

Batterieelektrische Antriebe in der Landwirtschaft

Steffen Kümmerer

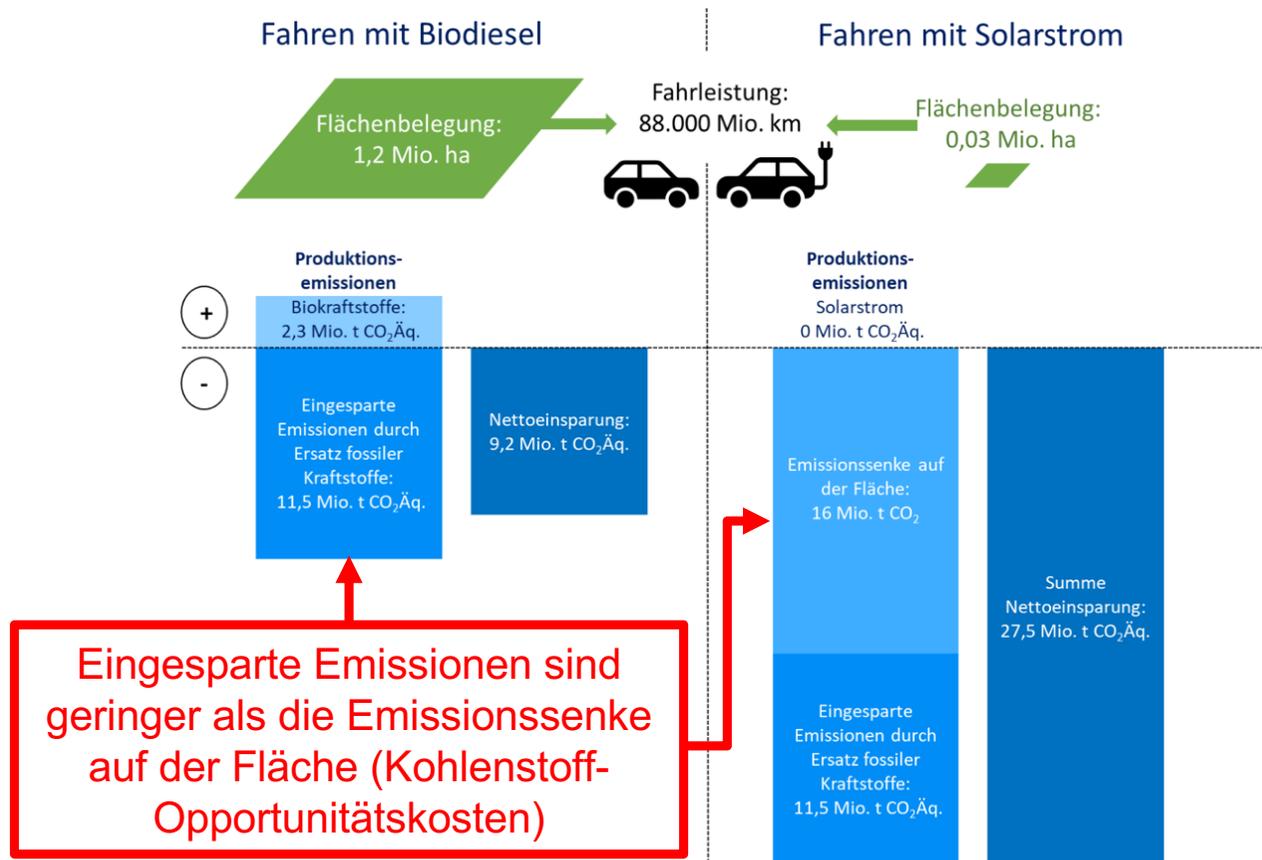
15.05.2025



Hintergrund

- Substitution von fossilen Energieträgern notwendig, um die Klimaziele zu erreichen
- Alternativen (Biokraftstoffe, Biogas, Wasserstoff, etc.) sind entweder nur begrenzt verfügbar oder besitzen hohe Kohlenstoff-Opportunitätskosten (Breunig & Mergenthaler, 2022; Fehrenbach & Bürck, 2022)
- Batterieelektrische Antriebe nur für Prozesse mit geringem Energiebedarf (KTBL, 2023)

Biokraftstoffe



Biokraftstoffe als Antriebsalternative in der Landw.?

