

Konzepte für E-Mobilität im landwirtschaftlichen Betrieb

Bad Hersfeld, 03. November 2021

Dipl. Ing. (FH)

Hubert Maierhofer

Abteilung Biogas und Mobilität

hm@carmen-ev.de



Gliederung

1. Aspekte zum E-Antrieb
2. Hybrid Fahrzeugkonzepte für morgen
3. E-Fahrzeugkonzepte für morgen
4. Betriebskostenvergleich
5. Konzepte für übermorgen
6. Fazit

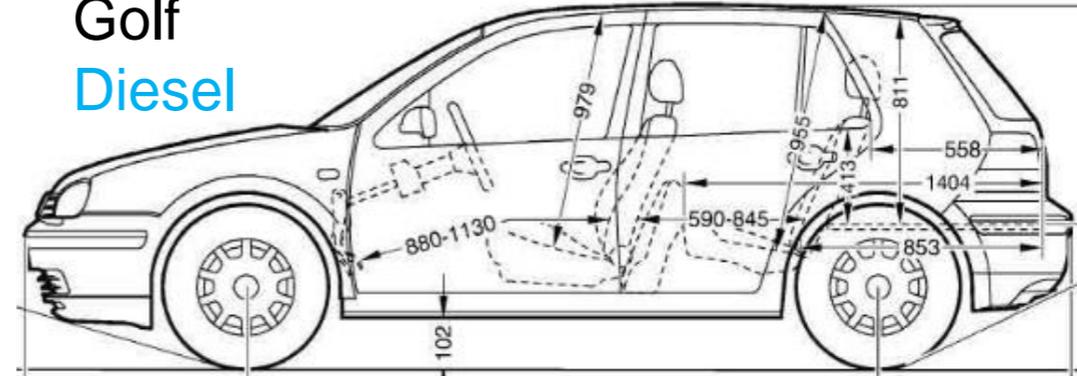


Vergleich der Antriebe

Verbrennungsmotor

- hoher Wirkungsgrad bei konstanter Belastung
- hohe Autarkie
- gute Infrastruktur

