

Sichere Energieversorgung netzferner Kleinverbraucher mit Direktmethanol- Brennstoffzellen

Validierungsvorhaben DMFC-USV

04. März 2013, Nicola Kimiaie, Martin Müller

Gliederung

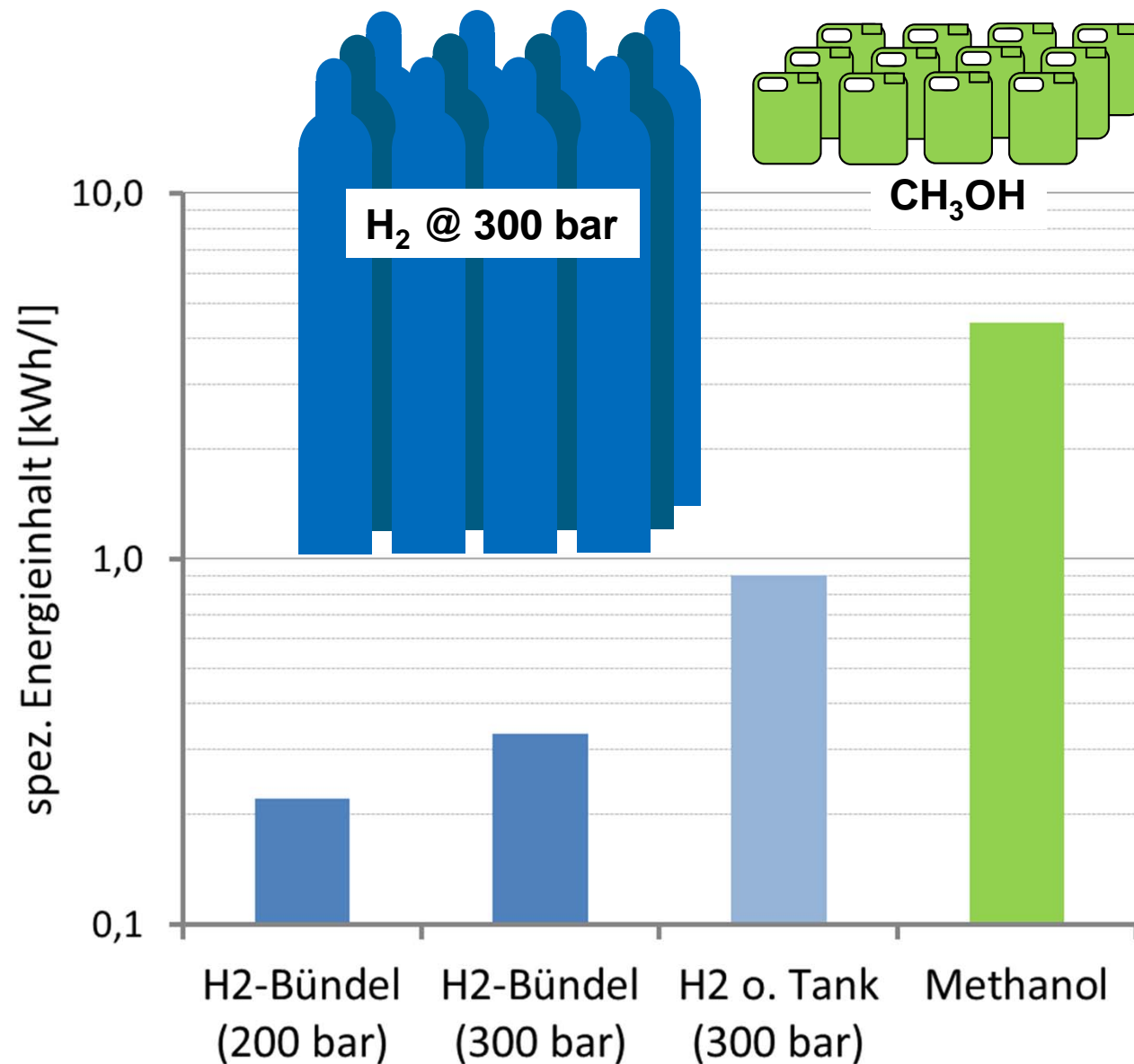
- Technologie DMFC-Systeme
 - Methanol
 - Systeme leichte Traktion
 - Langzeitstabilität
- Validierungsvorhaben
 - Ziele
 - Markt- und Wettbewerbssituation
 - Entwicklungsstand und Validierungslücke
 - Mehrwert durch Validierung
 - Verwertungsstrategie
- Diskussion