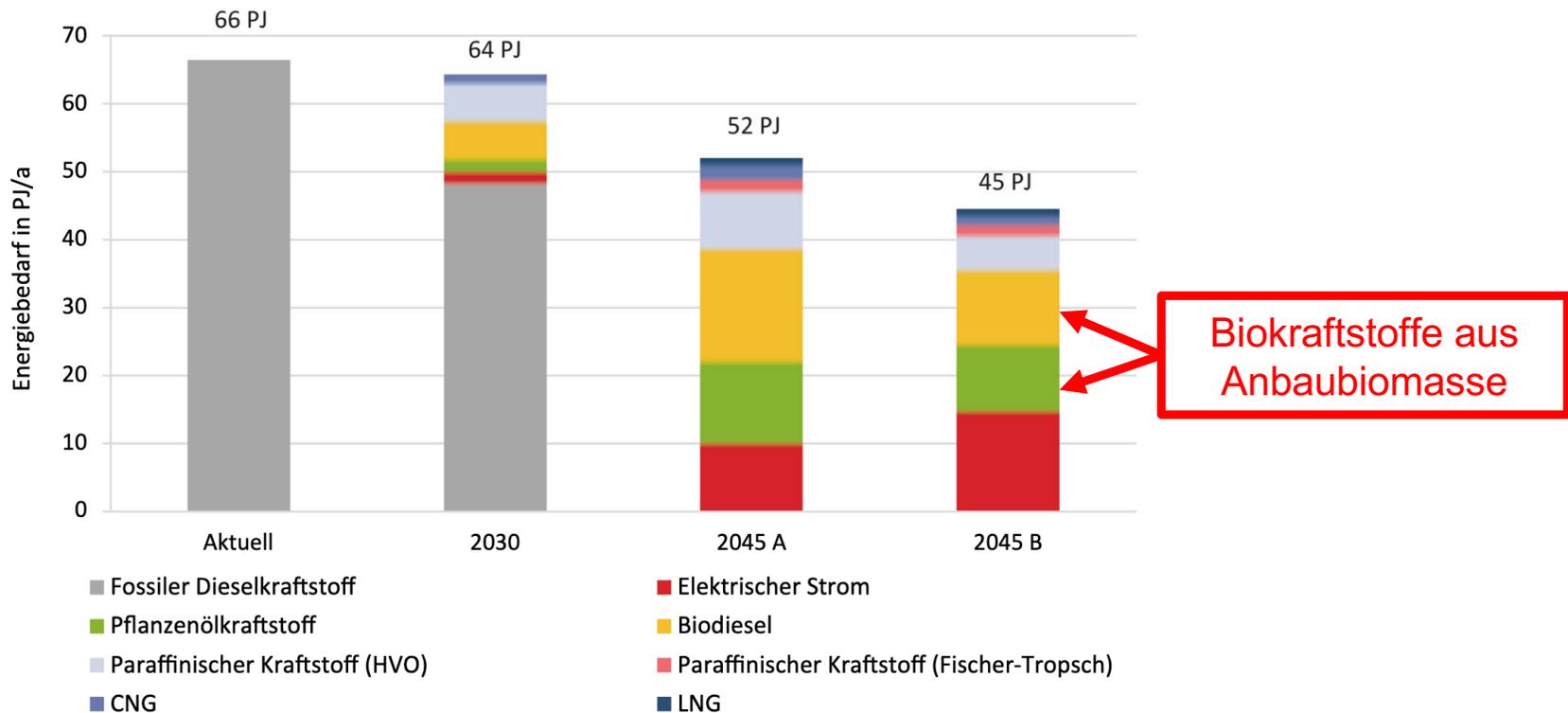