Golf
Diesel



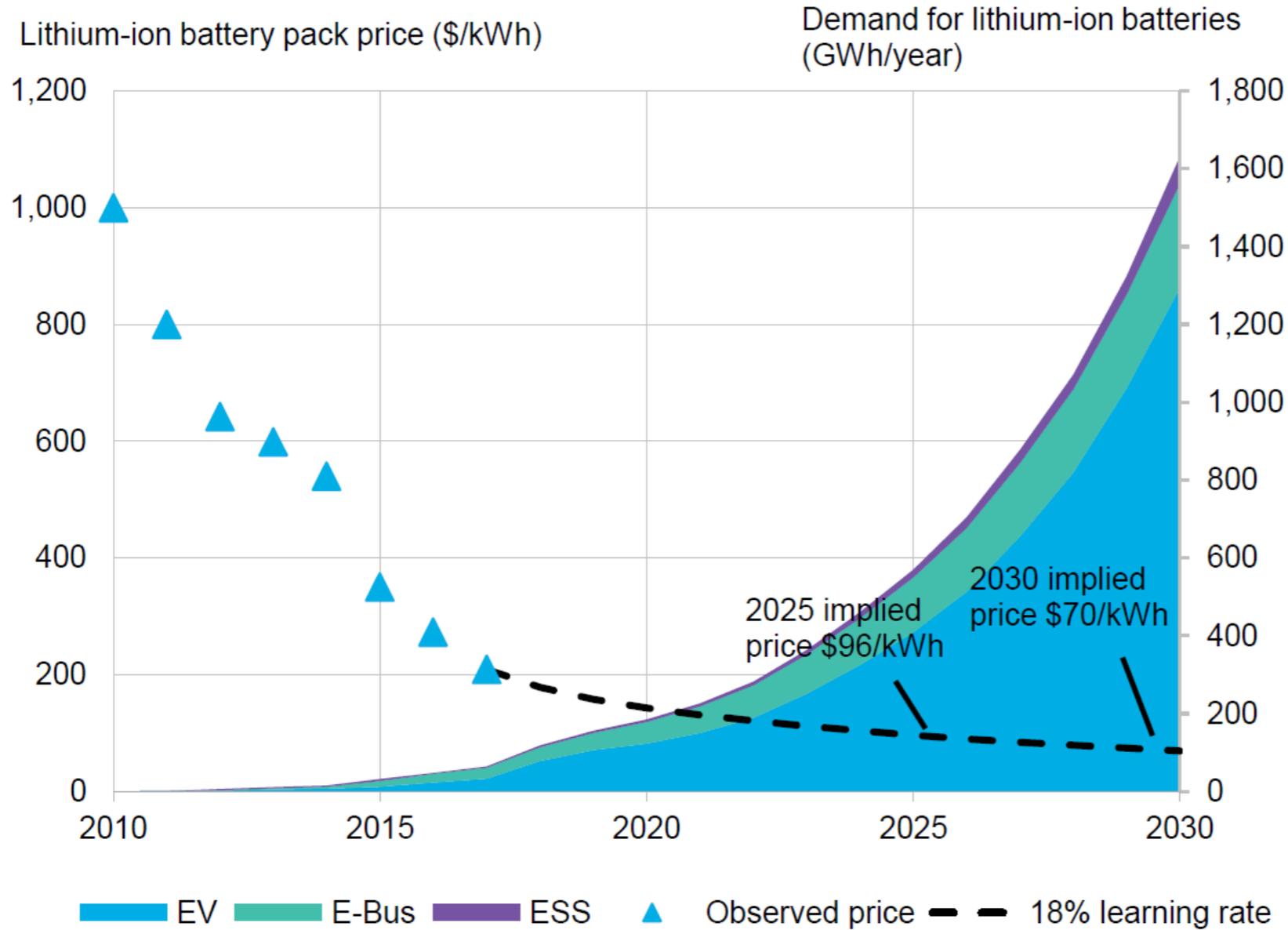
I. D. 3
Elektro



E-Antrieb

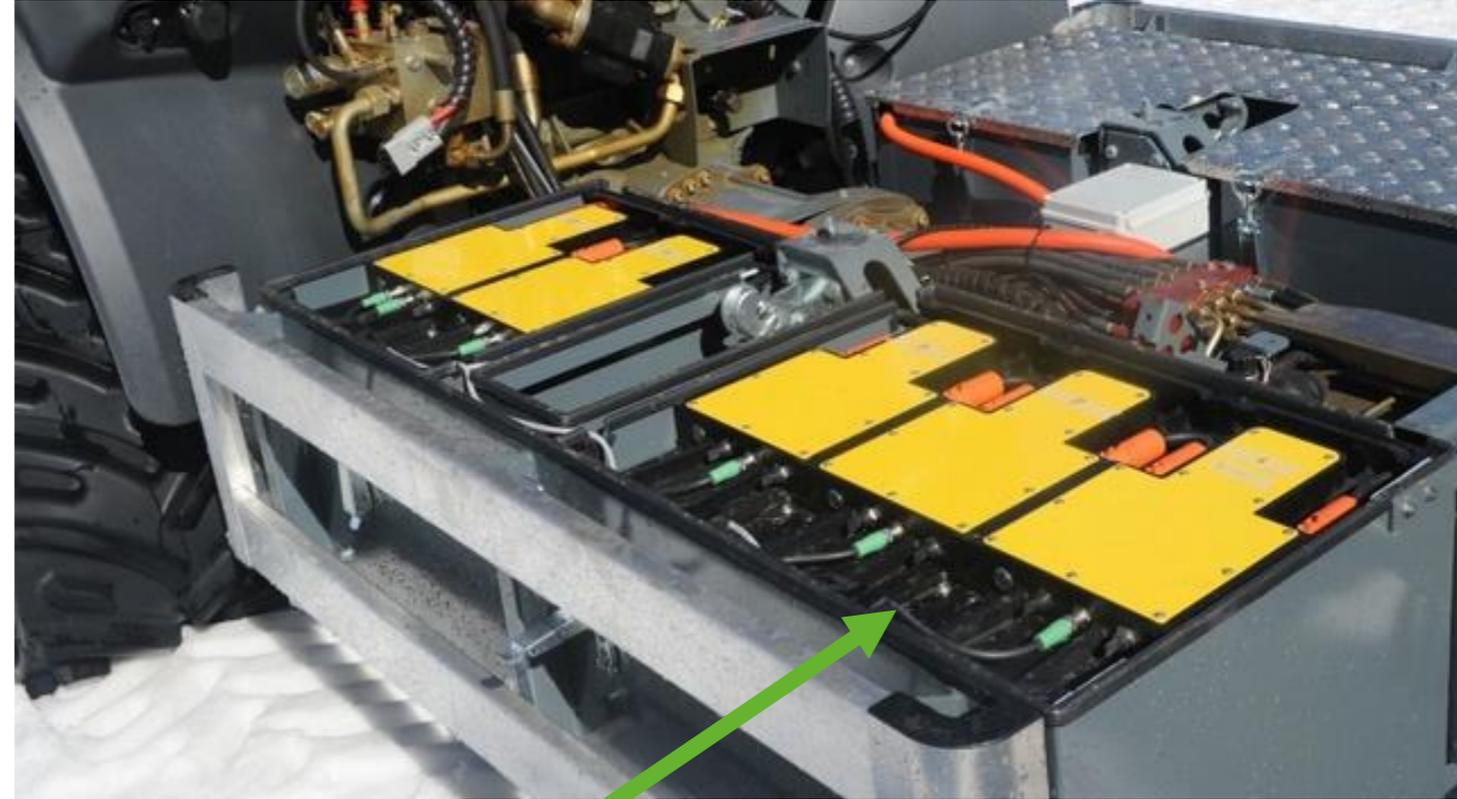
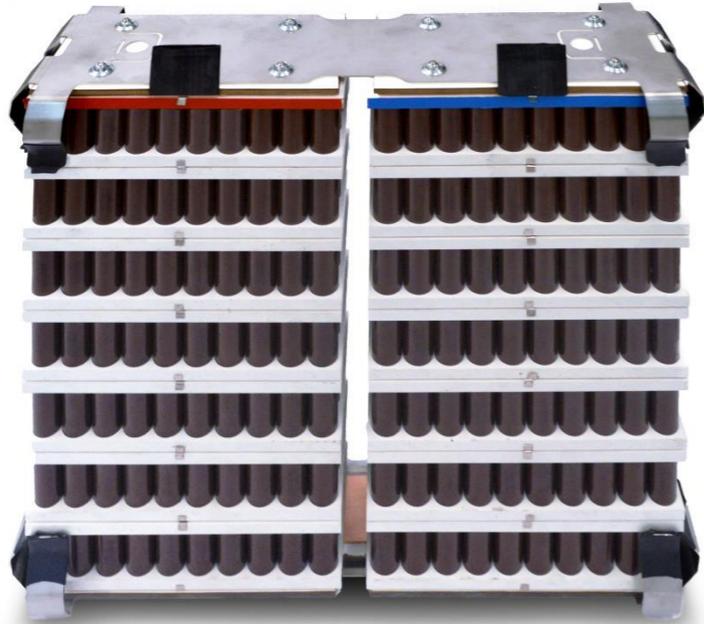
- Vorzüglich bei wechselnder Belastung und Drehzahl
- leise und lokal abgasfrei
- gut mit erneuerbarem „Zappelstrom“ kombinierbar

