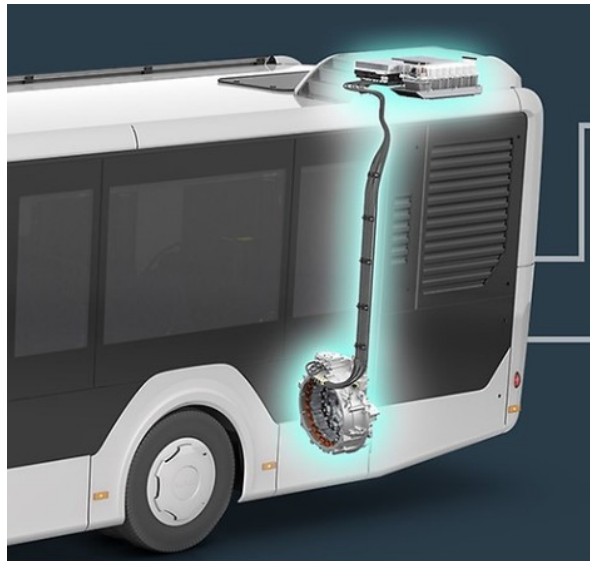


Bildquelle: Renius/Resch

Grundlagen

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

- ▶ Stadtbuss MAN Lion's City Efficient Hybrid
- ▶ Parallel-Hybrid mit Kurbelwellen-Starter-Generator und Ultracaps
- ▶ Automatische Start-Stopp-Funktion
- ▶ Unterstützung des Dieselmotors beim Anfahren



Bildquelle: MAN Truck & Bus

Grundlagen

Vorteile von Hybridantrieben

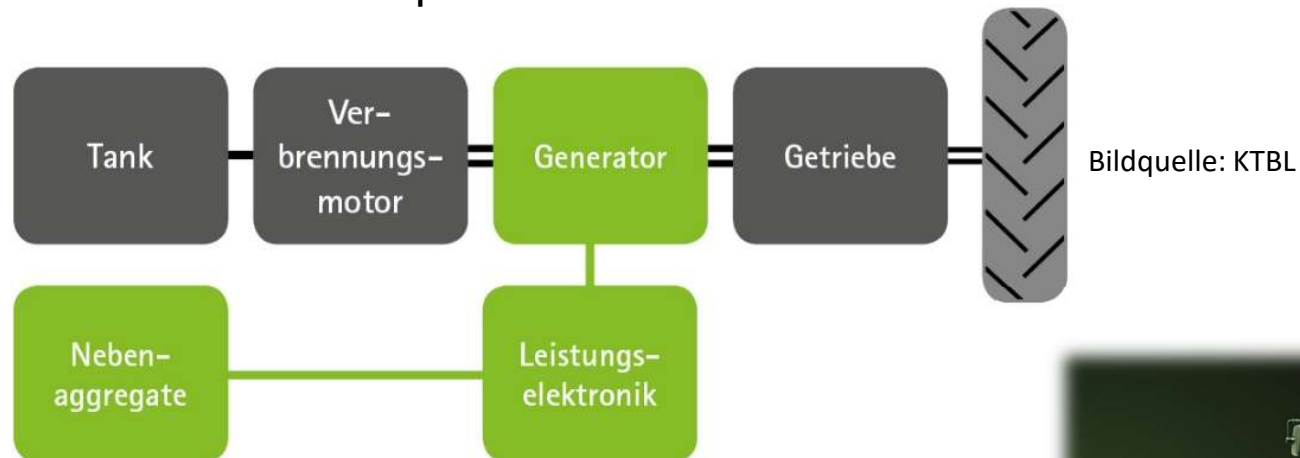
- ▶ Vorteile von Verbrennungsmotoren (z.B. Reichweite) werden mit Vorteilen von Elektroantrieben (z.B. lokal emissionsfreies Fahren) kombiniert
- ▶ Elektrisches Fahren
- ▶ Rekuperatives Bremsen
- ▶ Lastpunktverschiebung
- ▶ Boosten
- ▶ Start-Stopp-Funktion
- ▶ ...