Methanol als Kraftstoff

Methanol

- Energiedichte (15,9 MJ/l bzw. 4,42 kWh/l)
→ Lange Betriebszeiten ohne Betankung (1,2 kWh/l)
- Flüssiger Kraftstoff
→ Nachtanken möglich
→ Einfacher Transport
- Als Biokraftstoff erhältlich
→ Geschlossener CO₂-Kreislauf



Seit über 10 Jahren arbeitet das FZJ an DMFC Systemen

Entwicklungsschwerpunkte

- MEA Komposition und Fertigung
- Elektrochemische Charakterisierung
- Alterungsstudien
- Stack-Entwicklung und -Fertigung
- System-Entwicklung und -Erprobung

Monopolares
Stackdesign



2003

Demonstrationssystem

→ Goldbeschichtete Ti-Kollektorplatten



Bipolares
Stackdesign



2006

Verbessertes System

→ Kennfeldregelung

2005

Erstes integriertes System

→ Bipolarplatten aus expandiertem Grafit



2007

1. HZK System

→ automatisierte
Stackfertigung



2009



2011

2. und 3. HZK System

→ Lebensdauer 3000 h
und > 18000 h



2014

Notstromversorgungsmodul

→ Lebensdauer 10 a

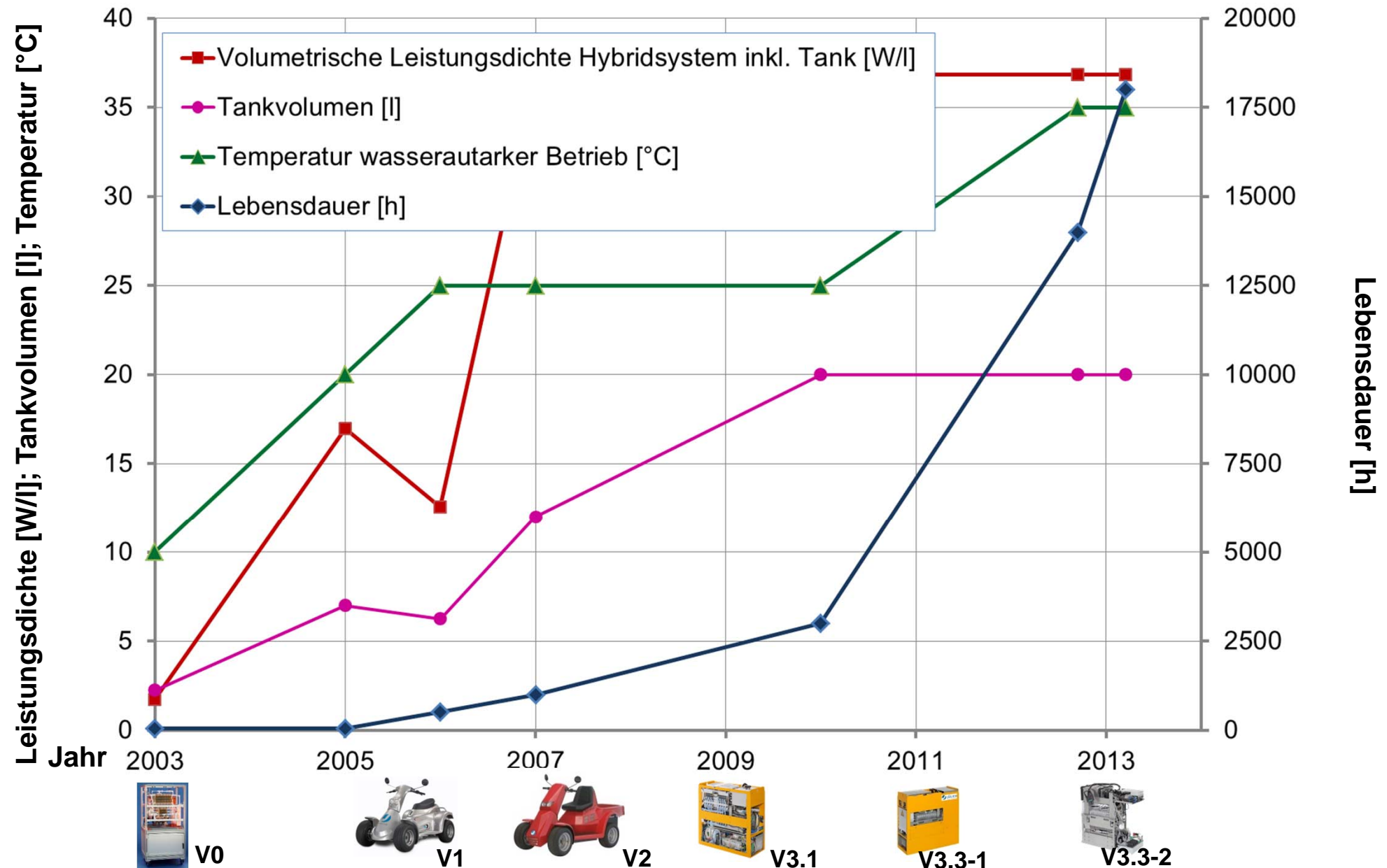
→ Wirtschaftlichkeit

1996: Zellentwicklung - 1999: Stackentwicklung - 2002: Systementwicklung - 2005: leichte Traktion - 2007: Industrieanwendung