Batteriepreis



Quelle: Bloomberg New Energy Finance

Lithium-Ionen-Akkus



Bilder: Ecovolta Schweiz

Vergleich der Antriebe

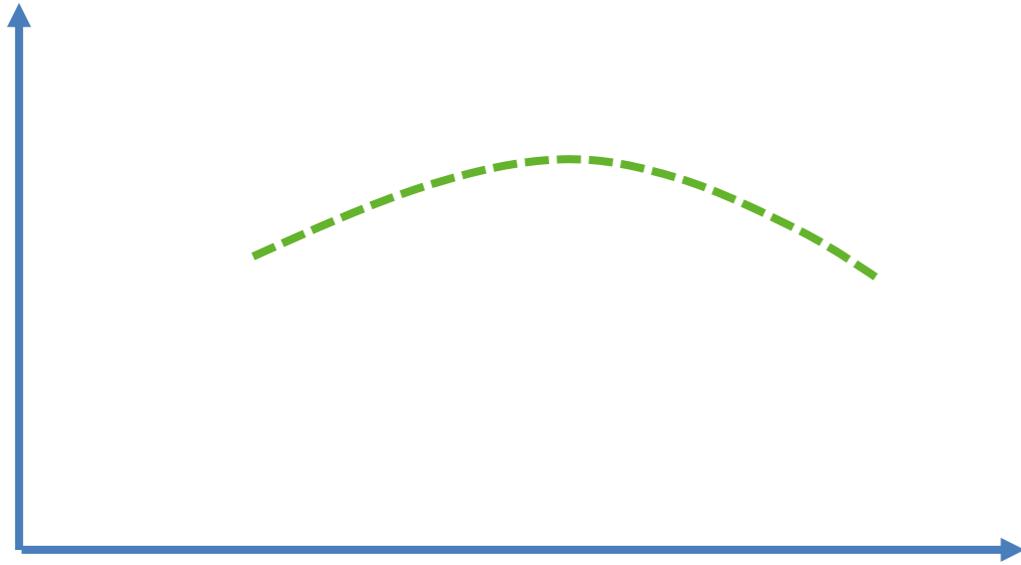


Drehmomentverlauf

Diesel-Motor und

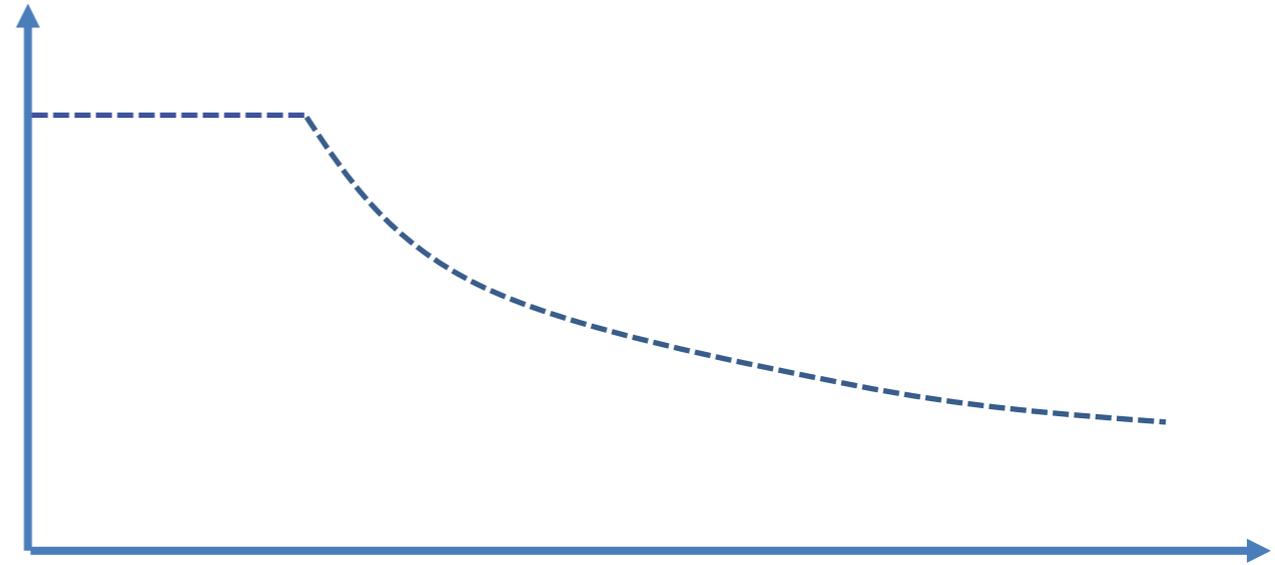
E-Motor

Drehmoment