Landtechnik-Beispiele mit Leistungselektrik

Landtechnik-Beispiele mit Leistungselektrik

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

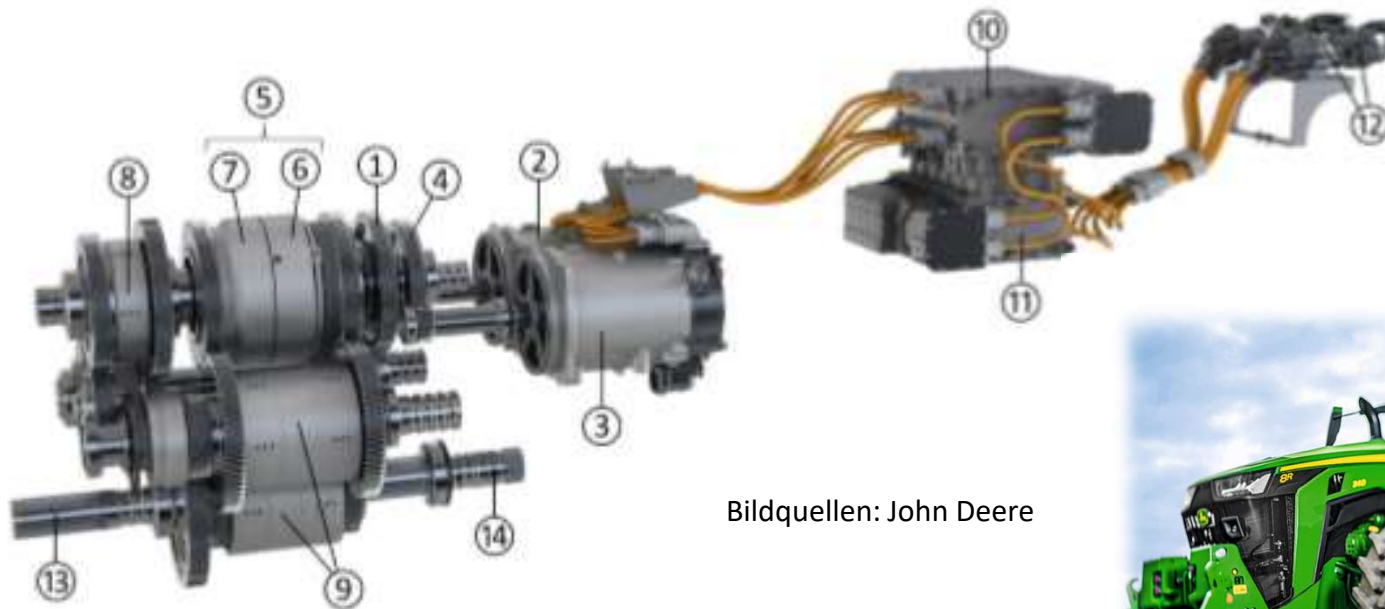
- ▶ Traktoren John Deere 7030 ePremium / 6RE
- ▶ Generatorkonzept



Landtechnik-Beispiele mit Leistungselektrik

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

- ▶ eAutoPowr-Getriebe in Traktoren John Deere 8R370/8R410 (MY 2022)
- ▶ Elektrisch-mechanisch leistungsverzweigtes Getriebekonzept
- ▶ Möglichkeit für Power-off-Boarding



Bildquellen: John Deere



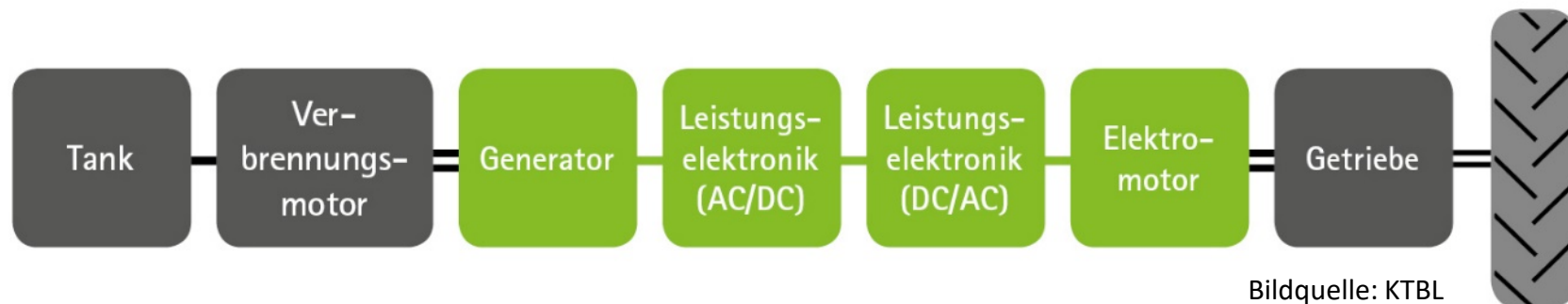
Landtechnik-Beispiele mit Leistungselektrik

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

- ▶ Rigitrac EWD120 (Prototyp 2011)
- ▶ Dieselelektrisches Konzept mit vier Radmotoren