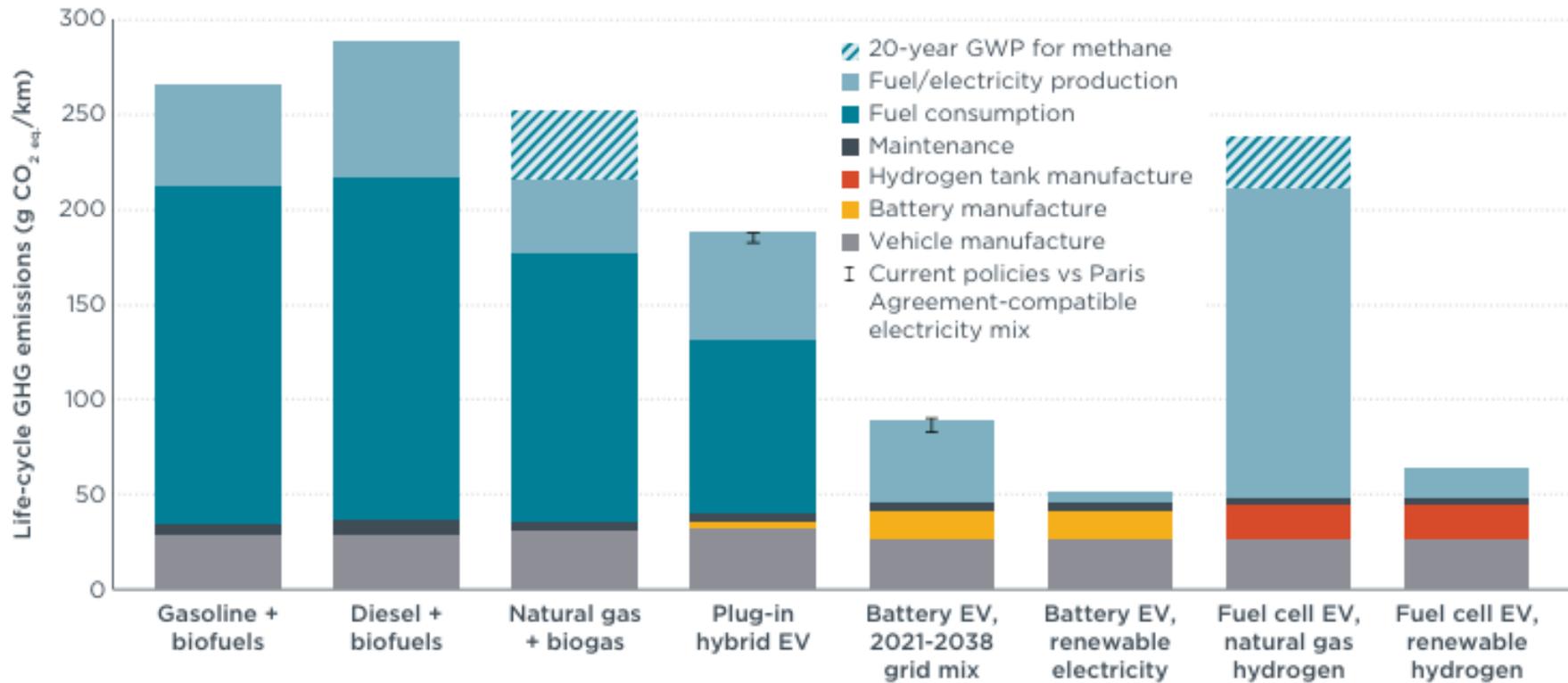