Drehzahl

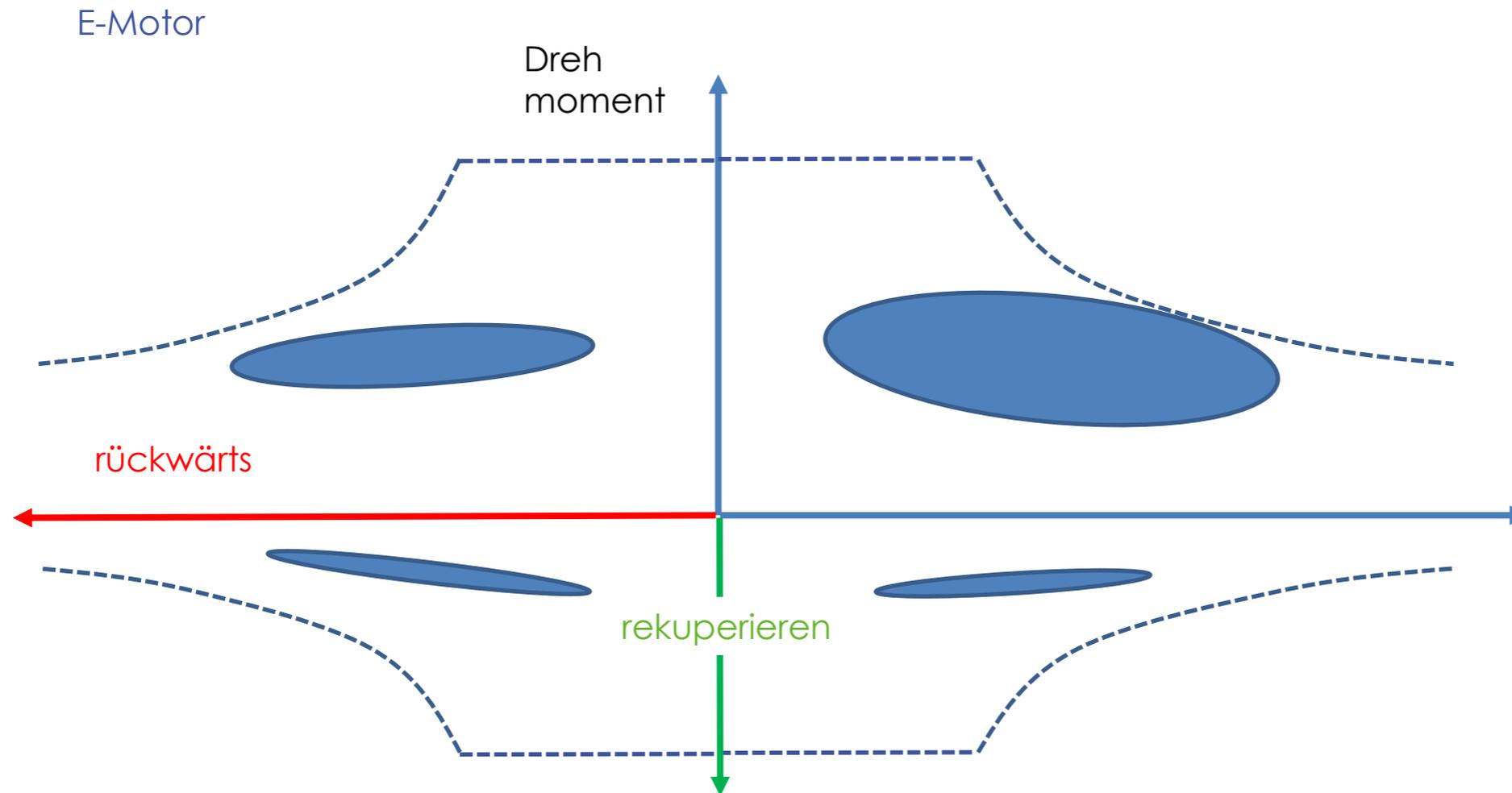
Drehmoment



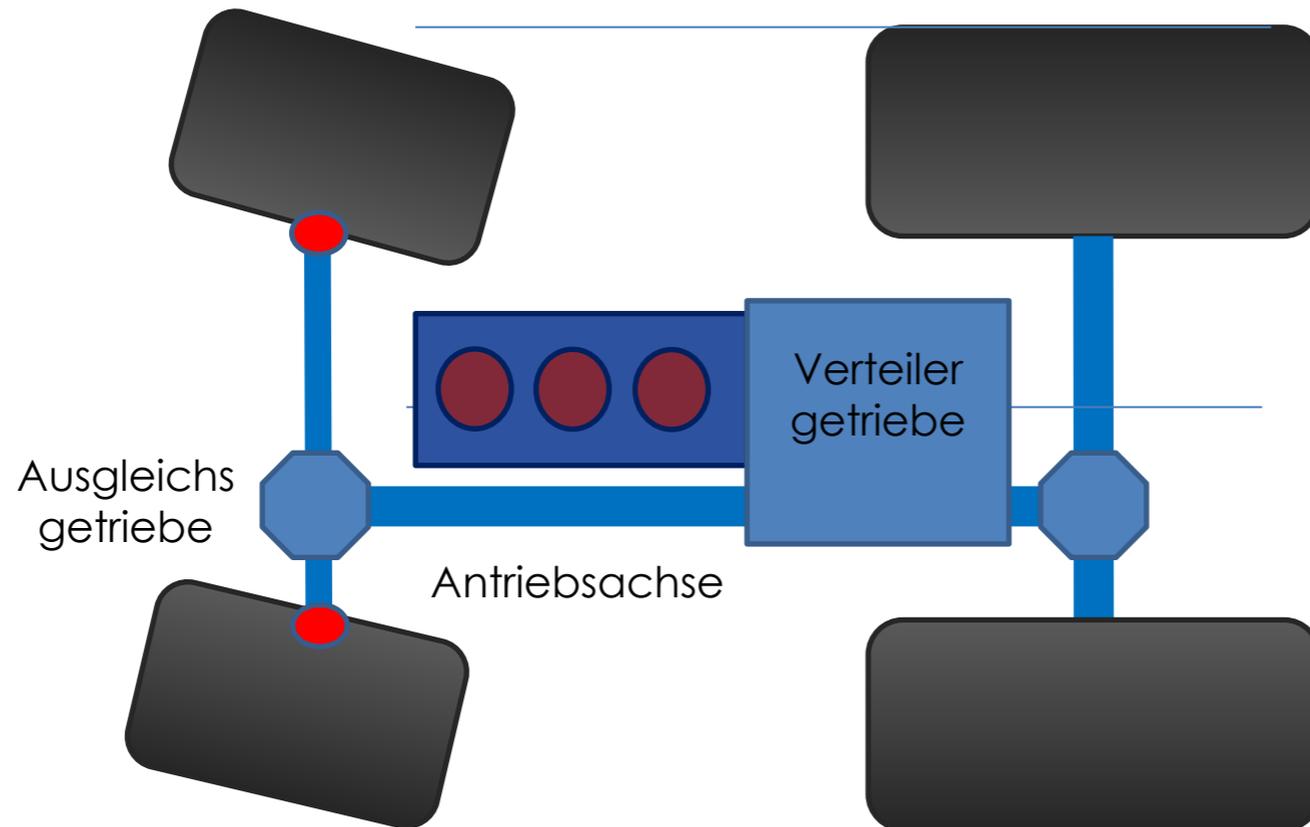
Drehzahl

Fahrtrieb

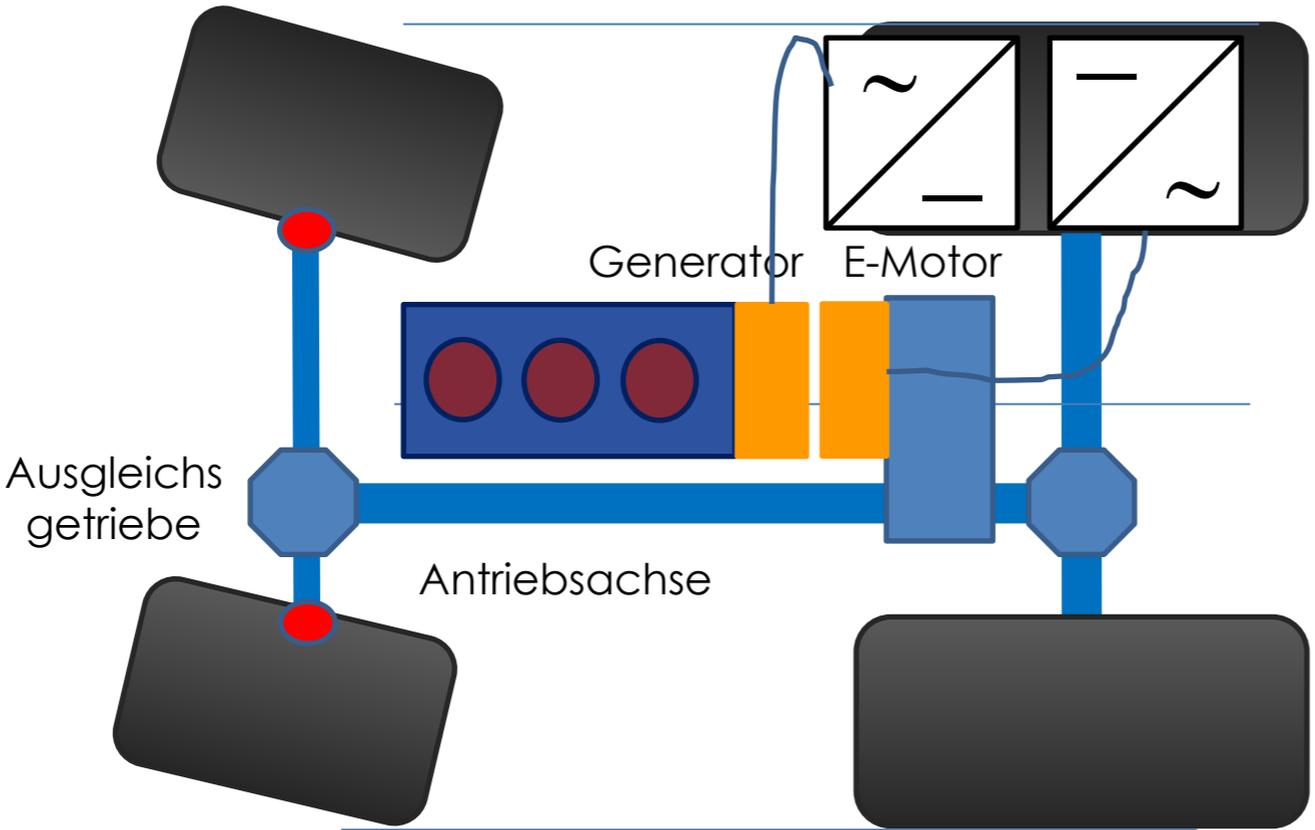
Zugkraftdiagramm für Ladebetrieb



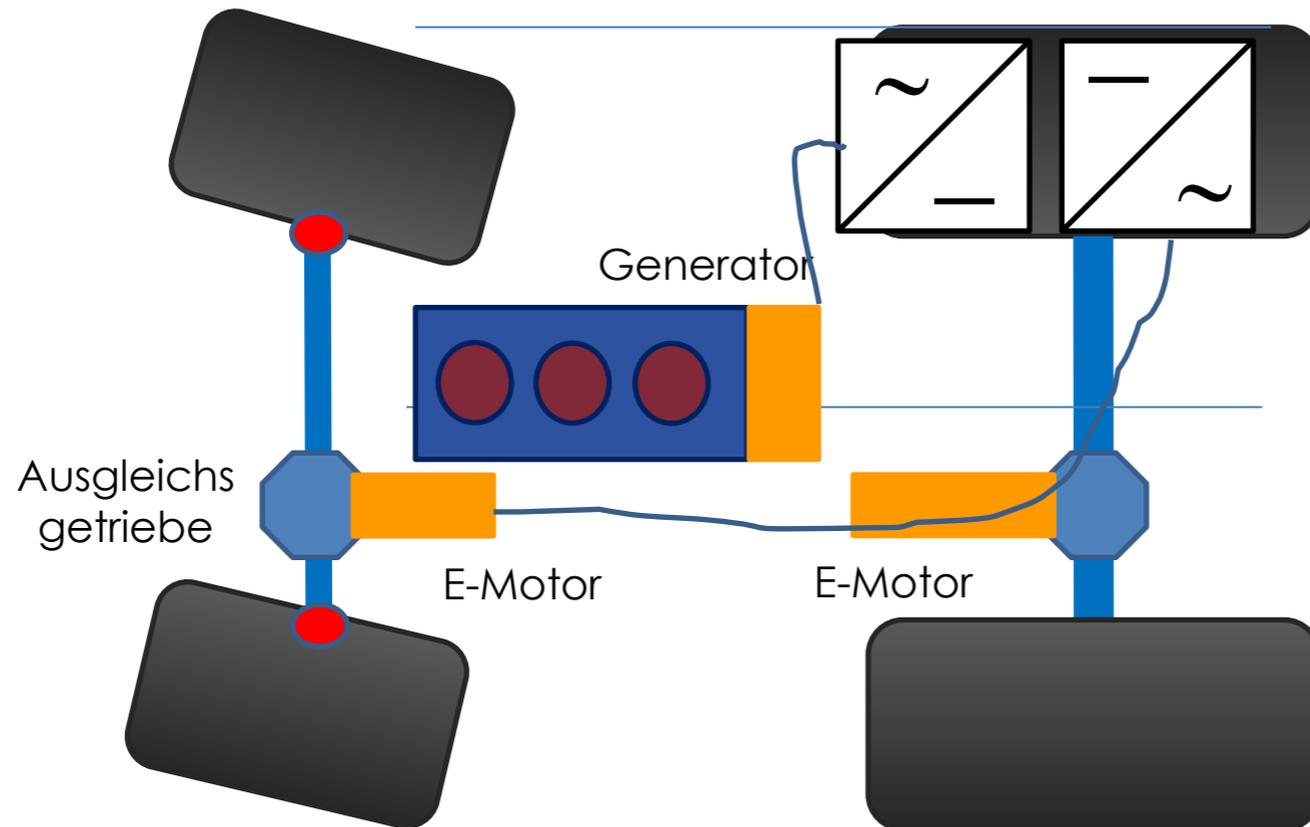
Diesel-Schlepper