Bildquelle: Rigitrac TU Dresden



Bildquelle: KTBL

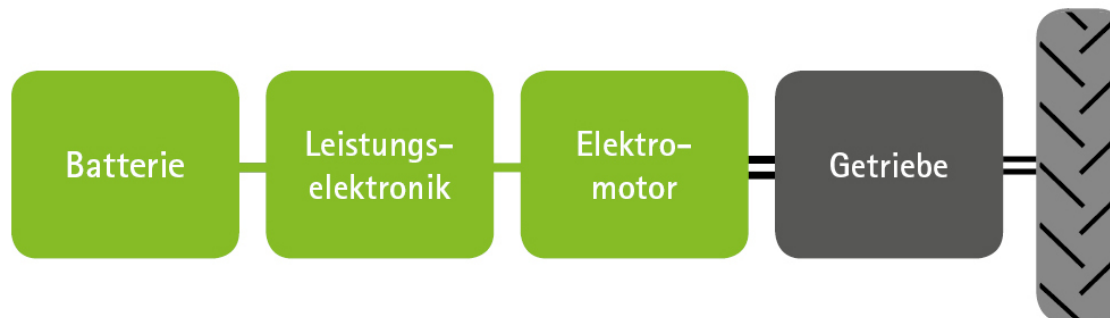
Landtechnik-Beispiele mit Leistungselektrik

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

- ▶ Fendt e100 Vario (Prototyp)
- ▶ Vollelektrisches Konzept (Batterie) mit «zentralem» Elektromotor
- ▶ Nennleistung 50 kW
- ▶ Batteriekapazität 100 kWh
- ▶ Serienanlauf: 2021?



Bildquelle: Fendt



Bildquelle: KTBL

Landtechnik-Beispiele mit Leistungselektrik

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

- ▶ Rigitrac SKE50 (Prototyp)
- ▶ Vollelektrisches Konzept (Batterie) mit mehreren Elektromotoren
- ▶ Nennleistung 50 kW
- ▶ Batteriekapazität 80 kWh
- ▶ Serienanlauf: 2021



Bildquelle: Rigitrac

Landtechnik-Beispiele mit Leistungselektrik

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

- ▶ Weidemann 1160 eHoftrac
- ▶ Vollelektrisches Konzept (Batterie)

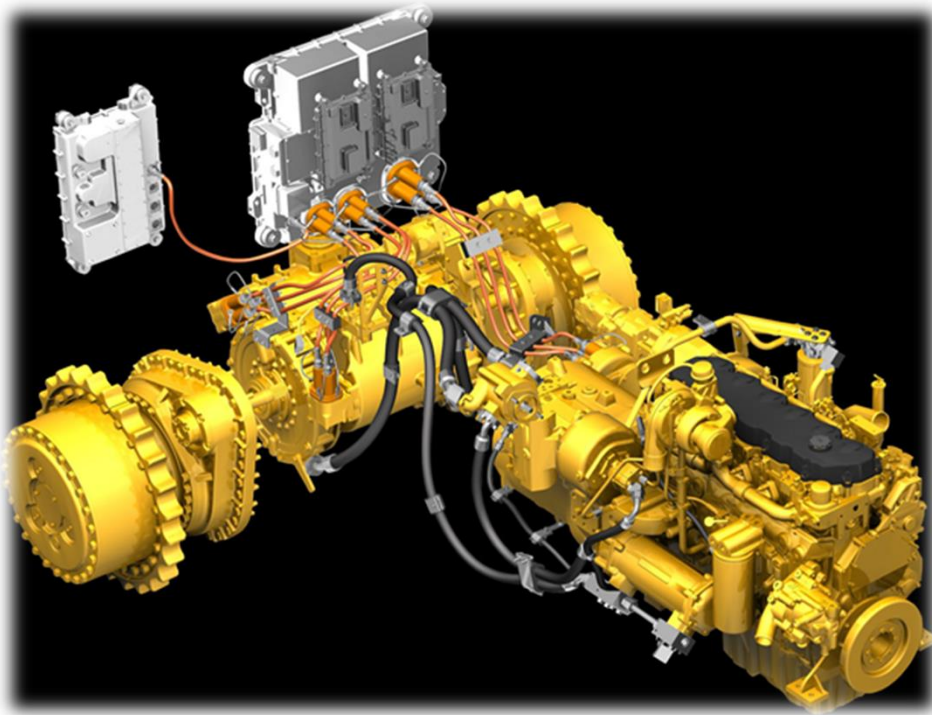


Bildquelle: Weidemann

NRMM-Beispiele mit Leistungselektrik

Fahrzeuge mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

- ▶ Kettendozer Caterpillar D7E
- ▶ Deselektisches Konzept
- ▶ Darstellung eines stufenlosen Fahrtriebese



Bildquellen: Caterpillar

NRMM-Beispiele mit Leistungselektrik

Landtechnik mit Leistungselektrik = Hybridfahrzeuge?