Abb. 16: Bedarf an Energieträgern für mobile Maschinen in der Landwirtschaft in den Szenarien „Aktuell“, „2030“, „2045 A“ und „2045 B“ (© KTBL)

Life-cycle GHG emissions of different vehicle



Idee des „Battery Swapping“



Quelle: www.gogoro.com



Quelle: www.epiroc.com



Quelle: www.duroelectric.com



Quelle: www.autocar.co.uk

Forschungsidee: Umsetzung des „Battery Swappings“ für landwirtschaftliche Großmaschinen





Forschungsfragen

- Unter welchen technischen, ökonomischen und akteursbezogenen Bedingungen können batterieelektrische Antriebe in der Landwirtschaft implementiert werden?
- Wie wirkt sich eine duale Nutzung (saisonale Zweitnutzung) von Batterien in der Landwirtschaft wirtschaftlich aus?
- Welche Faktoren beeinflussen die Akzeptanz von batterieelektrischen Antrieben in der Landwirtschaft?

Methodik

- **Techno-ökonomische Modellierung:**

Zentrale Bestandteile sind u.a.: Sensitivitätsanalyse,
Trendberechnungen und das Ableiten von Szenarien

- **Ziel:**

- Bewertung von Machbarkeit, Kosten und Nutzen neuer Technologien
- Ganzheitliches Bild der Wirtschaftlichkeit über verschiedene Zeit- und Unsicherheitsszenarien hinweg

Modell



Aktueller Stand

Energiebedarf	489 kWh/h	Energiekosten	Kosten ohne Zeitverlust	Kosten mit Zeitverlust	Kosten bei dualer Nutzung	Diesel + AdBlue + Schmierstoffe
Energiepreis	0,06 €/h	12 Tsd. €/a				
Kosten Batterien	115 €/kWh	Fixkosten	38 Tsd. €/a	115 Tsd. €/a	115 Tsd. €/a	65 Tsd. €/a
Diff. Antriebsstrang + Kosten Infrastruktur	10 Tsd. €/a	26 Tsd. €/a				
Anzahl Wechsel <small>225 kwh; 0,6 t</small>	3,1 W./h	Wechselkosten				
Dauer pro Wechsel	4 Minuten	77 Tsd €/a				
Duale Nutzung	0% der Batteriekosten					



Vorläufige Ergebnisse

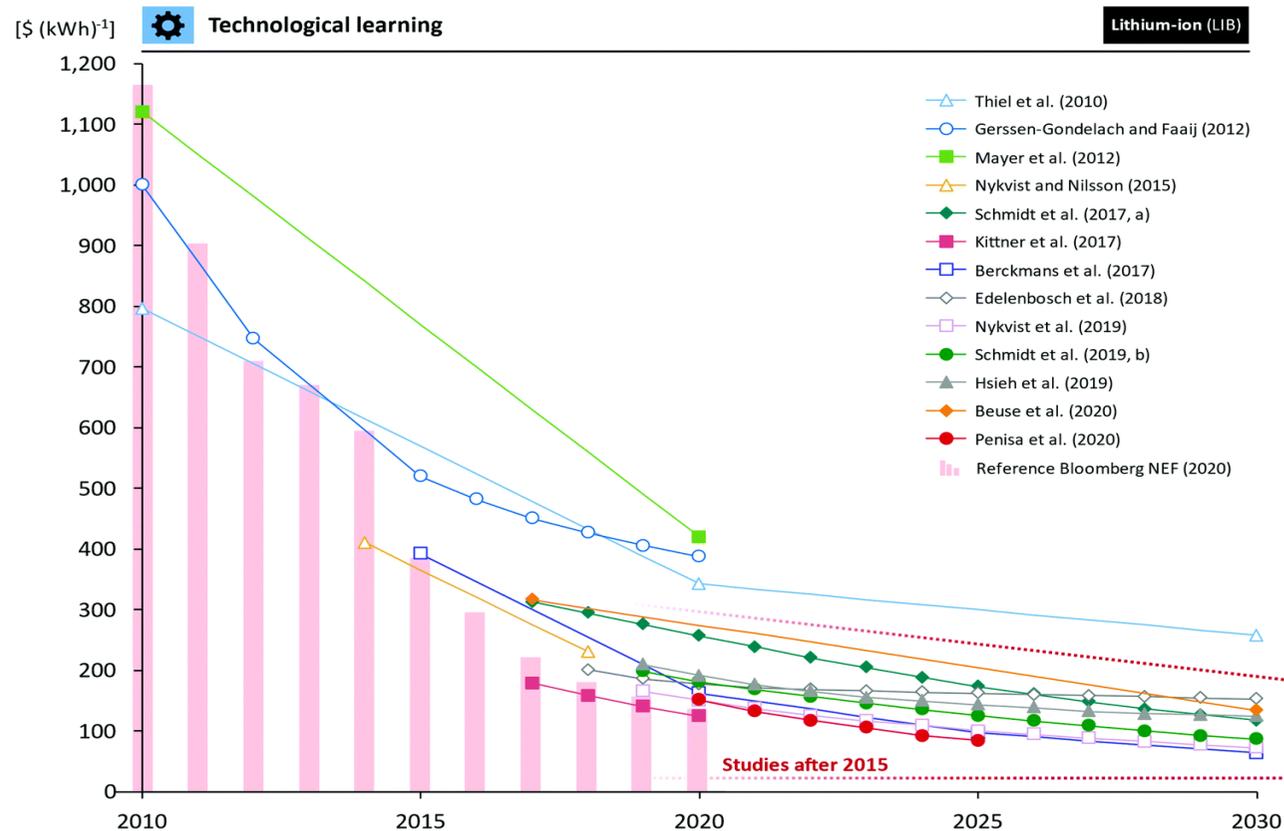
Aktueller Stand: Wechsel während der Fahrt