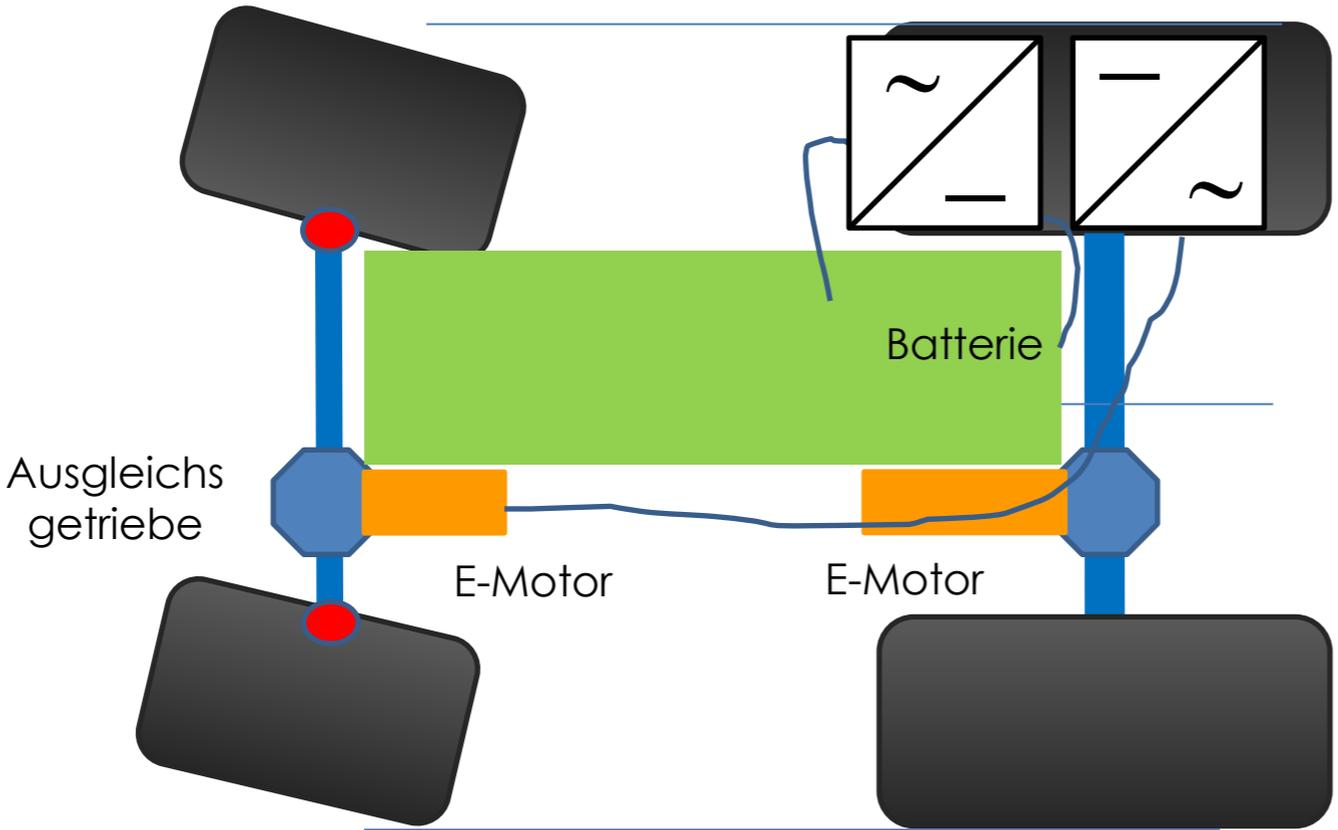
Diesel-Schlepper mit elektrischer Kraftübertragung



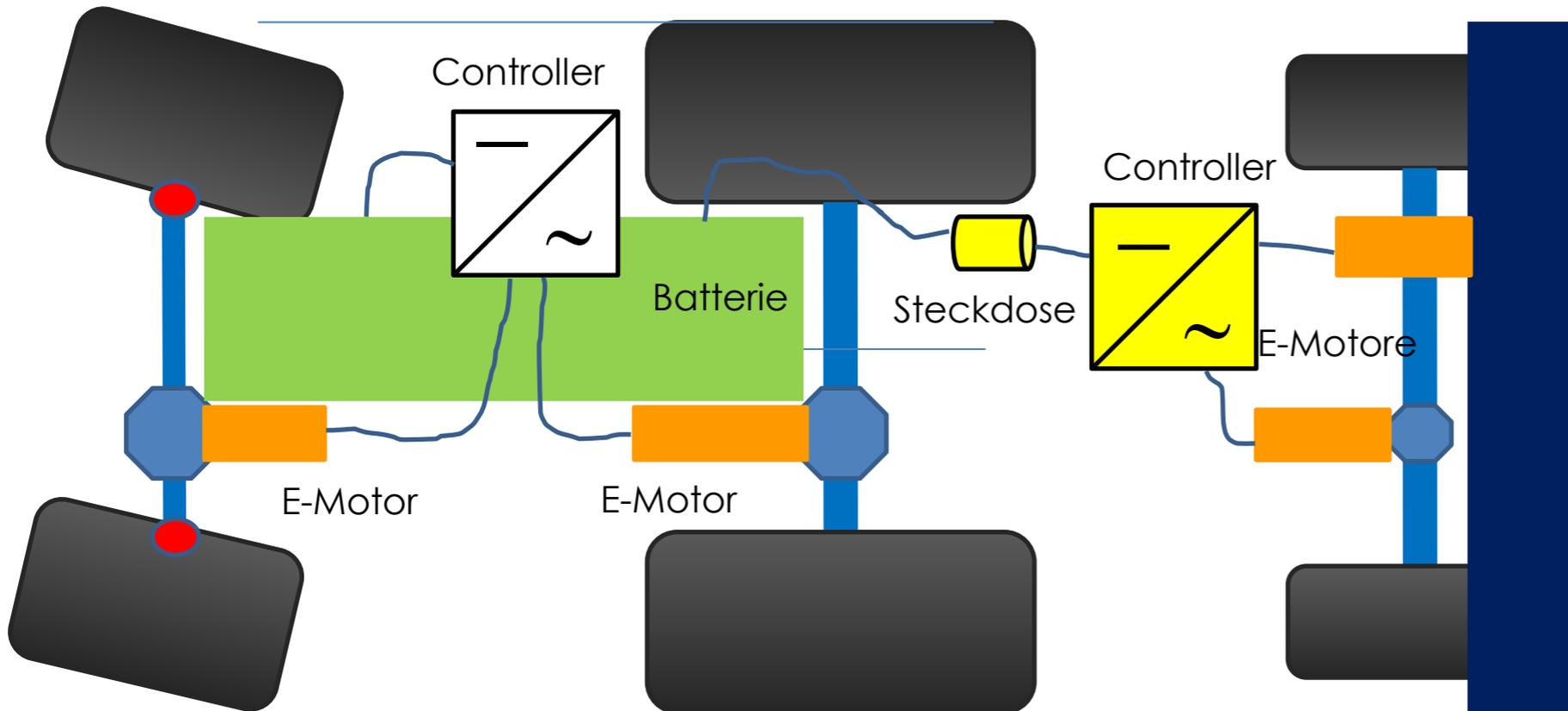
Diesel-Schlepper mit elektrischer Kraftübertragung



Akkuelektrischer Schlepper



Elektrifizierte Anbaugeräte



AEF (Agriculture Energy Foundation)