Generator- konzepte	El.-mechanisch leistungsver- zweigte Konzepte	Dieseelektrische Konzepte	Vollelektrische Konzepte
+	+	+	
Traktionsbatterie	Traktionsbatterie	Traktionsbatterie	
=	=	=	
Parallel- Hybrid (P1)	Leistungs- verzweigter Hybrid	Serieller Hybrid	

Landtechnik-Beispiele mit Hybridantrieben

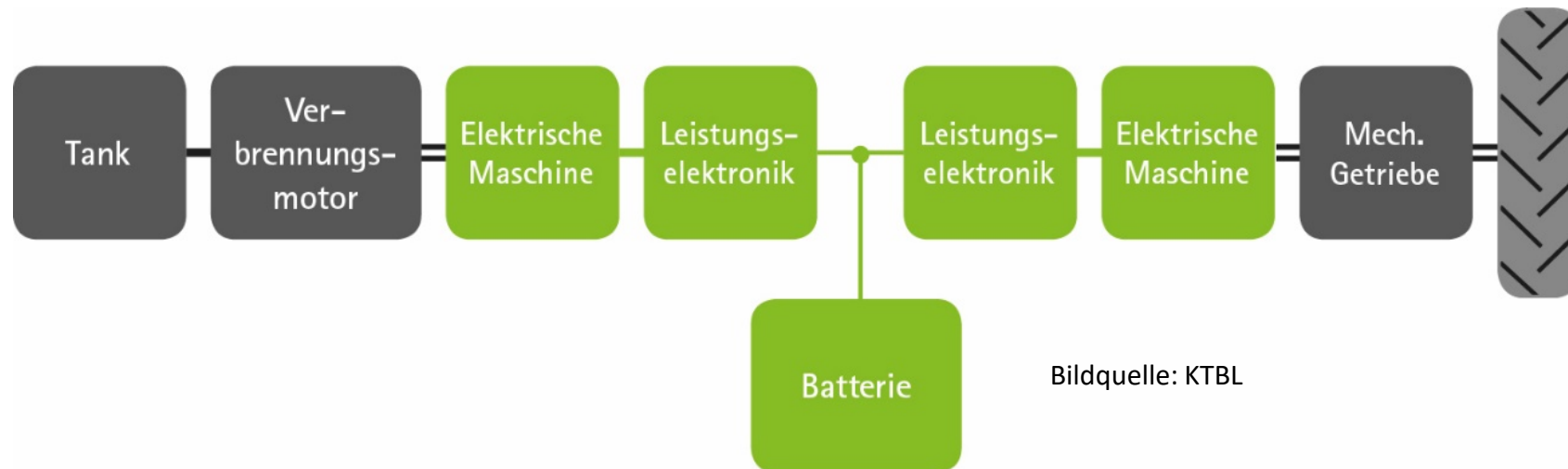
Landtechnik-Beispiele mit Hybridantrieben

Kleingeräteträger Reform Metron

- ▶ Fahrtrieb: Serieller Hybrid mit vier Radmotoren
- ▶ Benzinmotor 35 kW
- ▶ Batteriekapazität: 8 kWh