Institut für Energie- und Klimaforschung – Elektrochemische Verfahrenstechnik (IEK-3)

HZK: Horizontal Kommissionierer

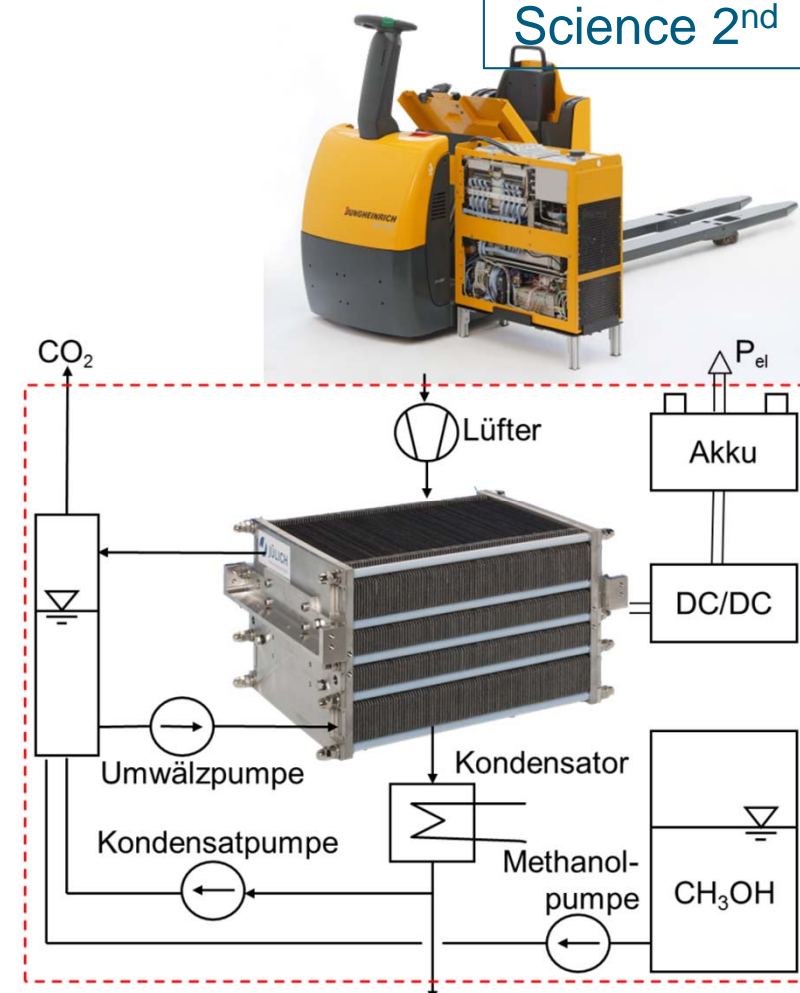
DMFC-Systeme des Forschungszentrums Jülich



Technische Anforderungen an DMFC-Systeme in der kW-Klasse für die leichte Traktion (Hubwagen)