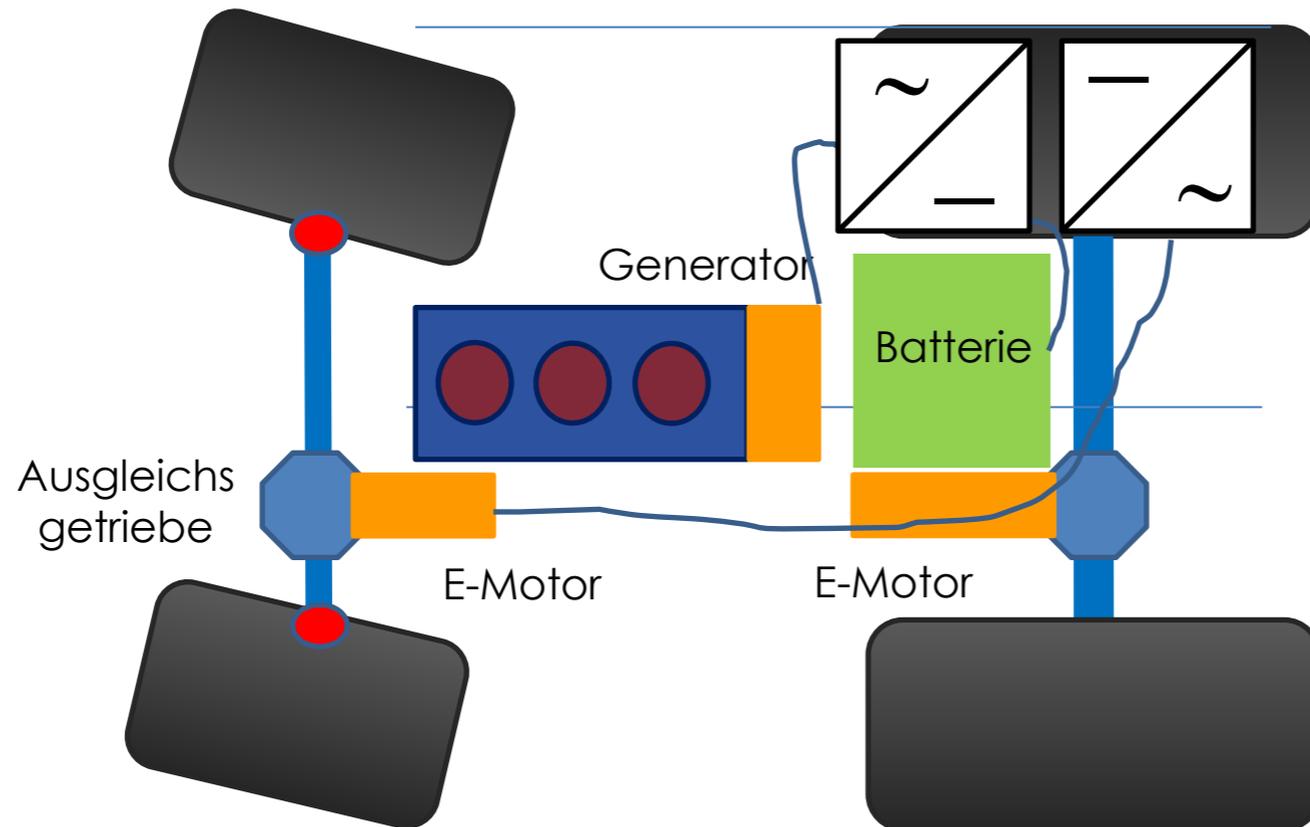
- Unterstützung bei der Umsetzung allgemein anerkannter Normen für elektrische und elektronische Schnittstellen
- ISOBUS (Steuerungsschnittstelle)
- Schnittstelle für Hochvolt-Bordnetze
- Niederlassung in Frankfurt

Gliederung

1. Aspekte zum E-Antrieb
- 2. Hybrid Fahrzeugkonzepte für morgen**
3. E-Fahrzeugkonzepte für morgen
4. Betriebskostenvergleich
5. Konzepte für übermorgen
6. Fazit



Diesel-Hybrid-Schlepper mit elektrischer Kraftübertragung



Batterie in Gesamtsystem einbetten

- Laden mit PV-Eigenstrom
- Flexibler Einsatz für mehrere Anwendungen
- Stationärer Speicher
- Notstromversorgung
- Verbesserung der Effizienz

Diesel-Hybrid-Schlepper mit elektrischer Kraftübertragung



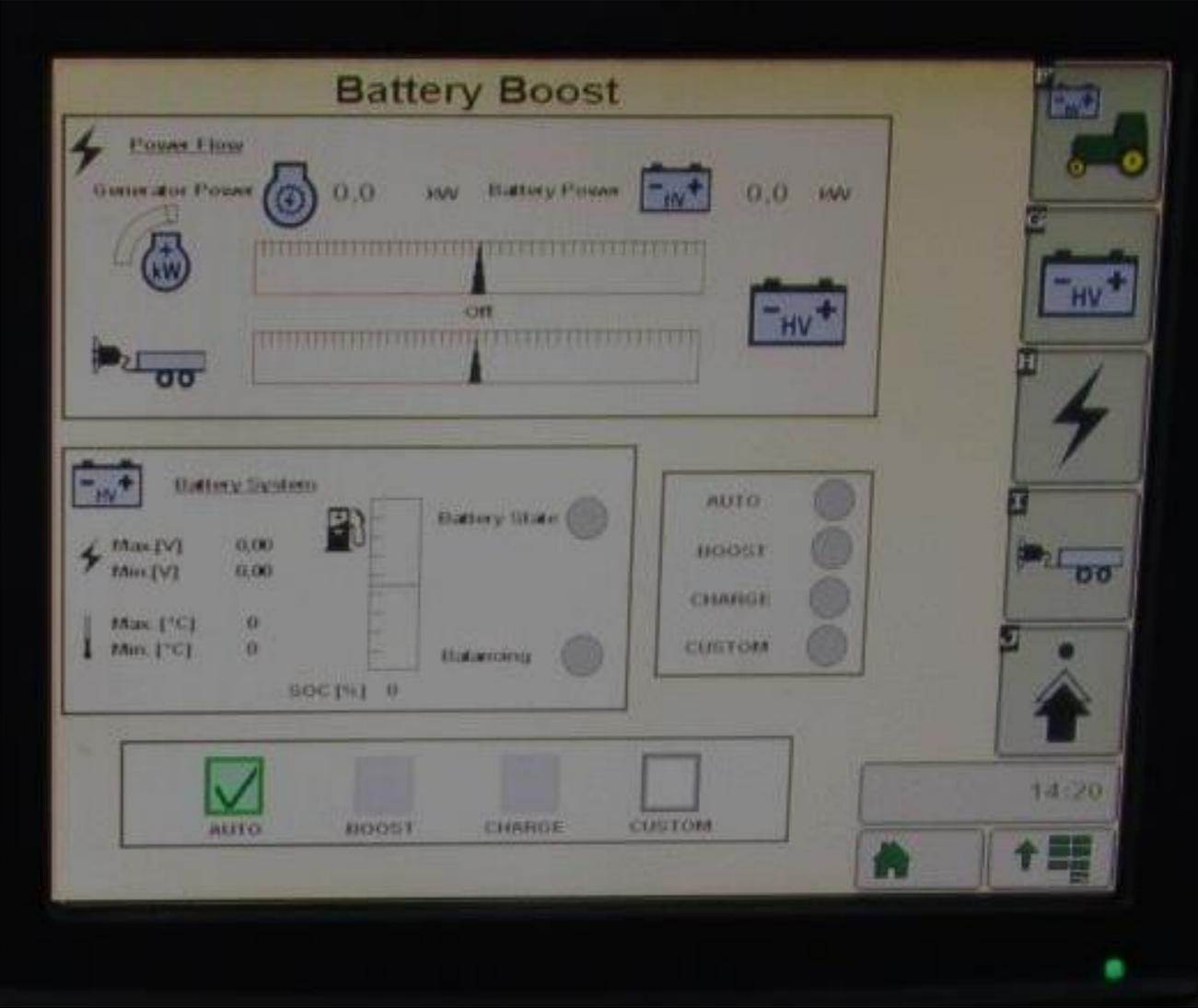
John Deere

- Mechanisch-
Elektrische
Leistungsverzweigung
- Bis zu 100 kW
Leistungsabgabe über
Schnittstelle am
Fahrzeug