Bildquelle: Reform

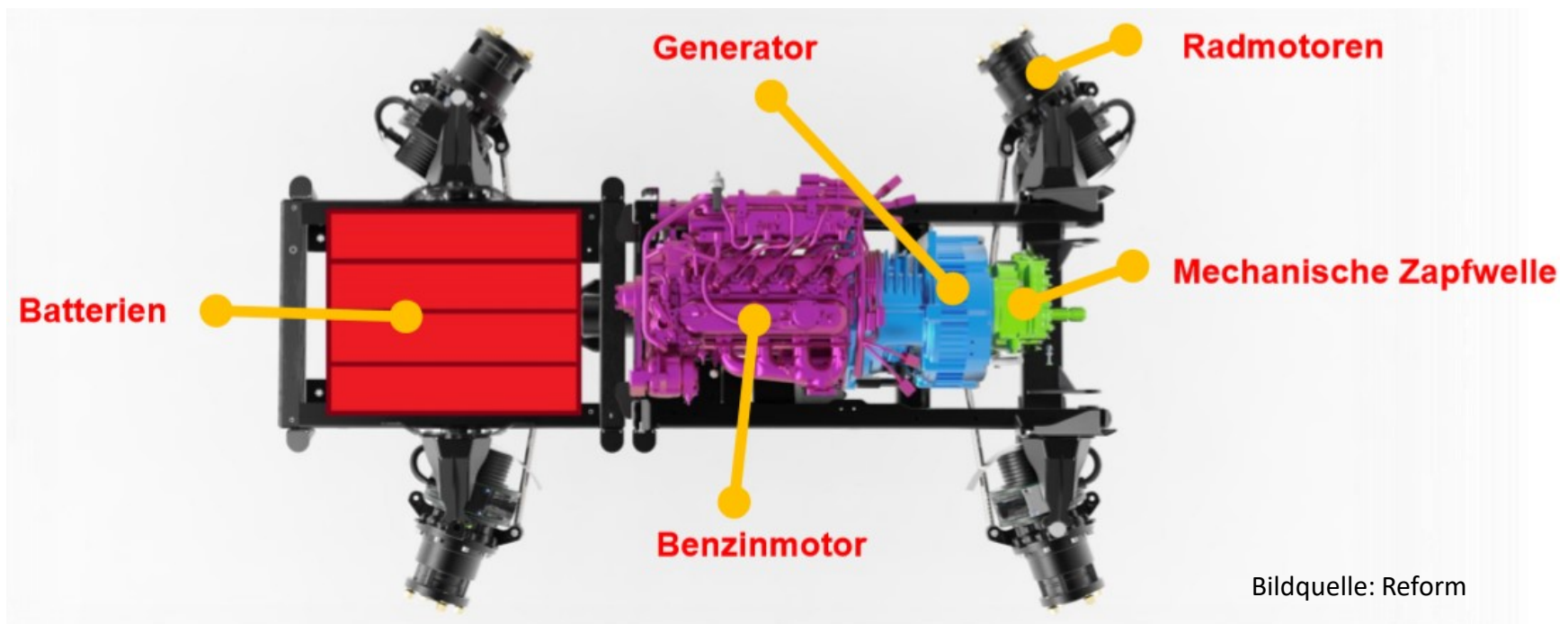


Bildquelle: KTBL

Landtechnik-Beispiele mit Hybridantrieben

Kleingeräteträger Reform Metron

- ▶ Zapfwellenantrieb: Parallel-Hybrid, mechanisch oder elektrisch



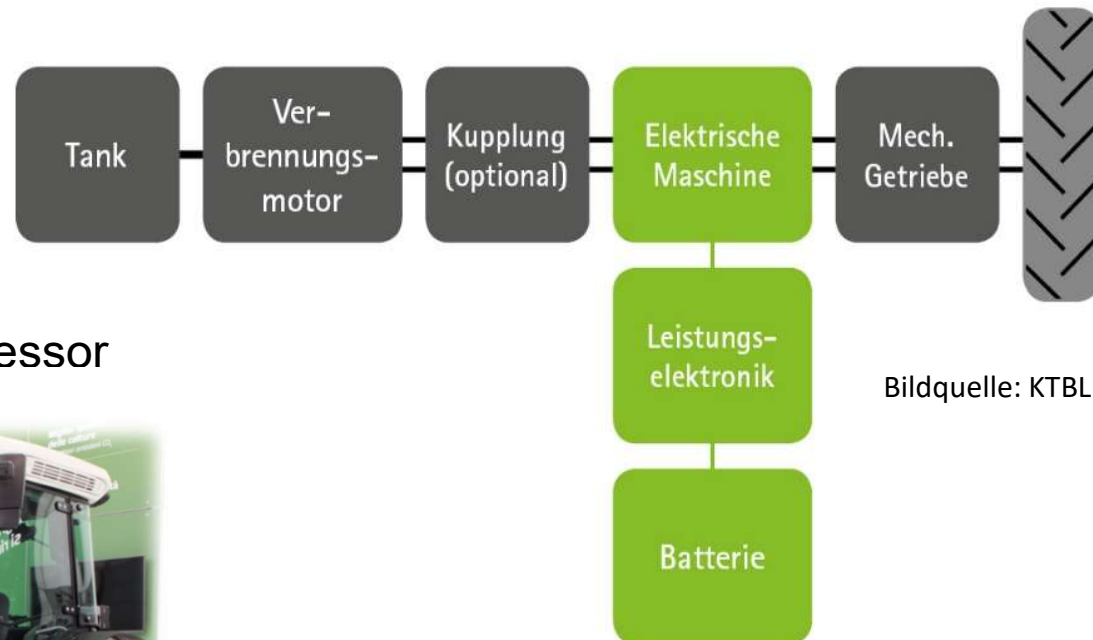
Landtechnik-Beispiele mit Hybridantrieben

Carraro Ibrido

- ▶ Prototyp (EIMA 2018)
- ▶ Parallele Hybridstruktur für Fahrantrieb
- ▶ Weiter E-Motoren für Hydraulik und Klimakompressor