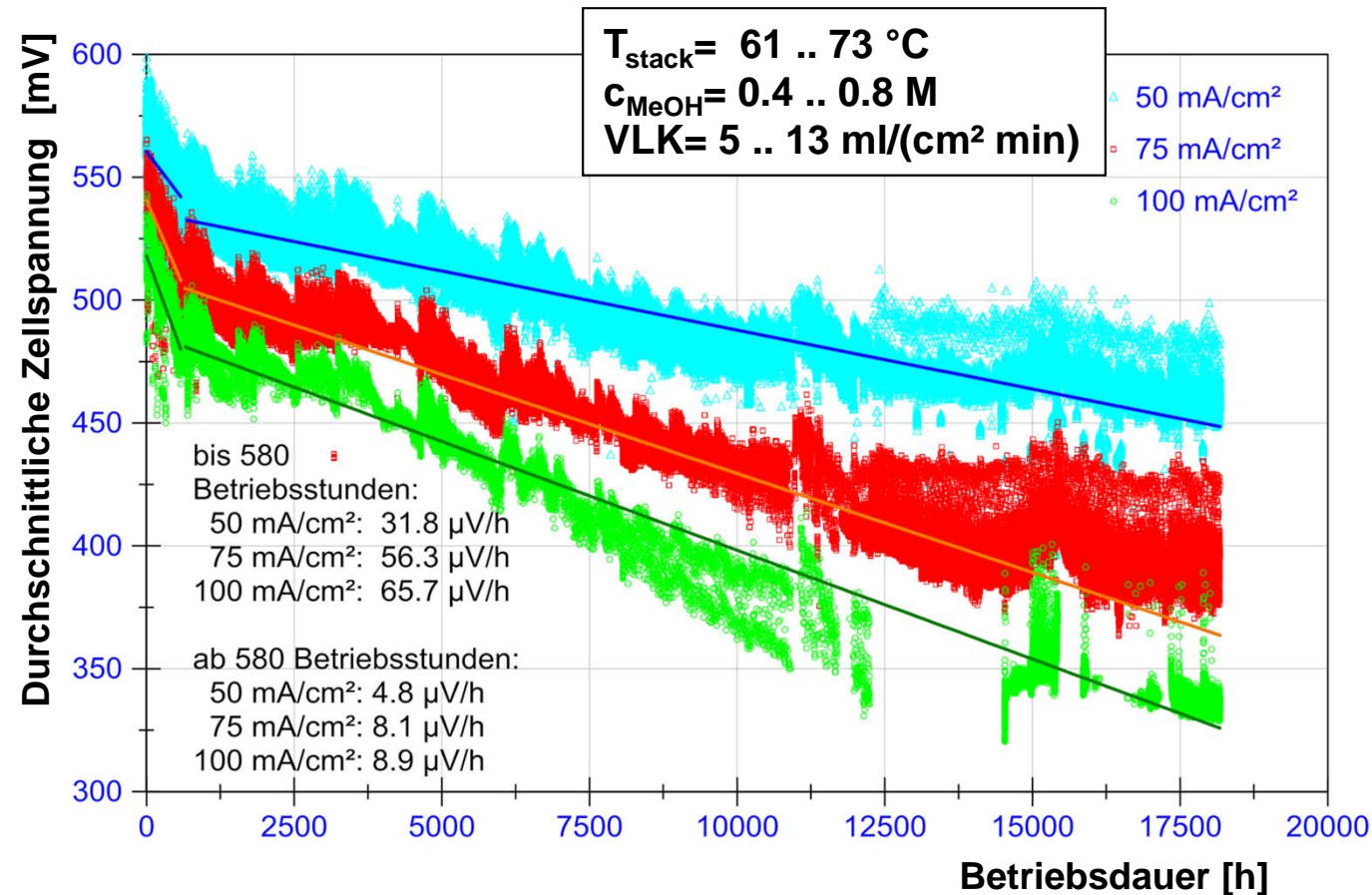
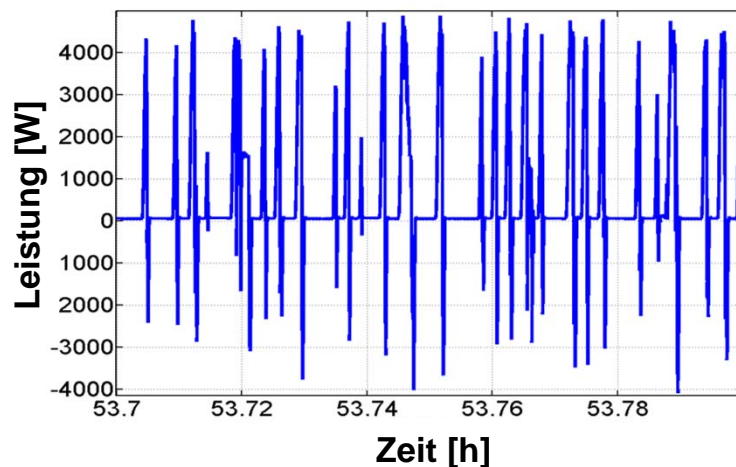
2012
f-cell award
Science 2nd

System	Spitzenleistung	7 kW (Brennstoffzellen-Batterie-Hybrid-System)
	Batterie	Hochleistungs Lithium-Ionen (45 Ah)
	CH ₃ OH-Kanister	20 l, 20 h Betrieb bei ~1 kW Durchschnittsleistung
	Kondensator	Wasserautarkie bis 35 °C Umgebungstemperatur
Stack	Nennleistung	1.3 kW
	Anzahl der Zellen	90
MEA	Leistungsdichte	0.075 W/cm ² @ 0.45 V
	Pt/PtRu-Belegung	4.5 mg/(cm ² Zelle)
	Elektrolyt	Nafion 115