Hybrid-Plug-In-Schlepper



Hubert MAIERHOFER



Hybrid Schlepper



AUGA M1 Hybrid-Traktor mit Biomethan

AUGA Gruppe aus Litauen

Gasmotor mit CNG-Biomethan

Pufferbatterie

Gliederung

1. Aspekte zum E-Antrieb
2. Hybrid Fahrzeugkonzepte für morgen
- 3. E-Fahrzeugkonzepte für morgen**
4. Betriebskostenvergleich
5. Konzepte für übermorgen
6. Fazit



Teleskopplader Prototyp Faresin 6.26



Faresin 6.26 Diesel

Betriebsgewicht:	4.700 kg
Hubkraft:	2.600 kg
Leistung:	60 kW
Hydraulik, Hubwerk	80 l/min, 230 bar

Faresin 6.26 Electric

Hubkraft:	2.600 kg
Autonomie:	6 h

Teleskopplader JCB 525-60E



JCB 525-60E

Max. Tragfähigkeit	2.500 kg
Akku-Kapazität:	24 kWh, 96 V
Li-Ion	
Hydraulik, Hubwerk	80 l/min, über
22 kW Motor	
Fahrmotor mit 17 kW	

Hoflader



Quelle: Weidemann, Bema

Weidemann 1160 eHoftrac

Betriebsgewicht 2.350 kg
Kipplast mit Schaufel 1.348 kg



Kehrmaschine: Bema 20 Dual E

Futtermischwagen



Siloking Truckline

Mischkapazität: 8 bis 14 m³

Akku-Auslegung: 3 Mischungen bei 100 Kühen

Länge ab 6,35 m, Breite 2,28 m, Höhe 2,25m

Quelle: Siloking, Tittmoning

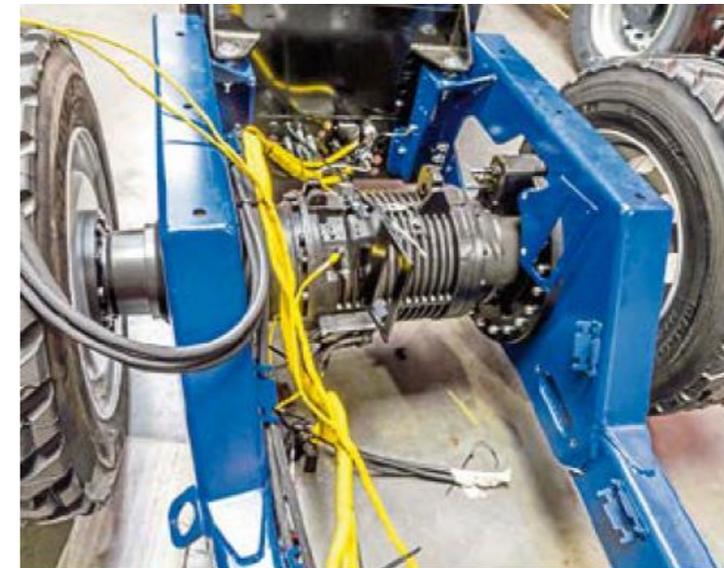
Antrieb (Jungheinrich)

Fahrtrieb: 18 kW

Mischschnecke: 15 kW

Blei-Akku: 80 V

465 Ah (37 kWh), 1.200 kg



Milchviehbetrieb in Südbayern



PV-Anlage, Stromspeicher,
Energiemanagement

Futtermischwagen Siloking 14 m³

Milchviehbetrieb in Südbayern



PV-Anlage, Stromspeicher,
Energiemanagement

Futtermischwagen Siloking 14 m³

Hoflader Kramer 5055e

Hoflader Weidemann 1160e

Milchviehbetrieb in Südbayern



Hubert Maierhofer



PV-Anlage, Stromspeicher,
Energiemanagement

Futtermischwagen Siloking 14 m³

Hoflader Kramer 5055e

Hoflader Weidemann 1160e

Melkroboter, Mistschieber
Futterschiebroboter,

Kompaktschlepper



Vollelektrischer Traktor mit 50 kW Leistung. Der Akku hat eine Speicherkapazität von 100 kWh. Laden über CCS mit 50 kW

Ausgewählte Betriebe für den Praxiseinsatz des Fendt e100 gesucht

Agrar-Transporter

EVUM-ACAR

Basis-Transportfahrzeug

20 kWh Akku

1.000 kg Zuladung

2*10kW Allrad-Antrieb

PV-Dach für Fahrerhaus

Versorgung elektrischer Geräte



Quelle: EVUM Motors



Umrüstung auf E-Antrieb

Individuelle Lösungen möglich:

- Bidirektionaler Betrieb
- Umrüstung von Bestandfahrzeugen



Quelle: www.esdi-ev.de;