Bildquelle: Carraro

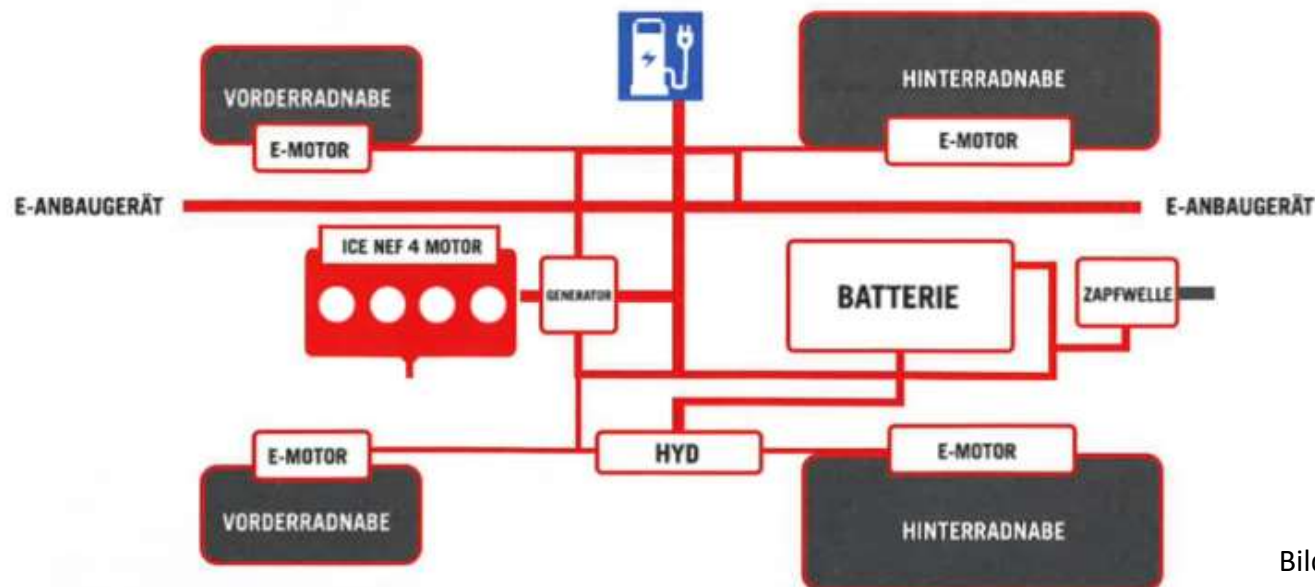


Bildquelle: KTBL

Landtechnik-Beispiele mit Hybridantrieben

Hybridtraktor Steyr

- ▶ Konzeptstudie (Agritechnica 2019)
- ▶ Serielle Hybridstruktur für Fahrtrieb mit vier Radmotoren



Bildquellen: Steyr

Elektrifizierung/Hybridisierung in der Landtechnik

Erkenntnis

- ▶ In den letzten Jahren wurden zahlreiche Prototypen/Studien vorgestellt
- ▶ Bisher gibt es nur wenige Serienfahrzeuge auf dem Markt
- ▶ bei diesen handelt es sich in den meisten Fällen um eher kleine Fahrzeuge mit geringen Leistungsanforderungen
- ▶ ...

Woran könnte das liegen?