MEA: Membrane Electrode Assembly
CH₃OH: Methanol

Ergebnisse des Langzeittests unter realem Lastprofil (drittes System)



→ Geschlossener Wasserhaushalt bis 35 °C Umgebungstemperatur

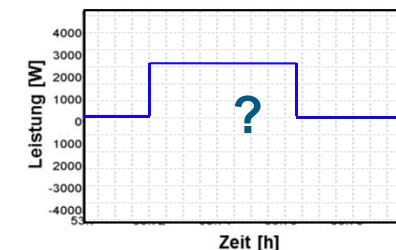
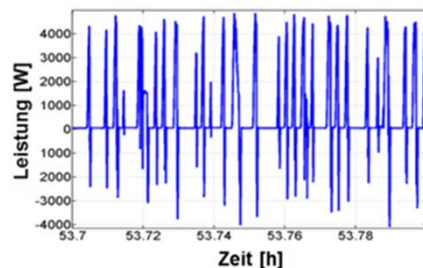
→ Wirkungsgrad 29 %

Entwicklungsstand und zukünftige Ziele Notstromversorgung



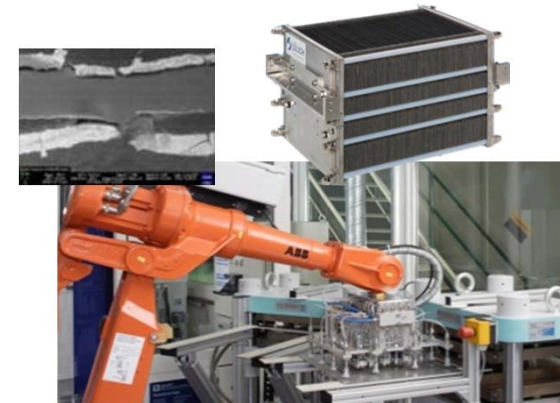
Anforderungen Notstromversorgung

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kosten pro kWh
Abh. Einsatzfall • Skalierbarkeit
1 kW-Systemleistung • Wartungsarm • Reichweite
(abh. Tankvolumen) • Dynamische Belastung
(>18.000 h Betrieb in 3 a) | <p>———— Systemvereinfachung ———→</p> <p>Kraftstoffqualität</p> <p>✓</p> <p>———— Dimensionierung ———→</p> <p>✓</p> <p>✓</p> <p>———— Stillstandsstrategie ———→</p> <p>✓</p> | <p>Kosten pro kWh
Vergl. H₂-System</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skalierbarkeit
1-3 kW • Wartungsarm (Fernüberw.) • Reichweite
72 h • Statische Belastung
(5.000 h Betrieb in 10 a) |
|---|---|---|



Notstromversorgung mit DMFC-System: Technische Ziele

- Systemintegration in 19" Rack
- Fernüberwachung
- Neue Spannungsebene (DC/DC)
- Vereinfachung der Sensorik
 - Keine CVM
 - Kein Methanol-Sensor
 - Kostengünstige Sensoren
- Minimale Degradation im Stillstand
- Technisches Methanol - Robustheit
- Kostengünstige MEAs



Übertrag Technikum → Anwendung

- Skalierung des Labormaßstabs in die Anwendungsgröße (max. 5 kW)
- Weiterentwicklung Fertigungstechnologien
- Systemintegration

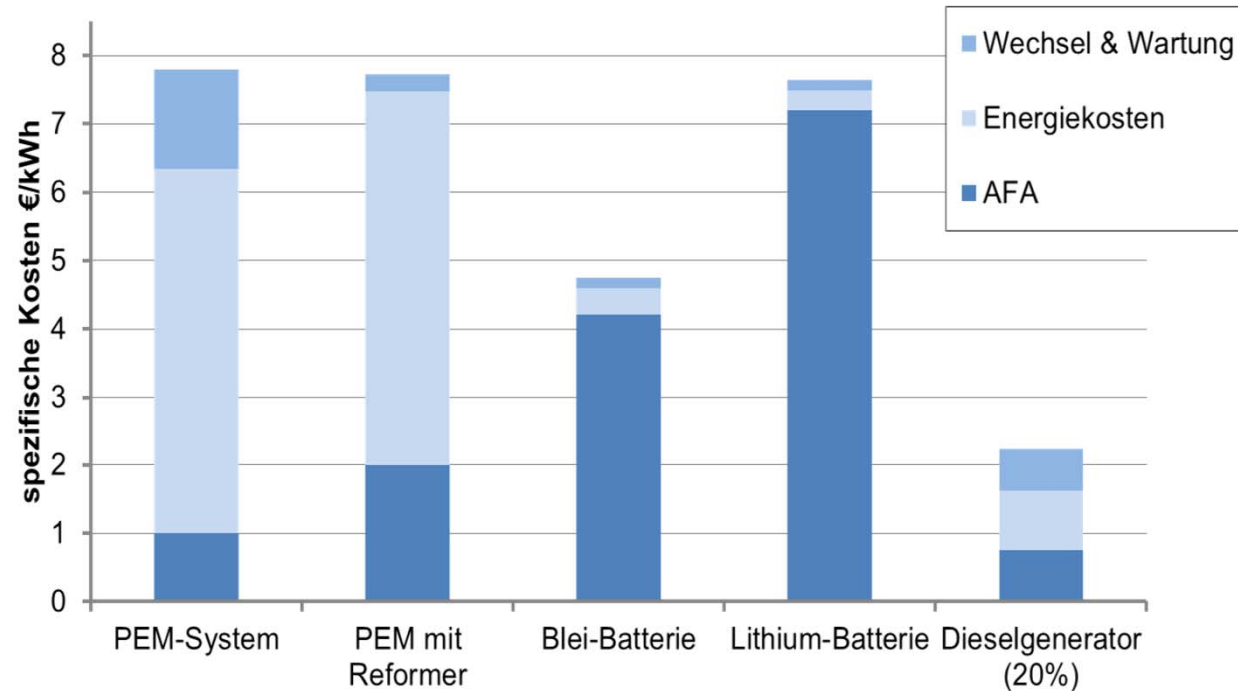
Markt- und Wettbewerbssituation Notstromversorgung

BOS-Sonder-Funknetze (TETRA)

- Deutschland → ~4.500 Stationen
- Dänemark → ~500 Stationen
- Weitere Länder

Randbedingungen

- 72 Stunden Verfügbarkeit bei Stromausfall
- Betriebsspannung 48 V Gleichstrom



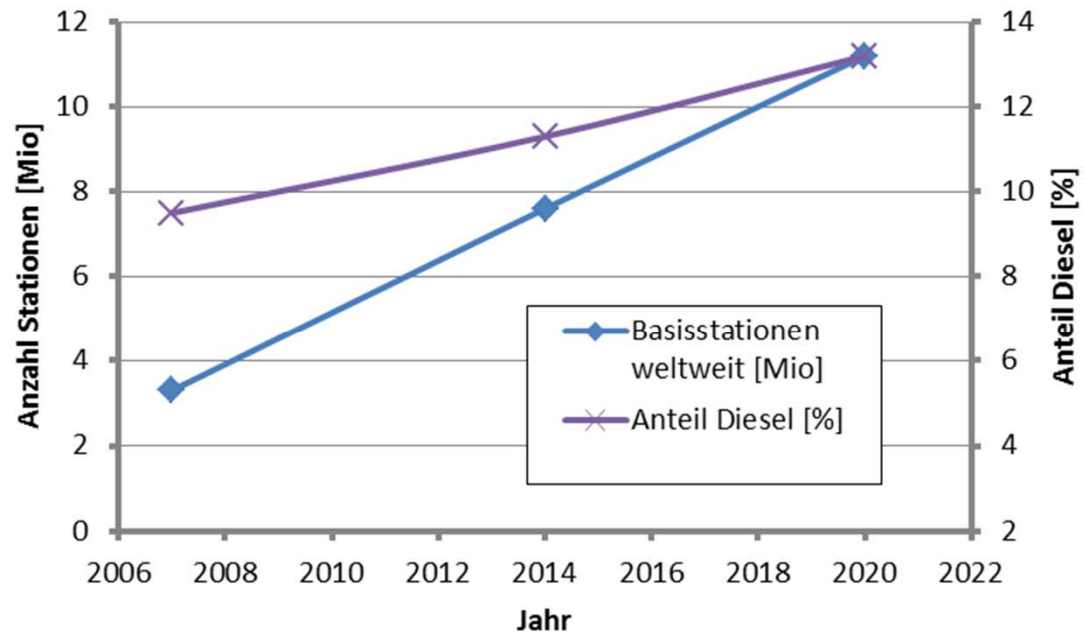
Verfügbare Notstromversorgung

	Brennstoffkosten	Skalierbarkeit	Wartung	Energiedichte	Emissionen
• Dieselaggregat	✓	✗	✗	✓	✗
• H ₂ -Brennstoffzelle	✗	✓	✓	✗	✓

Markt- und Wettbewerbssituation

Mobilfunknetze

- Weltweit starke Zunahme der Mobilfunk-Sendestationen
- Wachsender Anteil dieselektrischer Energieversorgung
- Abnahme des lokalen Leistungsbedarfs (1,7 kW → 1,1 kW)



Quelle: *IEEE Communications Magazine*, 08/2011

Situation Telekommunikation in Afrika und Asien (dezentrale Infrastruktur)

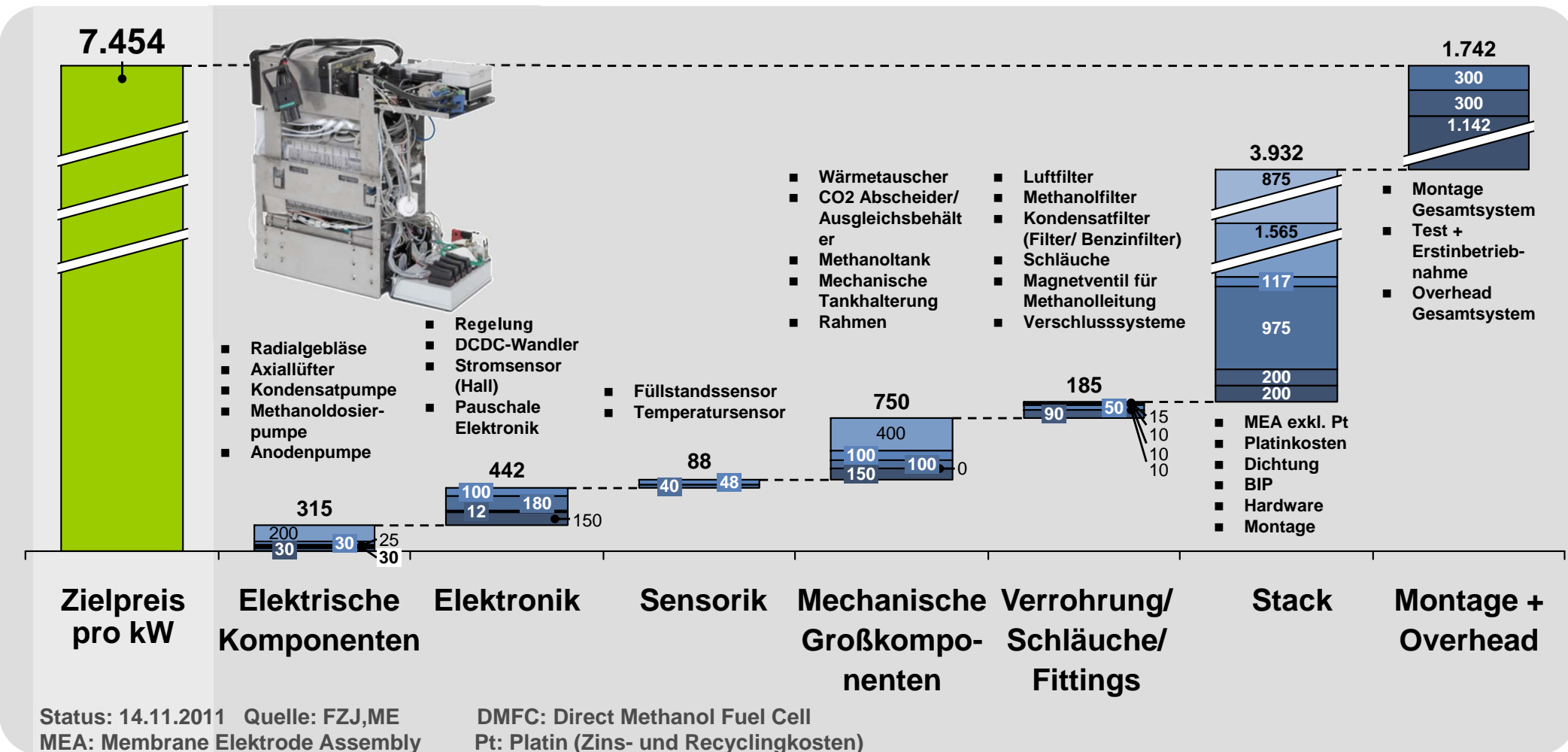
- Beispiel Indien: Oftmals Stromausfälle von 12-18 h am Tag [Bharti Infratel]

Markttrend: Kombination BZ mit regenerativen Quellen (Photovoltaik, Wind)

→ ca. 500 Betriebsstunden pro Jahr [GSMA, Frost & Sullivan]

Herstellungskosten vereinfachtes DMFC-Systemen

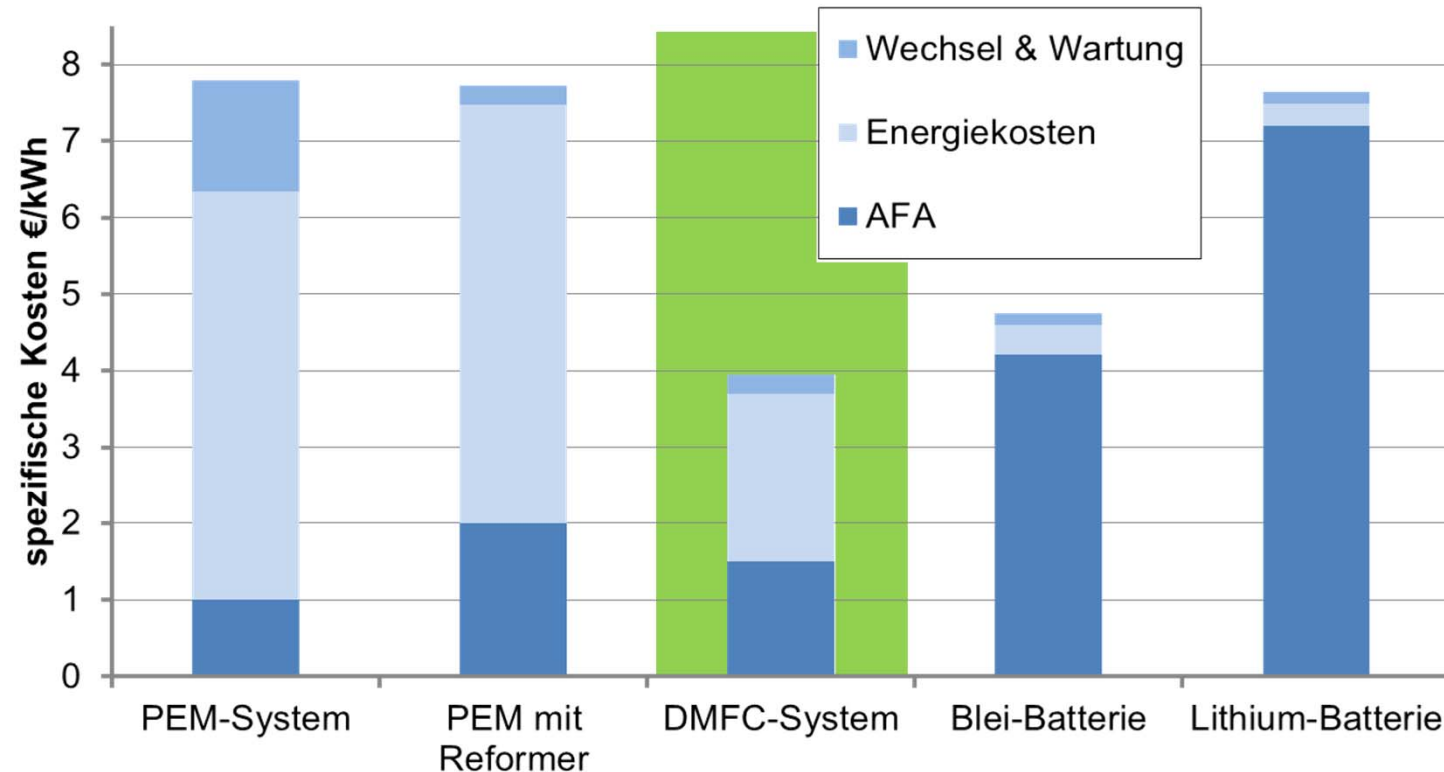
Erreichbare Kosten 7.500 €/kW



In Zusammenarbeit mit Management Engineers

Mehrwert nach erfolgreicher Entwicklungsarbeit

- Marktfähige USV mit DMFC
- Niedrige spezifische Kosten (4 €/kWh)
- Langzeitstabiles System (5.000 h in 10 Jahren)
- Skalierbares System (1-3 kW)
- Verminderte Brennstoffkosten bei Nutzung technischer Brennstoffe
- Marktvorbereitung



Verwertungsstrategie

Verwertbare Ergebnisse:

- Systemregelungsstrategie für langzeitstabilen Betrieb/Stillstand
- Nutzung alternativer Treibstoffe (Biomethanol, technisches Methanol)

Verwertungskanal:

- Lizenzierung
- Beratung
 - Fertigungsvorbereitung (Fertigung Kleinserie Stack)
 - Übertragung von Herstellungs-Prozeduren
- Weiterführende Kooperationen z.B. im Bereich Membran Electrode Assembly (MEA)