www.fleck-elektroauto.de

Grünfutter-Mähladewagen



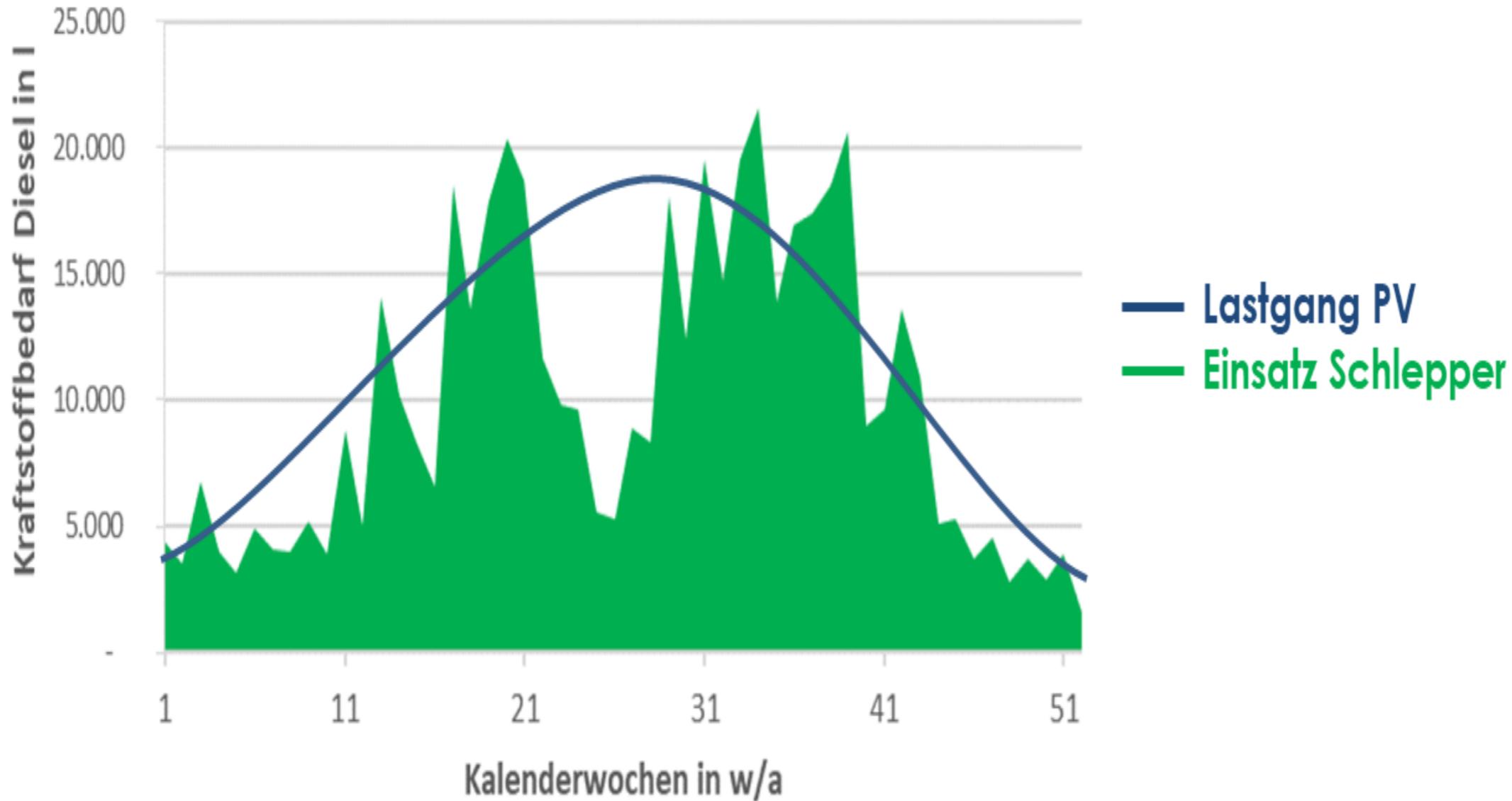
Umbau auf Basis von BONINO

Hydraulik, Aggregate: 44 kW

Fahrantrieb: 28 kW

Akku: 18 kWh

Jahresgang PV und Dieselbedarf LW über's Jahr



Gliederung

1. Aspekte zum E-Antrieb
2. Hybrid Fahrzeugkonzepte für morgen
3. E-Fahrzeugkonzepte für morgen
- 4. Betriebskostenvergleich**
5. Konzepte für übermorgen
6. Fazit



Ladeauslegung für Agrarfahrzeuge

Stromstärke [A]	Leistung [kW]	Ladeleistung [kW]	
10	7		
16	11	11	AC
32	22	22	Normalladen
64	44		
80	55	50	DC Schnellladen
170	117	100	
250	173	150	

	Akku-kapazität [kWh]	Normalladen mit 22 kW [h]	Schnellladen mit 50 kW [h]	Schnellladen mit 200 kW [h]
Standardtraktor	400	18	8	2
Hoflader	33	1,5	1	-

Kostenvergleich Hoflader (Basis KTBL)

Hoflader					
Diesel			Elektrisch		
<ul style="list-style-type: none"> - Dieselposten 85 ct/l (frei Hoftankanlage, ohne Mehrwertsteuer) - Stromkosten 20 ct/kWh (frei Hof, ohne Mehrwertsteuer) - Verluste durch Kühlung und Nebenabtriebe bei Elektrovariante betragen die Hälfte der Diesel-Variante - Reparaturkosten (Wartungs- und Instandsetzungskosten) der Elektrovariante betragen 2/3 der Diesel-Variante - Die Elektrovariante kostet in der Anschaffung 50 % mehr als die Diesel-Variante 					
davon Zins (3% Zinssatz)	396	€/a	davon Zins (3% Zinssatz)	594	€/a
davon Versicherung, Steuer, Überwachung	54	€/a	davon Versicherung, Steuer, Überwachung	54	€/a

Kostenvergleich Hoflader (Basis KTBL)

Hoflader					
Diesel			Elektrisch		
Leistung	24	PS	Leistung	18	kW
Anschaffung	22.000	€	Anschaffung	33.000	€
Nutzungszeit	10,00	a	Nutzungszeit	10,00	a
Betriebsstunden	900,00	h/a	Betriebsstunden	900,00	h/a
Diesel	2,10	l/h	Strom	6,60	kWh/h
Fixe Kosten	2.210	€/a	Fixe Kosten	3.288	€/a
davon Abschreibung (20% Restwert)	1.760	€/a	davon Abschreibung (20% Restwert)	2.640	€/a
davon Zins (3% Zinssatz)	396	€/a	davon Zins (3% Zinssatz)	594	€/a
davon Versicherung, Steuer, Überwachung	54	€/a	davon Versicherung, Steuer, Überwachung	54	€/a
variable Kosten	4,39	€/h	variable Kosten	3,05	€/h
davon Reparatur	2,60	€/h	davon Reparatur	1,73	€/h
davon Kraftstoffkosten	1,79	€/h	davon Kraftstoffkosten	1,32	€/h
Feuerungswärmeleistung	21,0	kW	Ladeeingangsleistung, gemittelt	6,6	kW
Antriebsleistung	4,6	kW	Antriebsleistung, gemittelt	4,6	kW
Gesamtkosten	6.157	€/a	Gesamtkosten	6.035	€/a
davon Kraftstoffkosten	1.607	€/a	davon Kraftstoffkosten	1.187	€/a

Gliederung

1. Aspekte zum E-Antrieb
2. Hybrid Fahrzeugkonzepte für morgen
3. E-Fahrzeugkonzepte für morgen
4. Betriebskostenvergleich
- 5. Konzepte für übermorgen**
6. Fazit



Agrarroboter



Hubert Maierhofer

Farmdroid aus Dänemark

Aussaat- und Hack-Roboter für
Rüben und Sonderkulturen

PV-Leistung: 1kW

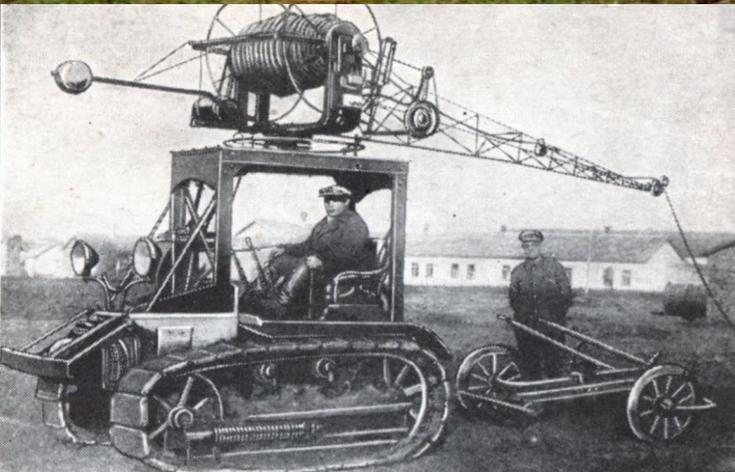
Batterie-Kapazität: 2,4 kWh

Geschwindigkeit, max: 1 km/h

Gewicht: 700 kg

Arbeitsbreite: 3m

Autonomer Schlepper mit Kabeltrommel



John Deere Prototyp

Kabel: 1000m, 700V

Fahrtrieb: 150 kW

Nebenantrieb: 200 kW

Versuche seit 2014

Fernsteuerung,
Programmierung der
Fahrstrecke

Quelle: Profi / Schrank, John Deere

Fazit

- Der heutige Ackerschlepper ist nicht rein akku-elektrisch zu betreiben
- Der E-Antrieb bietet sich in der Innenwirtschaft an
- Neue Anwendungsbereiche werden sich durch „Agrarroboter“ ergeben