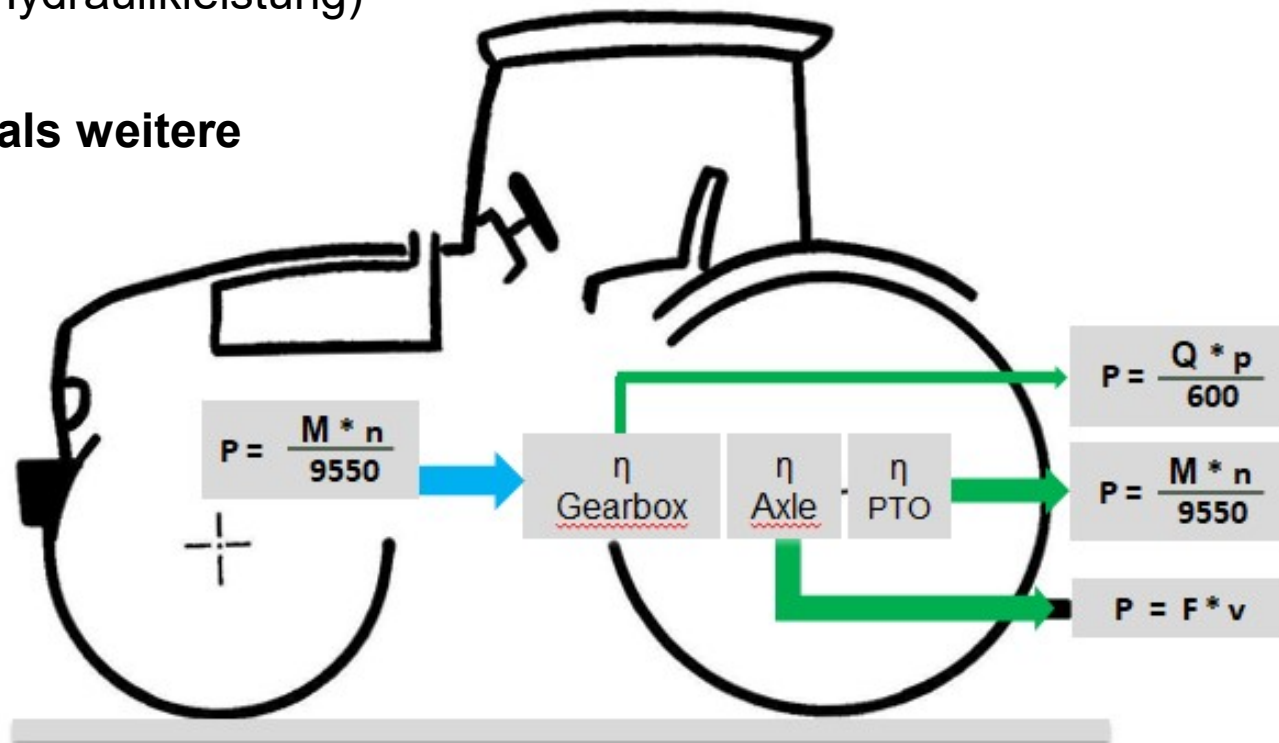
Herausforderungen am Beispiel Traktor

Herausforderungen am Beispiel Traktor

Leistungsabgabemöglichkeiten heute

- ▶ über Räder (Zugleistung)
- ▶ über Zapfwelle (Zapfwellenleistung)
- ▶ über Hydraulik (Hydraulikleistung)

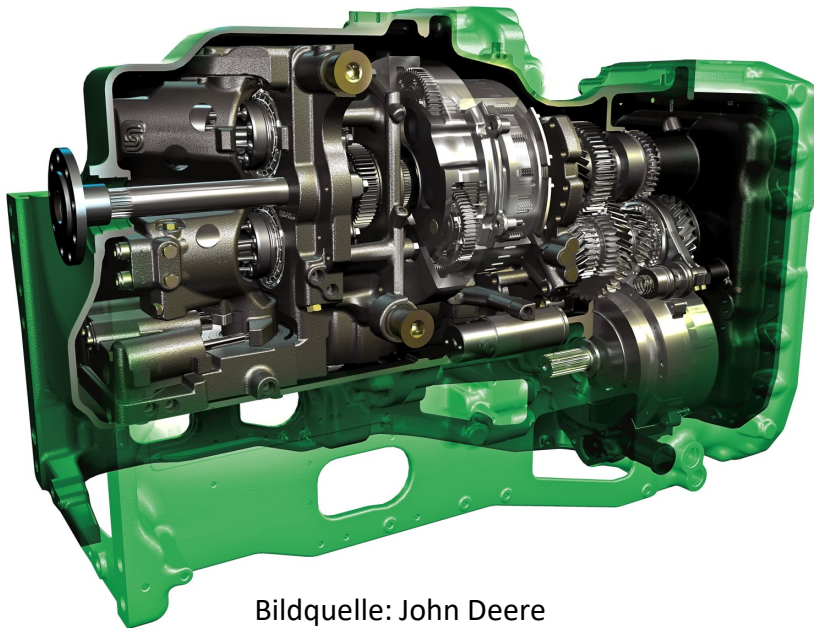
Leistungselektrik als weitere Möglichkeit oder als Ersatz?