Energiebedarf	489 kWh/h	Energiekosten	Kosten ohne Zeitverlust	Kosten mit Zeitverlust	Kosten bei dualer Nutzung	Diesel + AdBlue + Schmierstoffe
Energiepreis	0,06 €/h	12 Tsd. €/a				
Kosten Batterien	115 €/kWh	Fixkosten	38 Tsd. €/a	38 Tsd. €/a	38 Tsd. €/a	65 Tsd. €/a
Diff. Antriebsstrang + Kosten Infrastruktur	10 Tsd. €/a	26 Tsd. €/a				
Anzahl Wechsel <small>225 kWh; 0,6 t</small>	3,1 W./h	Wechselkosten				
Dauer pro Wechsel	0 Minuten	0 Tsd €/a				
Duale Nutzung	0% der Batteriekosten					

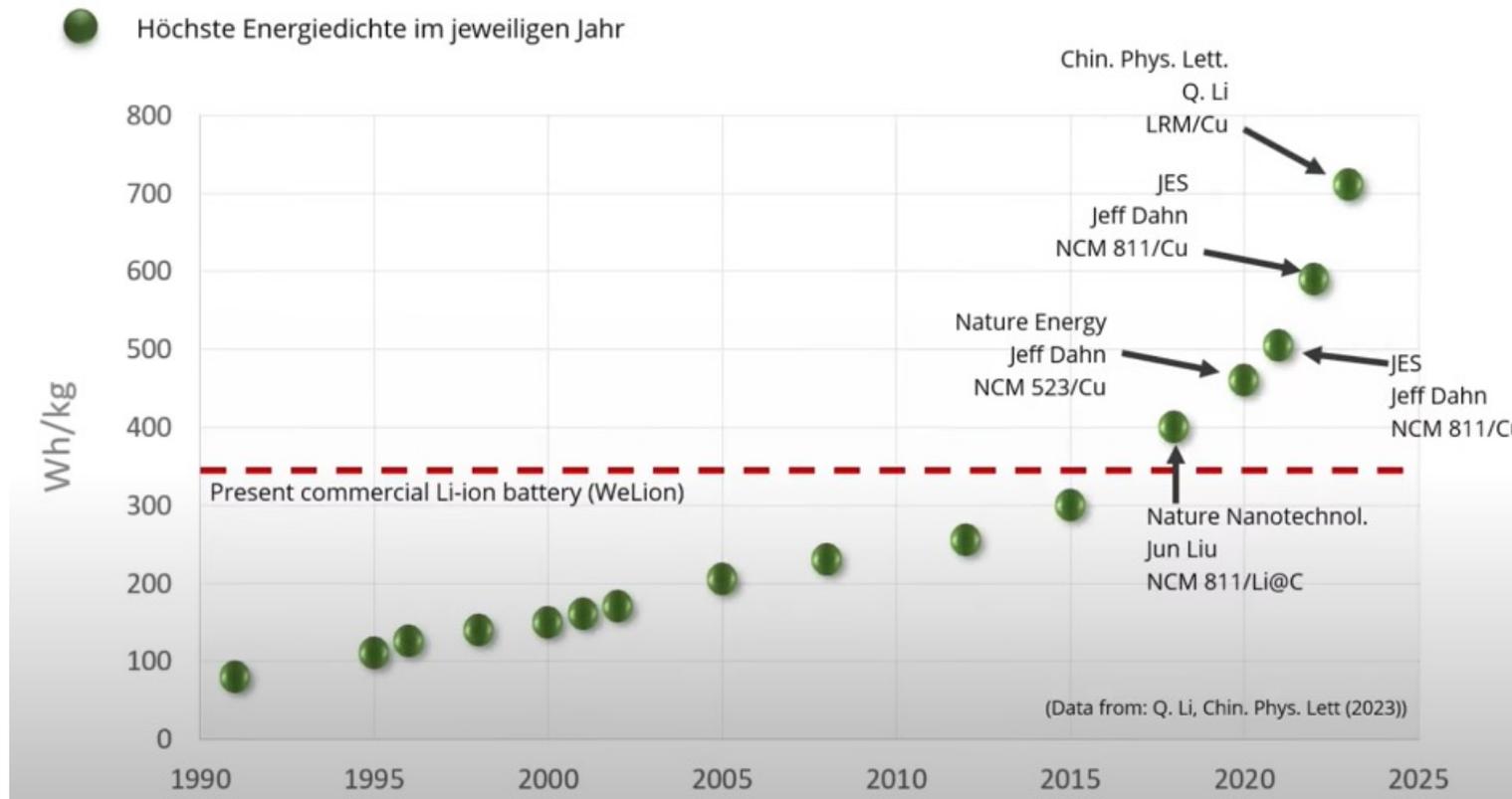
„Swapping on the go“ könnte bis zu 27 Tsd. €/a für Kostenparität verursachen!

Vorläufige Ergebnisse

Entwicklung Batteriekosten

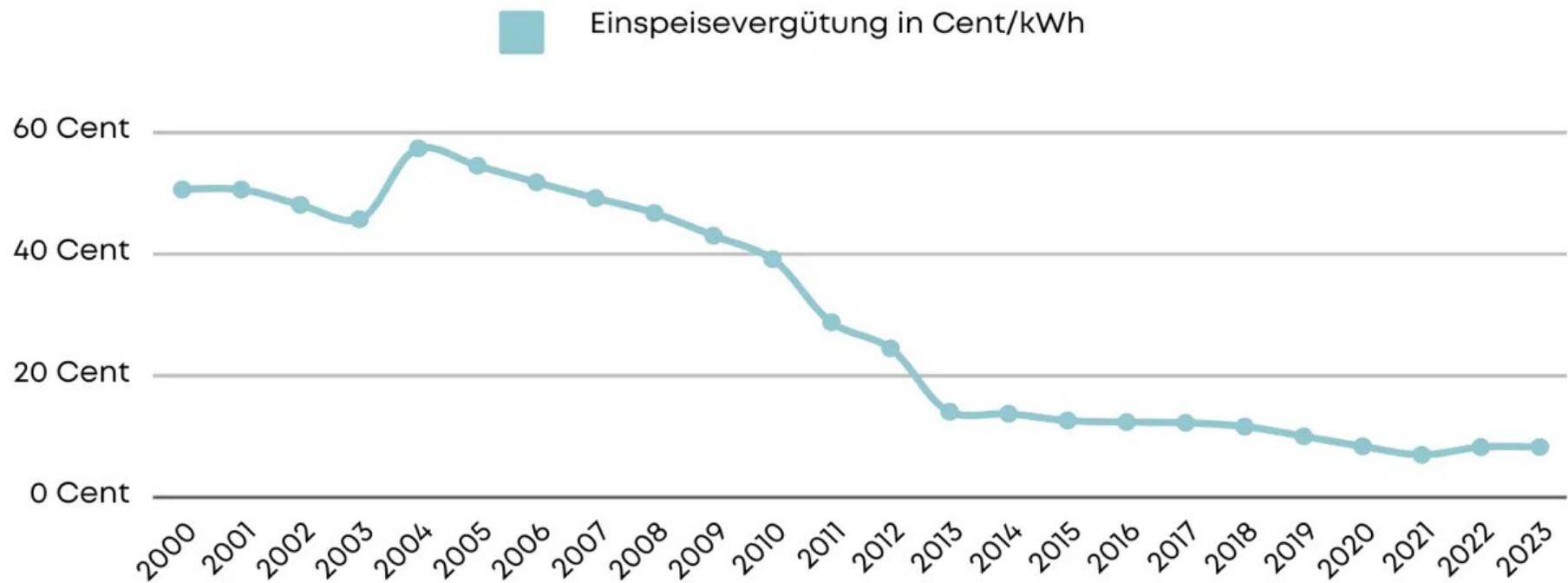


Entwicklung Energiedichte von Batterien





Entwicklung der Einspeisevergütung – PV ≤ 10 kWp





Duale Nutzung der Batterien

- Batterien werden im Mähdrusch nur sehr saisonal genutzt
- Zusätzliche Einnahmequellen außerhalb der Saison durch Netzpufferung bzw. Speicherung eigener Stromerzeugung
- Gesellschaftlicher Vorteil: Reduzierte Netzausbaukosten

Szenario 2035

Energiebedarf	489 kWh/h	Energiekosten	Kosten ohne Zeitverlust	Kosten mit Zeitverlust	Kosten bei dualer Nutzung	Diesel + AdBlue + Schmierstoffe
Energiepreis	0,04 €/h	8 Tsd. €/a				
Kosten Batterien	80 €/kWh	Fixkosten	38 Tsd. €/a	58 Tsd. €/a	40 Tsd. €/a	65 Tsd. €/a
Diff. Antriebsstrang + Kosten Infrastruktur	10 Tsd. €/a	30 Tsd. €/a				
Anzahl Wechsel <small>388 kWh; 0,6 t</small>	1,8 W./h	Wechselkosten				
Dauer pro Wechsel	2 Minuten	20 Tsd €/a				
Duale Nutzung	50 % der Batteriekosten					

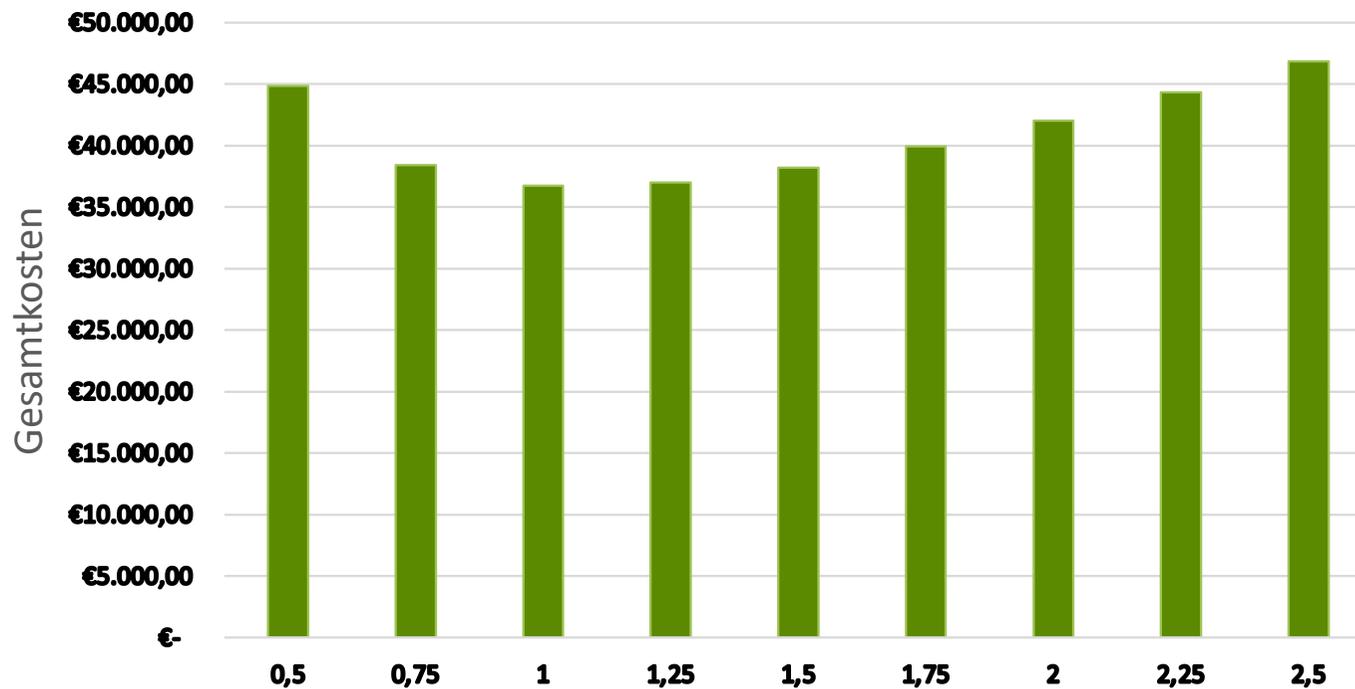


Vorläufige Ergebnisse



Logistikoptimierung erlaubt weitere Vorteile

Optimale Wechsel pro h bei 2 min Wechselzeit





Zusammenfassung

- Biokraftstoffe aus Anbaubiomasse führen zu höherer Klimawirkung als fossiler Diesel
→ Batterieelektrische Fahrzeuge auf Basis von PV & Wind einzig sinnvolle Lösung aus Klimaschutzsicht
- Battery Swapping wird bereits erfolgreich in verschiedenen Fahrzeugtypen eingesetzt
→ Potentiale für große landw. Maschinen
- Wechselkosten als wichtige Kostenkomponente → „Swapping on the go“ könnte bereits heute ökonomisch interessante Option darstellen!
- Technologietrends und Logistiko Optimierung führen in Zukunft zu steigender Attraktivität von Battery Swapping Systemen



WEIHENSTEPHAN · TRIESDORF
University of Applied Sciences

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!