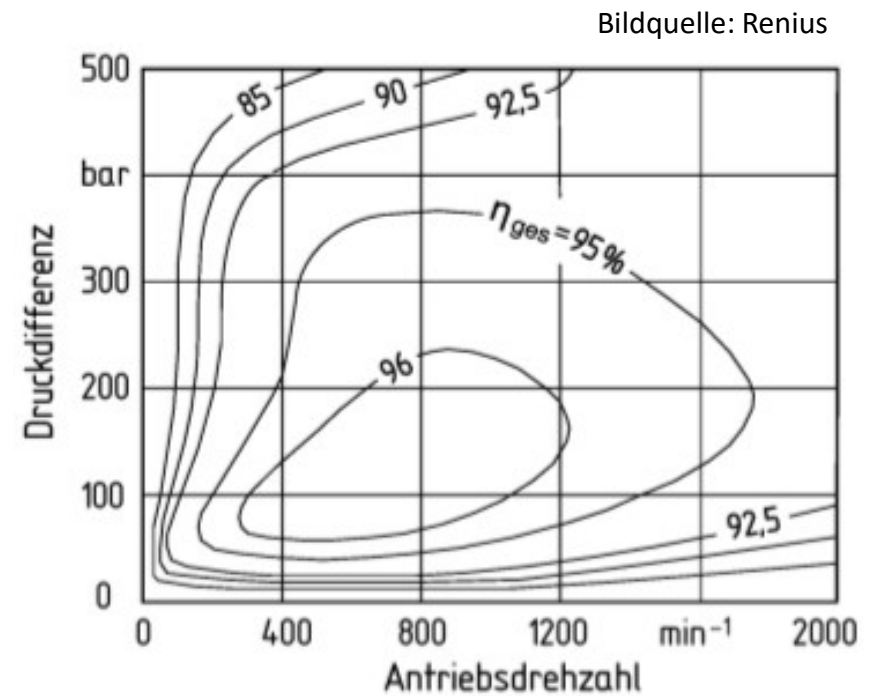
Herausforderungen am Beispiel Traktor

«Technik-Konkurrenz»

- ▶ Hydrostatisch-mechanisch leistungsverzweigte Stufenlosgetriebe
- ▶ Grosswinkel-Schrägachsen-Einheiten mit sehr guten Wirkungsgraden



Bildquelle: John Deere



Herausforderungen am Beispiel Traktor

Einsatzprofile: Feld

- ▶ Hohe Leistungsanforderung, lange Einsatzzeiten (Batterie?)
- ▶ Kaum Rekuperationsmöglichkeiten (Hybrid?)



Bildquelle: New Holland

Herausforderungen am Beispiel Traktor

Einsatzprofile: Strasse

- ▶ Im Vergleich zu Strassenfahrzeugen geringe Fahrgeschwindigkeiten
- ▶ Relativ hohe Rollwiderstände
- ▶ Kaum Stopp & Go's
- ▶ Topographie?
- ▶ ...



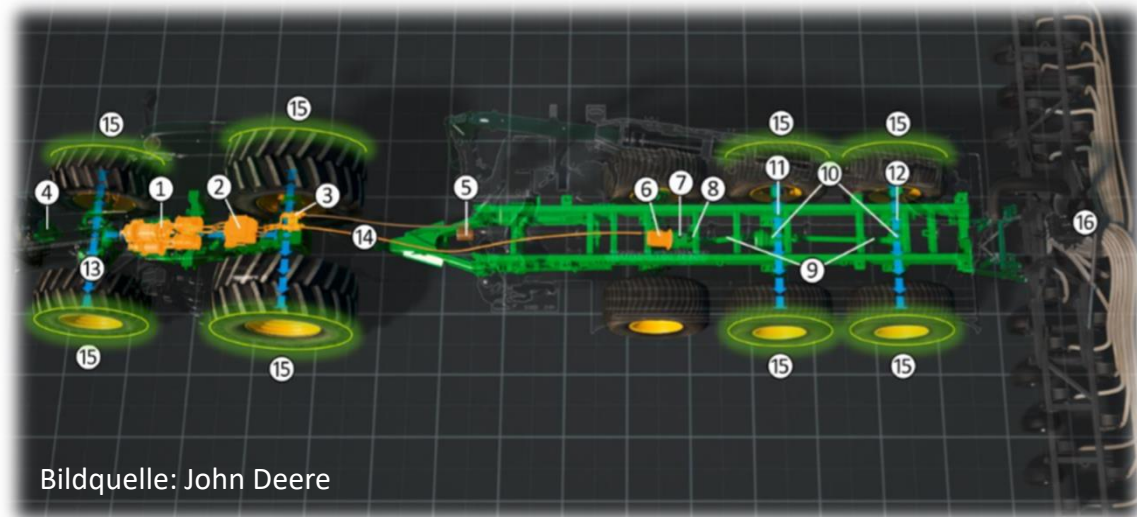
Bildquelle: John Deere

Ausblick

Ausblick

Elektrifizierung hat gute Chancen, wenn...

- ▶ andere Technologien «eingespart» werden können (z.B. Hydro-Einheiten)
- ▶ dadurch zusätzliche Funktionen geschaffen werden können (z.B. bedarfsgerechter Antrieb von Nebenaggregaten, geregelter Allradantrieb...)
- ▶ sich für die Praxis zusätzliche Nutzenpotenziale ergeben (z.B. mehr Nutzlast, grössere Arbeitsbreiten bei gegebener Traktorgröße usw.)
- ▶ auf Landwirtschaftsbetrieben selbst erzeugter Strom sinnvoll genutzt werden kann
- ▶ ...



Bildquelle: John Deere

Ausblick

Zeichen stehen derzeit gut...

- ▶ Grosse Anstrengungen in anderen Heavy-Duty-Bereichen, z.B. bei LKW's
- ▶ Durchbruch der Elektromobilität könnte in absehbarer Zeit deshalb gelingen
- ▶ ...



Bildquelle: Volvo Trucks



Bildquelle: Nikola



Bildquelle: Hyundai

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit