

Die T-Cell

Energiewandler der Zukunft

Projektvorstellung: Hybrider Energiewandler

-Hybrider Energiewandler mit einer elektrischen Effizienz von mehr als 65% aus SOFC Brennstoffzellen und Mikrogasturbinen



Die Bundesrepublik im Wandel



Die Lösung



WASSERSTOFF-STRATEGIE



Strukturwandel Lausitz



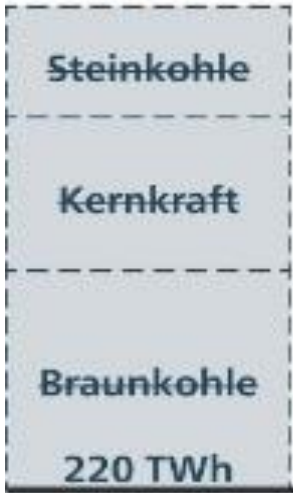
Innovation →





220 TWh

T-Cell



bisher

Windkraft

Gas

Biomasse

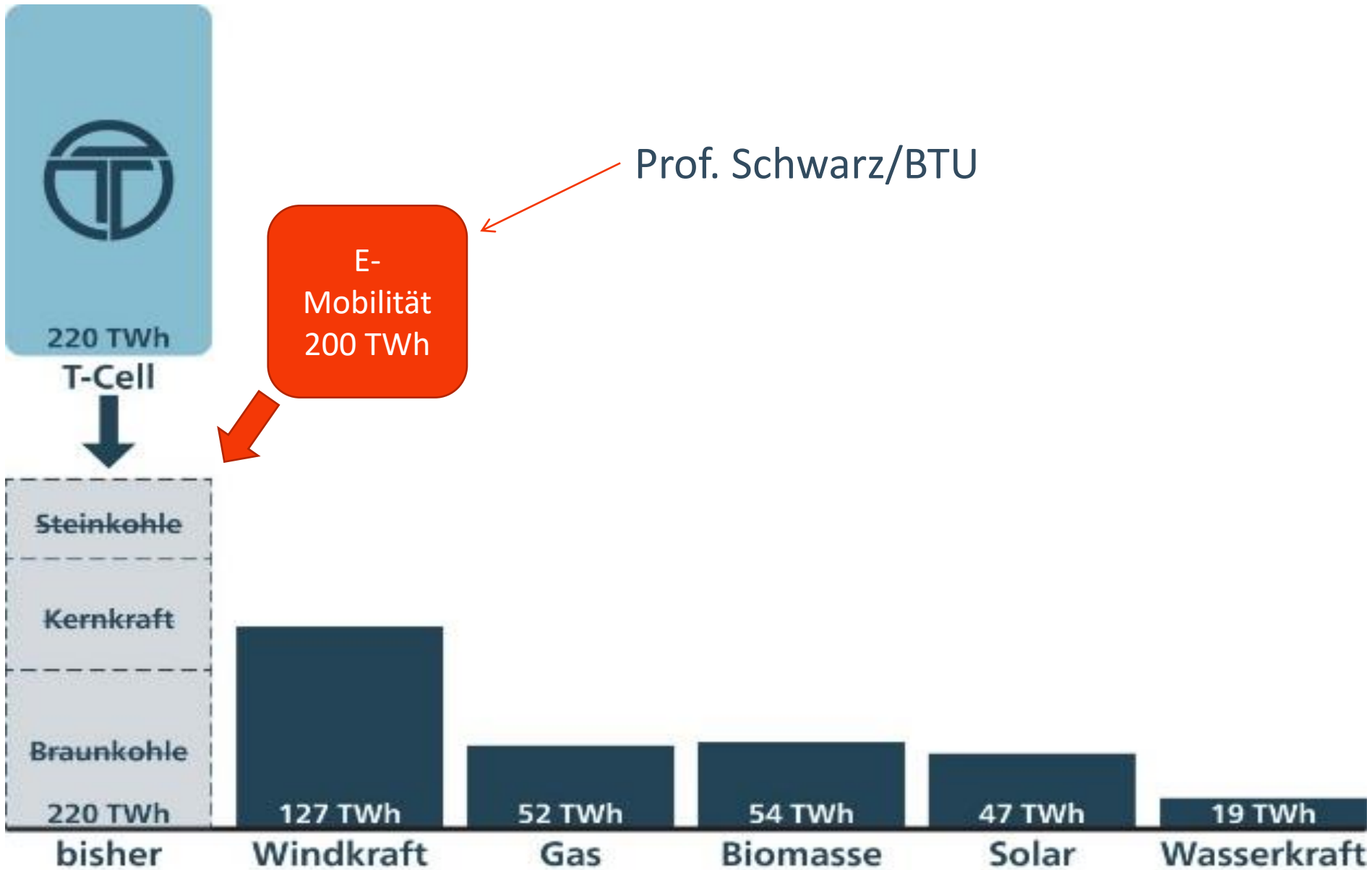
Solar

Wasserkraft

Wirtschaftlichkeit

Mit dem Atom- und Kohleausstieg entsteht in Deutschland ein Energiedefizit von über 220 TWh im Jahr. Die T-Cell hilft dabei, dieses Potenzial sofort zu bedienen und zum Markthochlauf von Wasserstoff als Energieträger der Zukunft beizutragen.

Daten: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE

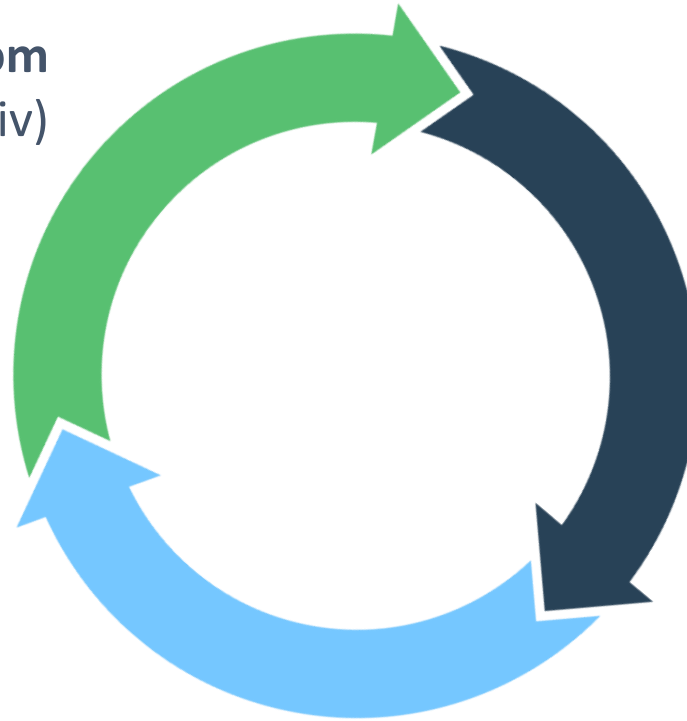


E-Mobilität

Zusätzlich wird ein Energiebedarf von über 200 TWh im Jahr durch den Ausbau der E-Mobilität erwartet. Die T-Cell hilft dabei, die erforderliche Infrastruktur dezentral aufzubauen und zur CO₂-Reduzierung signifikant beizutragen.

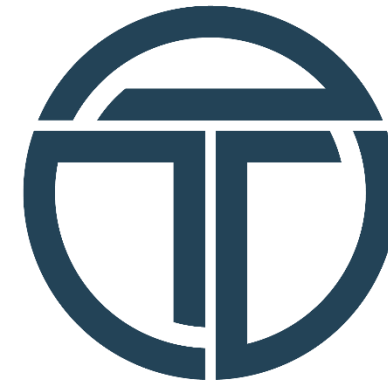
Daten: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE

Zukünftiger Stoff- und Energiekreislauf

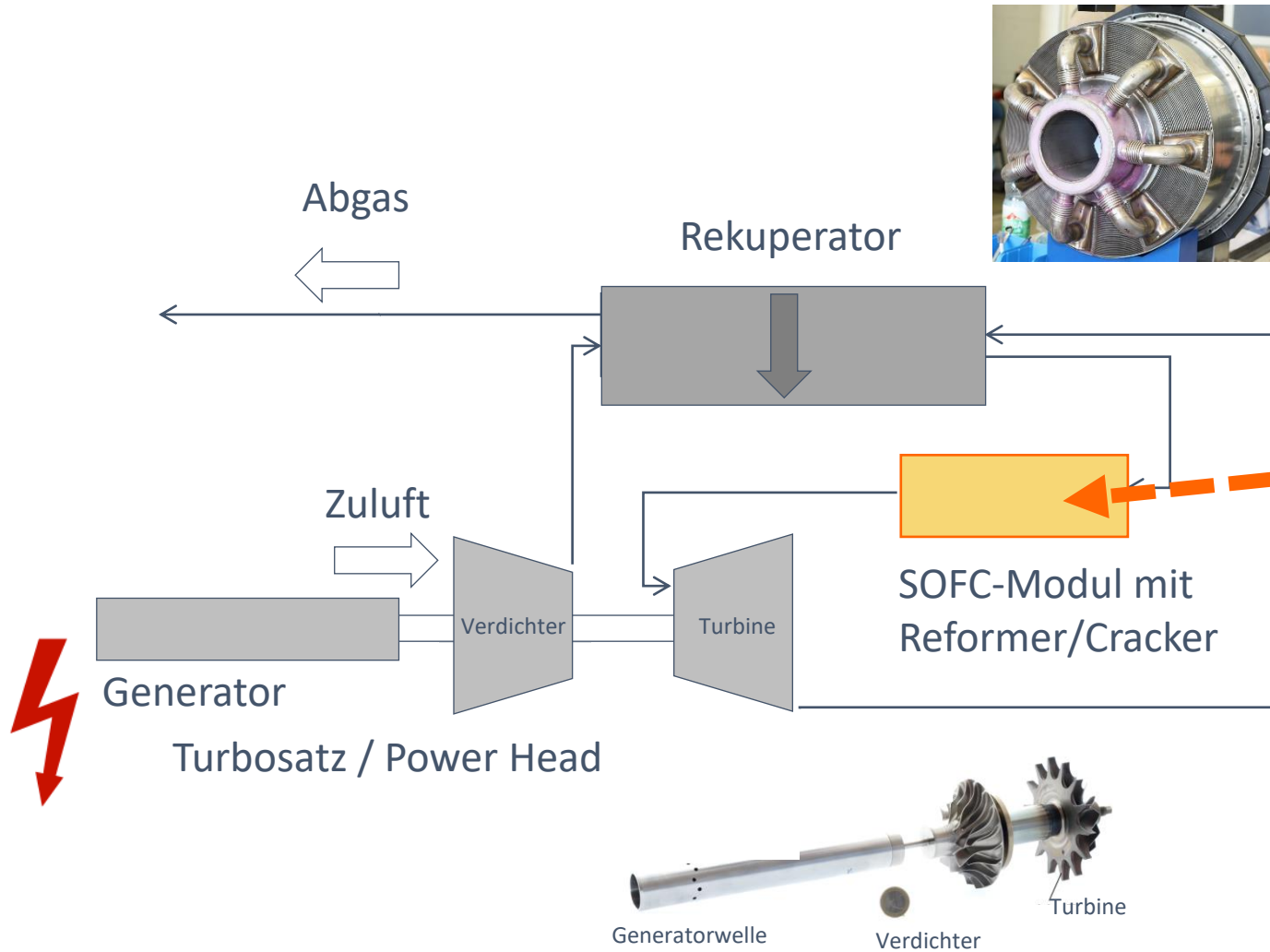


Effiziente Rückverstromung
(T-Cell)

Speicherung & Transport
(bestehendes Erdgasnetz + H₂,
Konversion zu CH₄ - z.B. CO-
Elektrolyse, alternativ: NH₃)



Prinzip des MGT-SOFC Hybridprozesses



Hybridsystem aus rekuperierter Mikrogasturbine und Hochtemperaturbrennstoffzellen

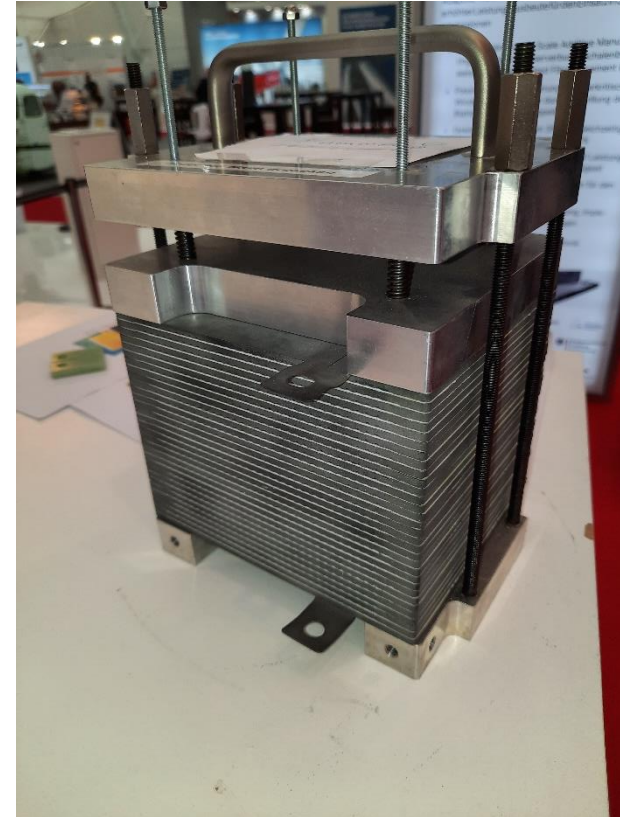


Turbosatz

+



Rekuperator



Die wichtigsten Ziele

Energiewende

Die T-Cell ist ein hocheffizienter, flexibler, dezentraler und nachhaltiger Energiewandler, der die Lösung für die Energiewende bietet.

Gestaltung

Die T-Cell erscheint durch ihr vielfältiges Design als Bereicherung von Stadt und Umwelt und erfüllt unterschiedliche Nutzerwünsche.

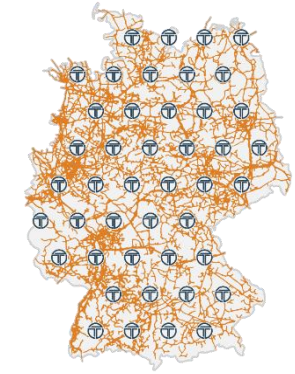
Technologie

Die T-Cell kombiniert die Hochtemperatur-Brennstoffzelle mit einer Mikrogasturbine und erreicht auch bei kleinen Systemen maximale Effizienz.



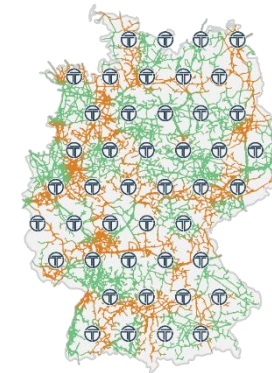
2020

Deutsches Erdgasnetz
© DVGW



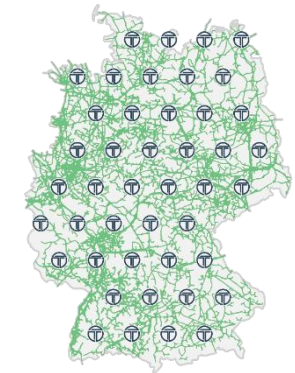
2030

Einbringen der T-Cell in bestehende Infrastruktur



2040

Schrittweiser Wandel zum Grüngasnetz



2060

Mit der T-Cell zum klimaneutralen Grüngasnetz

Die wichtigsten Ziele

Energiewende

Die T-Cell ist ein hocheffizienter, flexibler, dezentraler und nachhaltiger Energiewandler, der die Lösung für die Energiewende bietet.

Gestaltung

Die T-Cell erscheint durch ihr vielfältiges Design als Bereicherung von Stadt und Umwelt und erfüllt unterschiedliche Nutzerwünsche.

Technologie

Die T-Cell kombiniert die Hochtemperatur-Brennstoffzelle mit einer Mikrogasturbine und erreicht auch bei kleinen Systemen maximale Effizienz.



Die wichtigsten Ziele

Energiewende

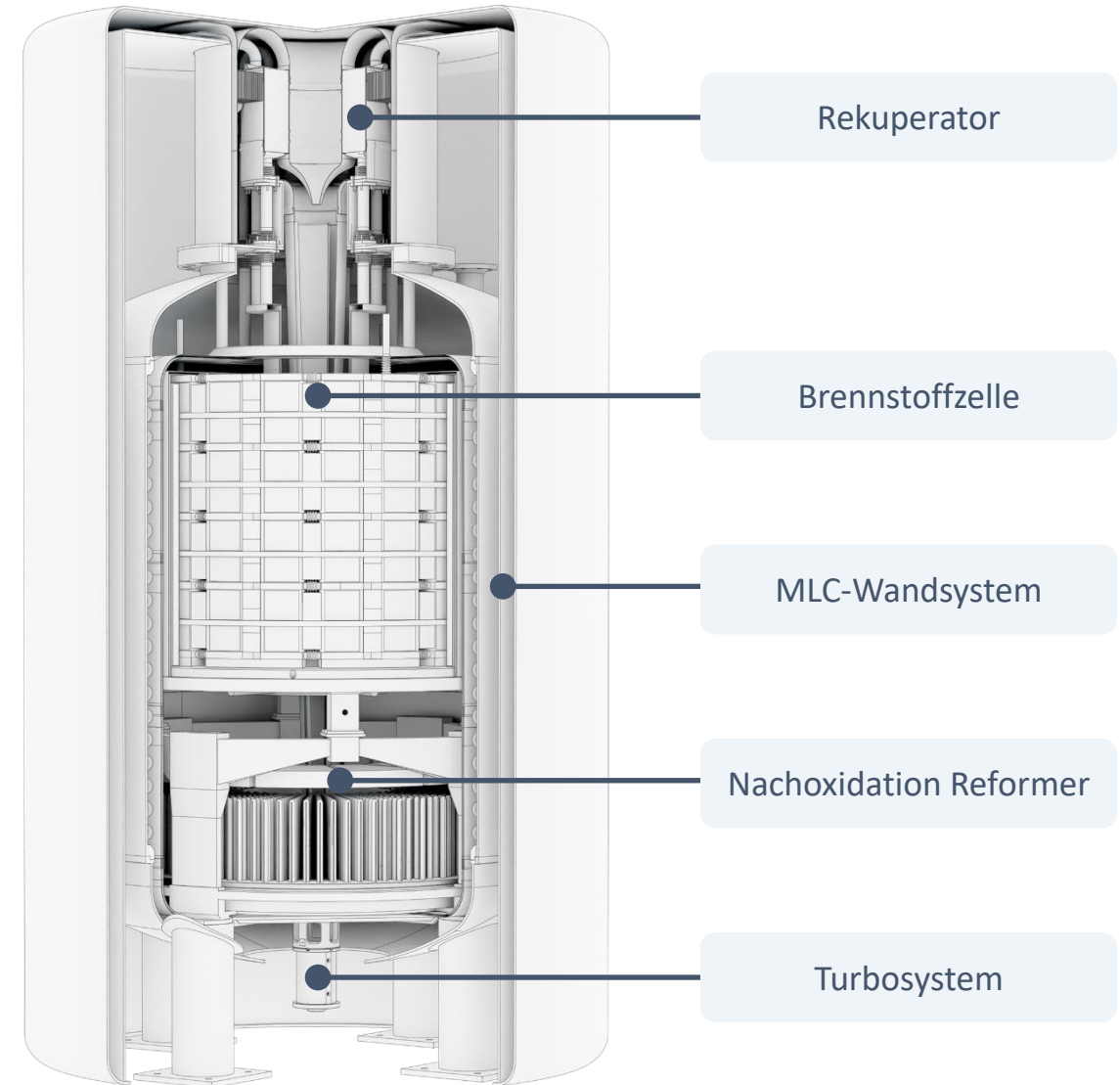
Die T-Cell ist ein hocheffizienter, flexibler, dezentraler und nachhaltiger Energiewandler, der die Lösung für die Energiewende bietet.

Gestaltung

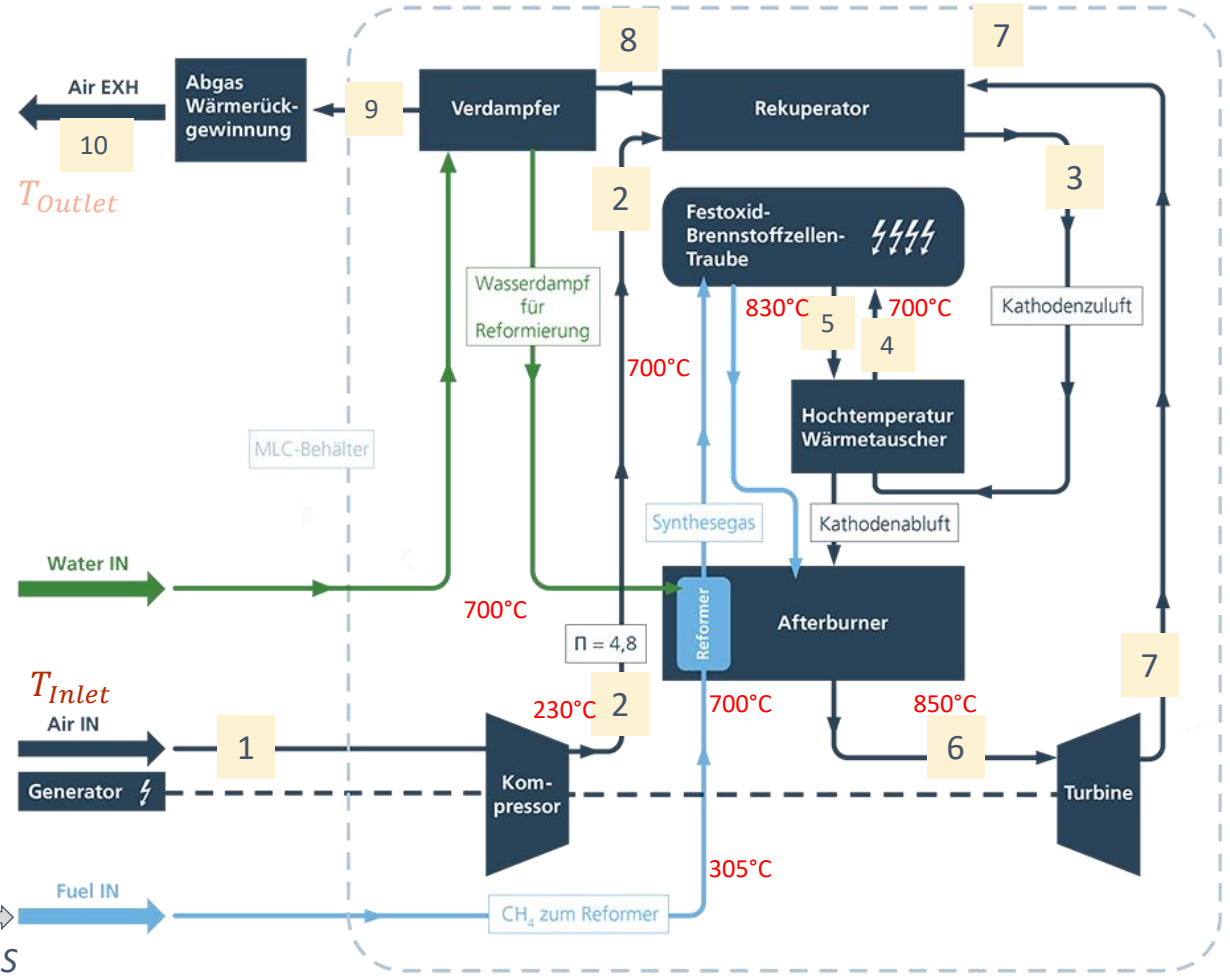
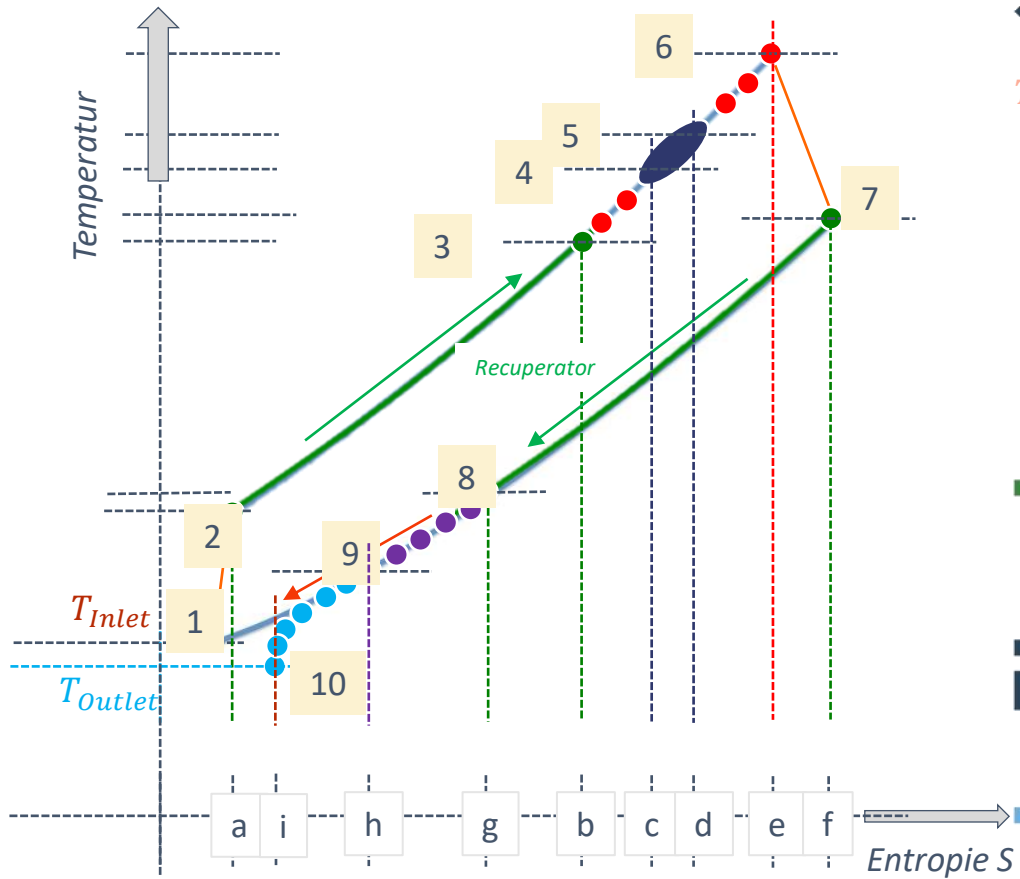
Die T-Cell erscheint durch ihr vielfältiges Design als Bereicherung von Stadt und Umwelt und erfüllt unterschiedliche Nutzerwünsche.

Technologie

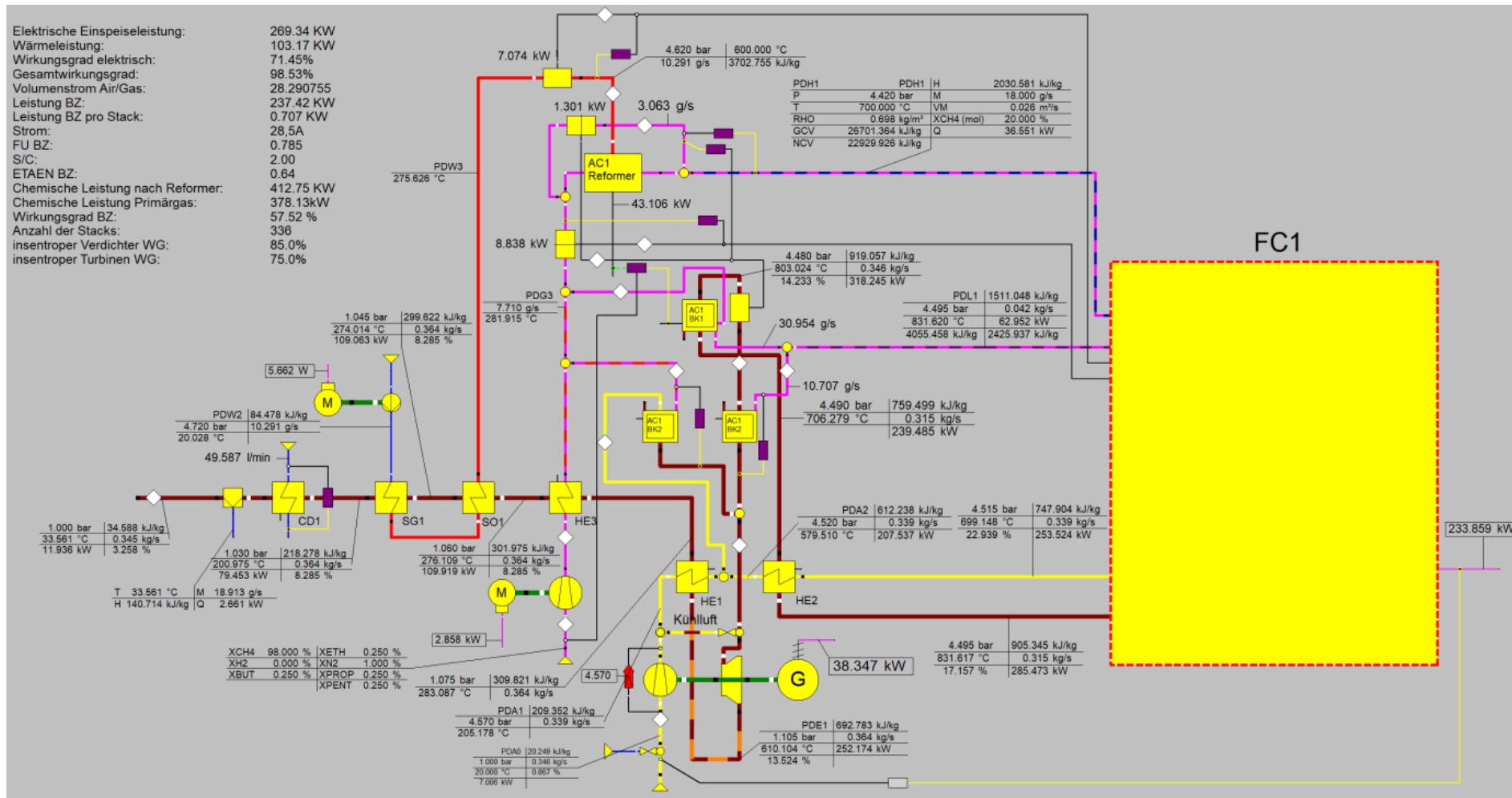
Die T-Cell kombiniert die Hochtemperatur-Brennstoffzelle mit einer Mikrogasturbine und erreicht auch bei kleinen Systemen maximale Effizienz.



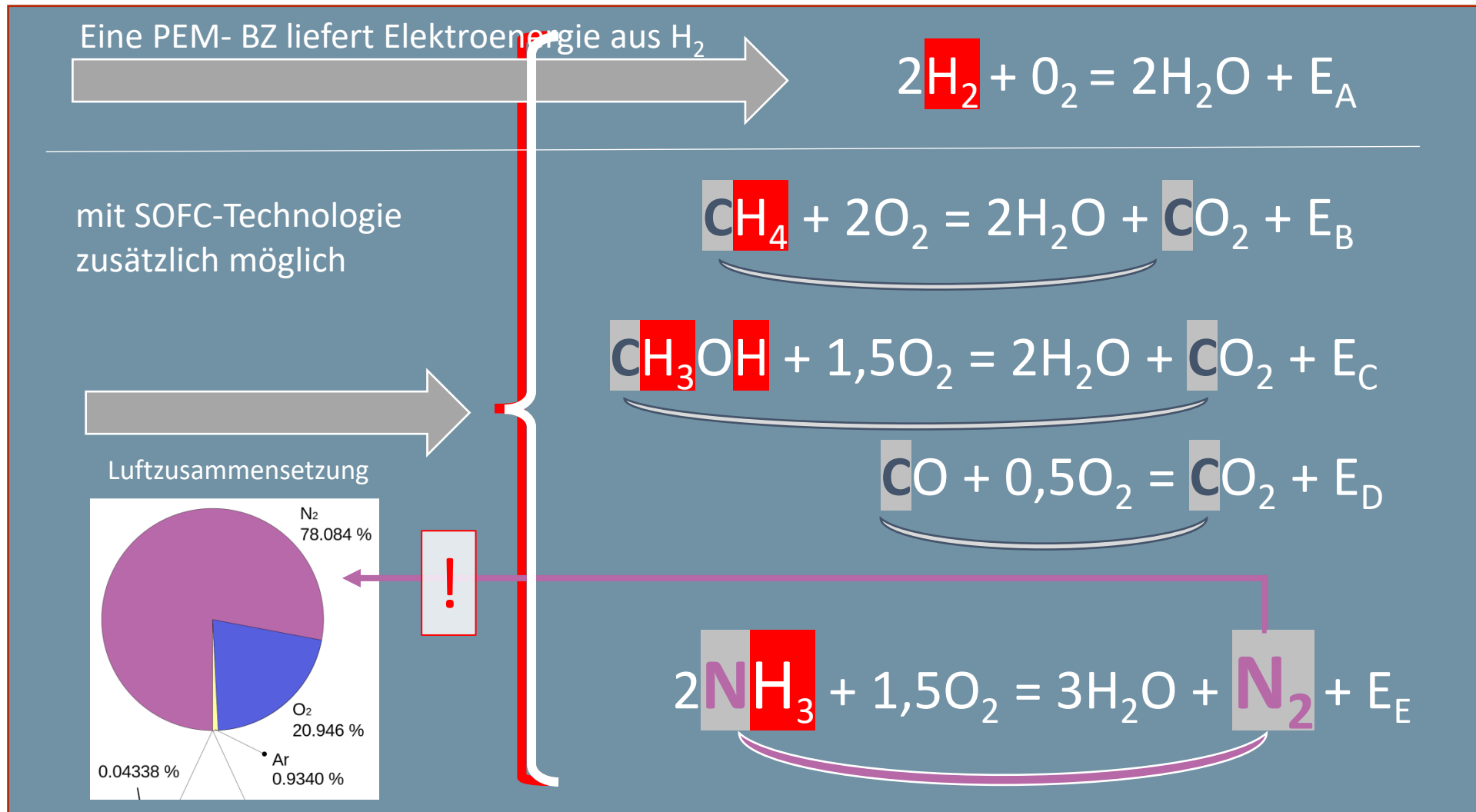
Thermodynamischer Kreisprozess und Prozessschaltbild (schematisch!)



Prozesssimulation mit Epsilon Professional



Energiewandlung mittels Brennstoffzellen -Technologie

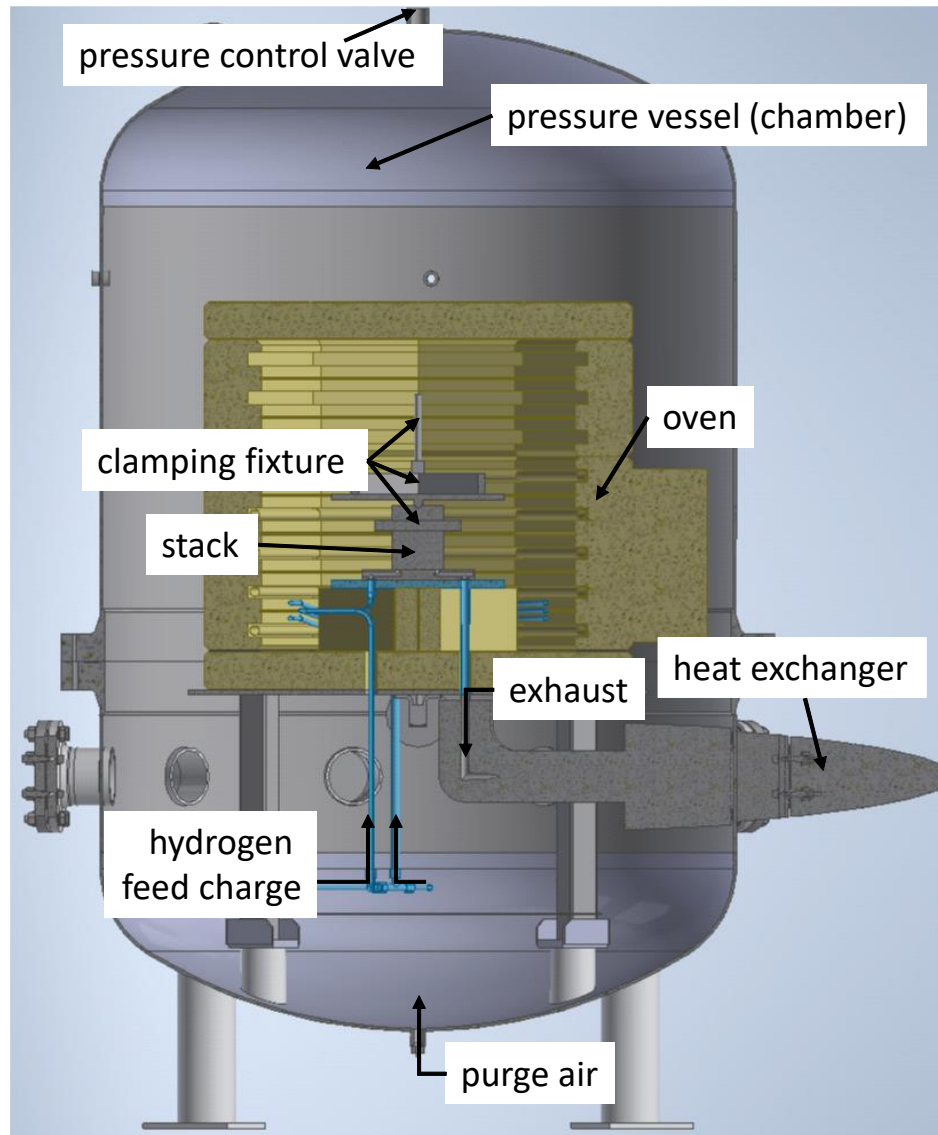


Brennstoffe

- Erdgas (erste Auslegung)
- Zuspeisung von Wasserstoff zu Erdgas bis zu 30% ohne Wirkungsgradverlust
- Reiner Wasserstoff nach Weiterentwicklung
- Grünes Methan aus Methanisierung
- Biogas (HT-Brennstoffzellen → CO₂-resistent)
- reformierbare Kohlenwasserstoffe
- **Ammoniak NH₃ (→ CO₂- frei)**

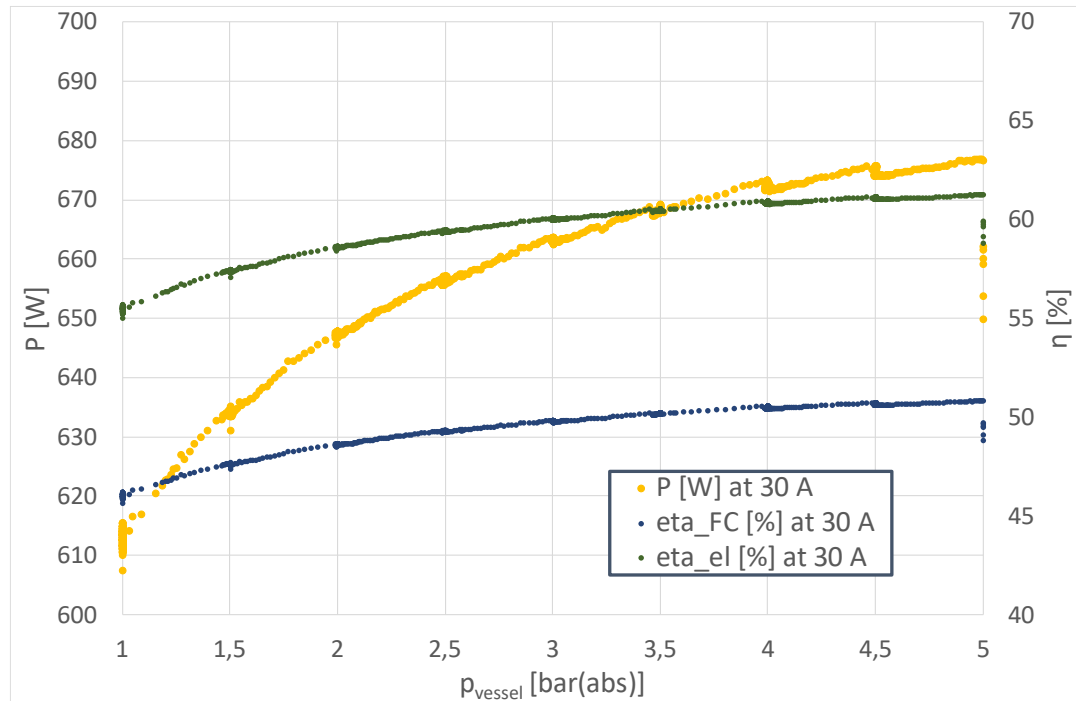
Wo kommt das Brenngas her?

- Hochtemperaturelektrolyse mit SOFC-Elektrolysezellen → H₂
- Nutzung der CO-Elektrolyse für die Wandlung von Wasserdampf und Kohlendioxid in Synthesegas H₂ + CO
- Transformation des Synthesegas mit dem Sabatier-Prozess zu CH₄
- Druckelektrolyse zur H₂-Produktion → Haber-Bosch-Verfahren für NH₃

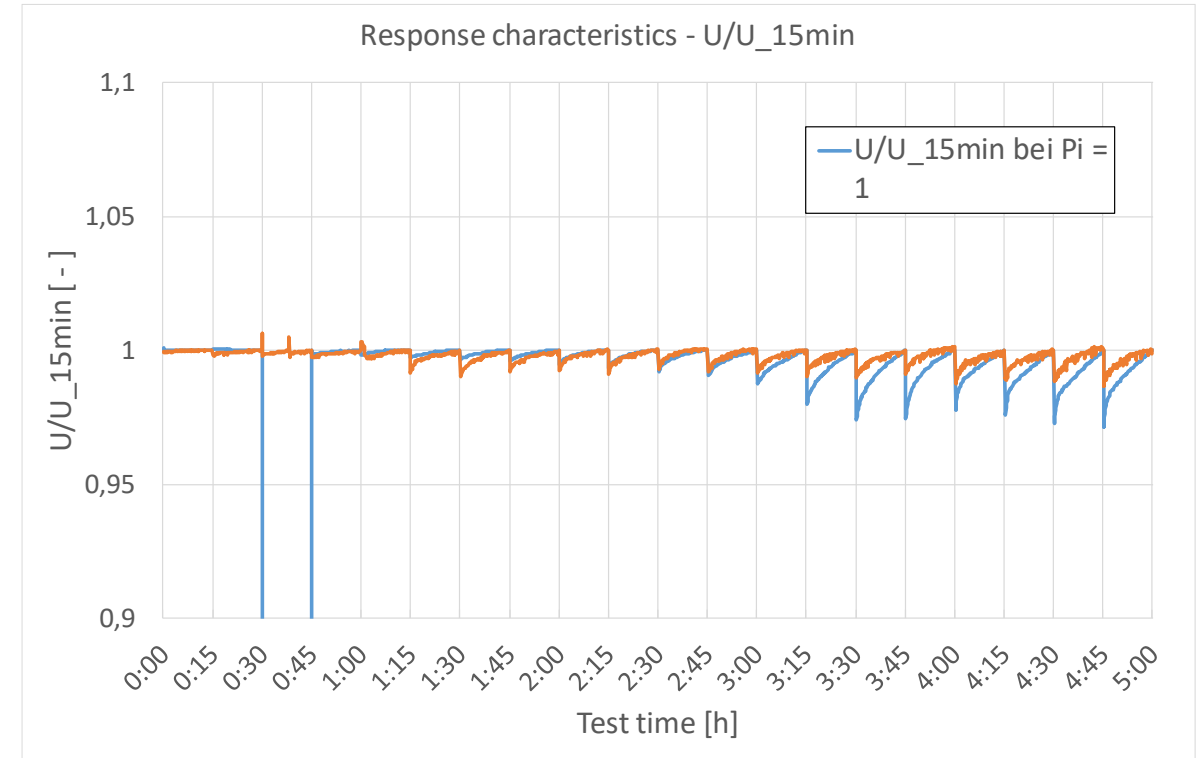


Prüfstand für die Untersuchung aufgeladener Hochtemperatur-Brennstoffzellen.

Messergebnisse aus Drucktests SOFC-Stack



Zunahme des el. Wirkungsgrads und der Leistungsabgabe mit zunehmenden Betriebsdruck



Vergleich des Ansprechverhaltens der SOFC Brennstoffzellen bei verschiedenen Betriebsdrücken

Modularer Aufbau

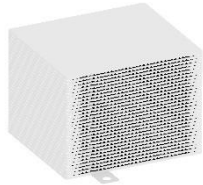
Technology-Readiness-Level vor Phase 2a



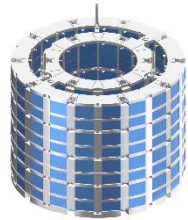
Modul 1
Rekuperator /
Turbosystem



Modul 2
Brennstoffzellenstacks



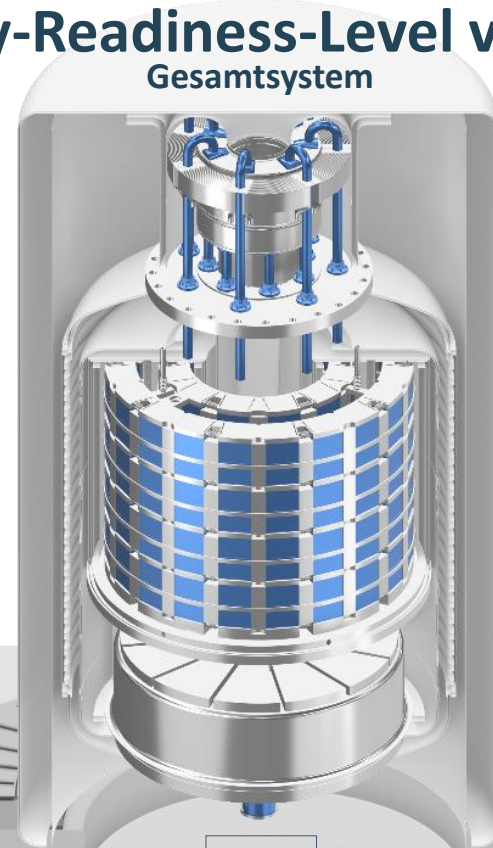
Modul 2
Stacktraube



Modul 3
Verdampfer /
Wärmetauscher



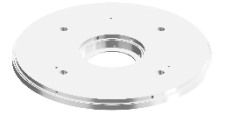
Modul 7
Bodenraum /
Architektur /
Visualisierung



Phase 2a

Funktionsmuster **TRL 5**
Demonstrator **TRL 6**

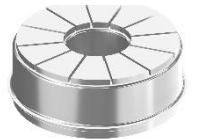
Modul 4
Grundplatte



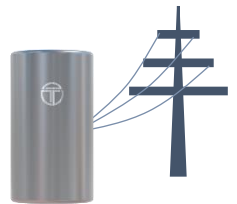
Modul 4
MLC-Wandsystem



Modul 5
Nachoxidation / Reformer



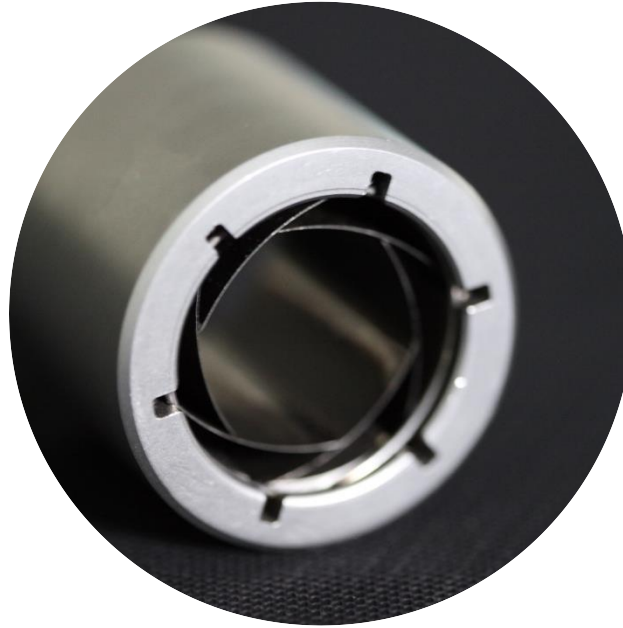
Modul 6
Steuerung /
Netzintegration



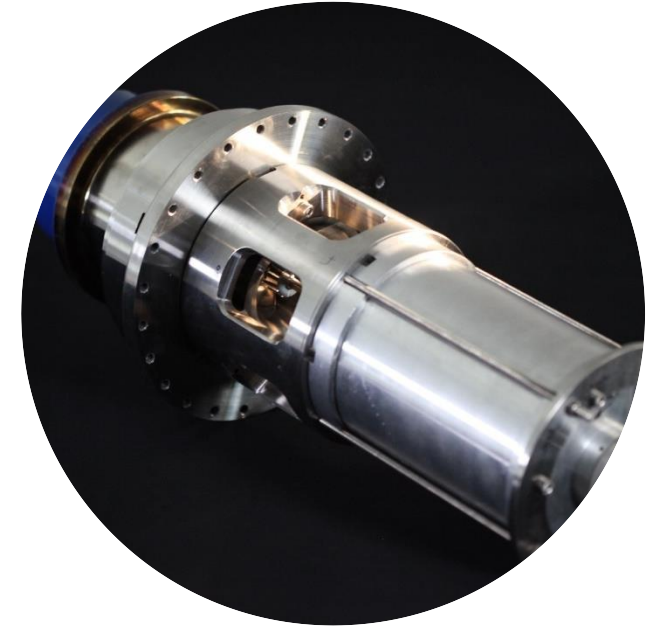
Luftlagertechnologien @ VFA



Luftlager Typ Bumpfoil



Luftlager Typ Leaf-type



montierter Powerhead

Beispiel: Powerhead (TRL 8-9)

Vorteile auf einen Blick

Wasserstoff-Schlüsseltechnologie
Brennstoffzelle

> 65 %
Elektrischer Wirkungsgrad

> 97 %
Gesamt-Wirkungsgrad

145 kW
Thermische Leistung

270 kW
Hochdynamische elektrische Leistung

bis zu 50 % CO₂-Reduktion
mit Wasserstoff-Synthese-, Power-to-X- oder Biogas

Skalierbar
bis auf Kraftwerksmaßstab

Multifuel-Ready
für eine Vielzahl von Brennstoffen

Integrierbar
in bestehende Gasinfrastruktur

bis zu 100 %
Wasserstoff-Beimischung

Designvielfalt
für den öffentlichen Raum

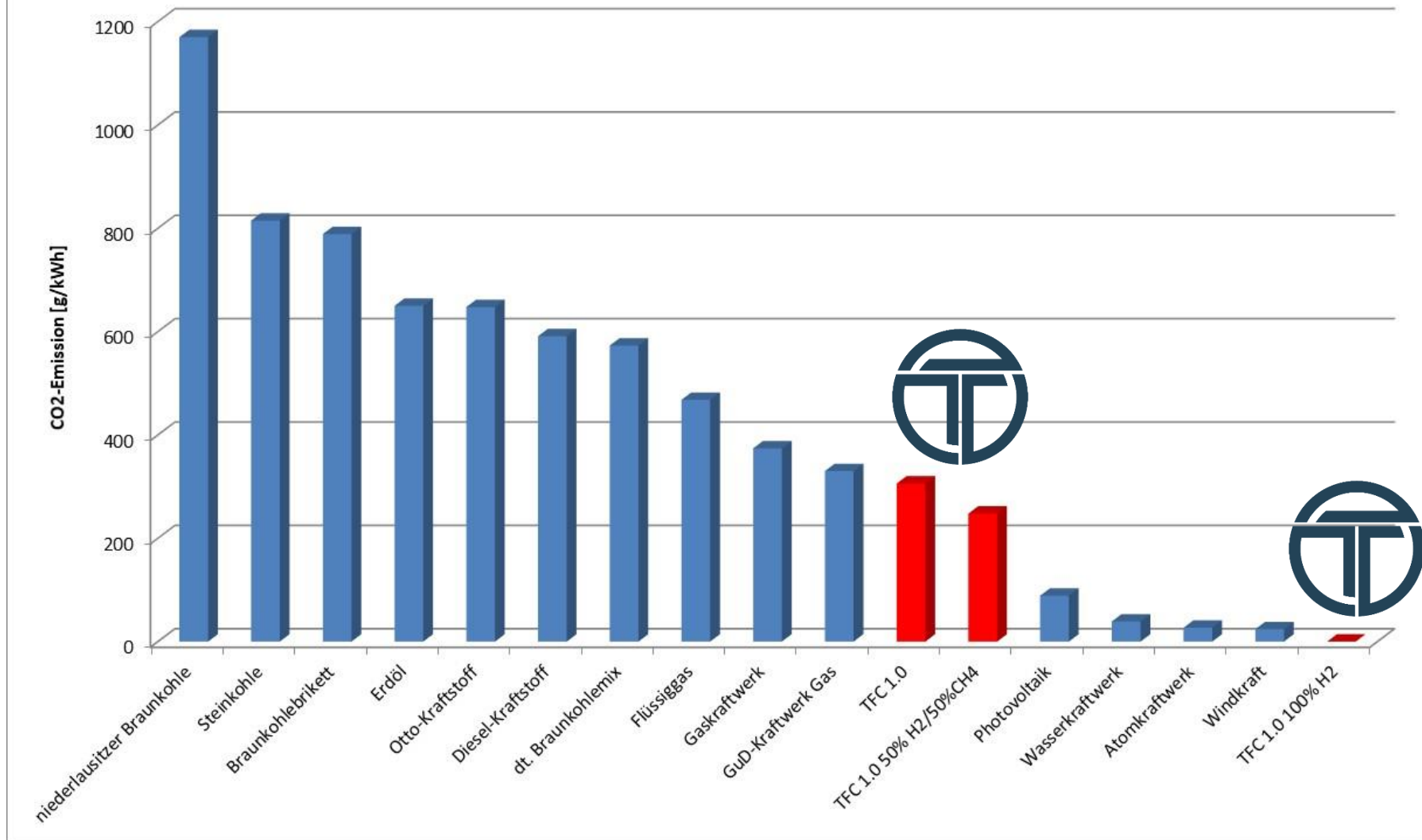




Dezentrale Versorgung

Die T-Cell ist ein intelligent vernetzter, dezentraler Energieversorger und erzeugt regionale Wertschöpfung. Durch eine T-Cell mit 270 kW Leistung können beispielsweise bis zu 50 Haushalte gleichzeitig mit Strom und Wärme versorgt werden.

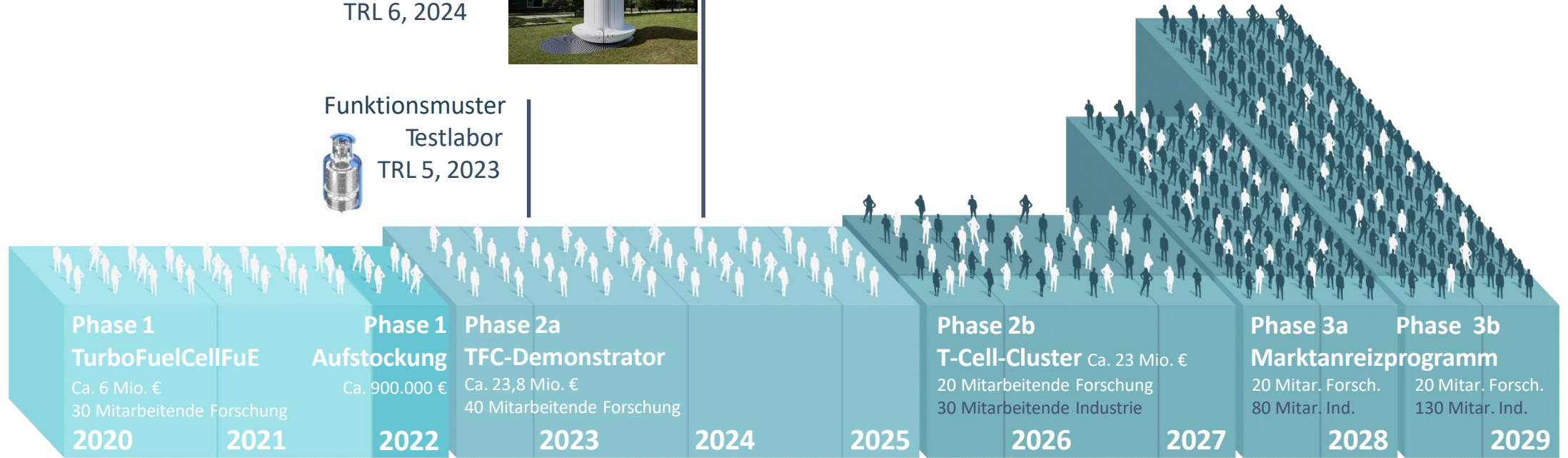
CO2-Bilanz Stromerzeugung



Demonstrator
Campus BTU
TRL 6, 2024



Funktionsmuster
Testlabor
TRL 5, 2023



Entry Into Service



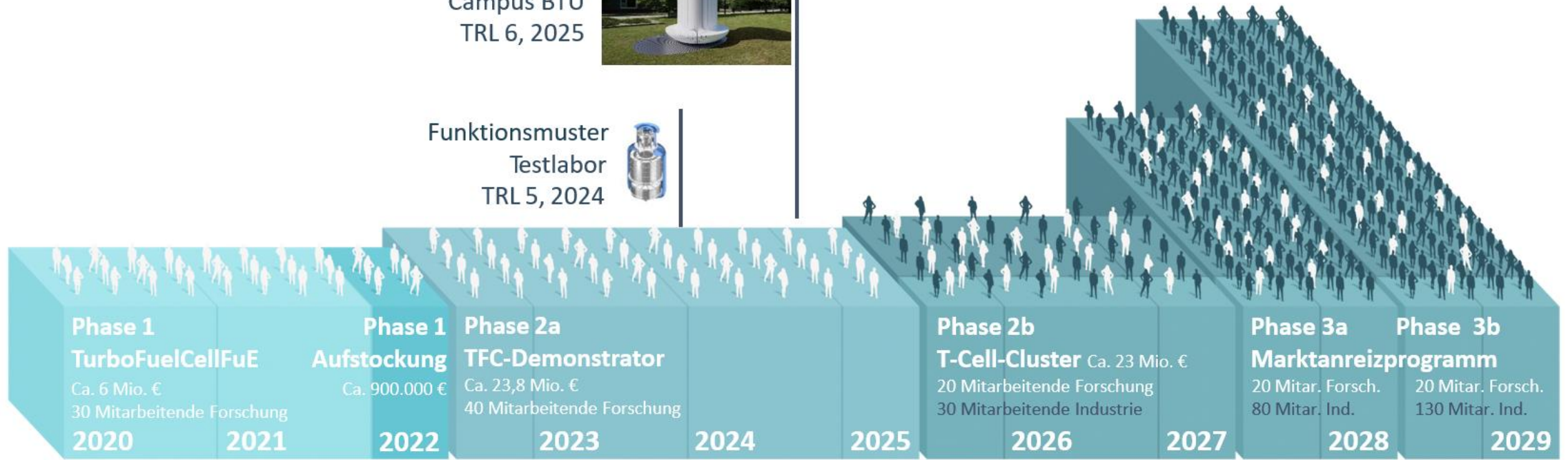
Clustertest 2025 - 2028

Industrialisierung

Demonstrator
Campus BTU
TRL 6, 2025



Funktionsmuster
Testlabor
TRL 5, 2024



Entry Into Service



Clustertest 2025 - 2028

E-Mobility and H₂-Mobility



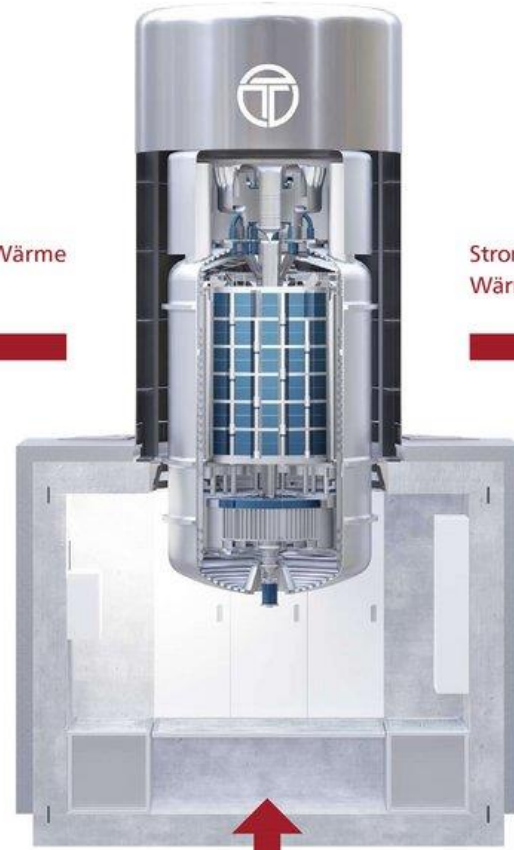
T-Cell-Transformer als E- und H₂-Tankstelle

Einsatz-Variante: T-Cell-Multiplier

T-Cell Wärmepumpe - Vorlauf 70°C



- Bis zu 150 kW Wärmeenergie in lokalem Hochtemperatur-Wärmekreislauf
- Adaptives Versorgungssystem durch den Einsatz einer zentralen Wärmepumpe



Satelliten - Wärmepumpen



- Bis zu 270 kW Strom für den Betrieb von Wärmepumpen
- Nahtlose Integration in bestehendes Netz

Grüngas
358 kW

→ bis zu 1,25MW zusätzliche Wärmegenerierung bei Einsatz von Wärmepumpen mit COP 5

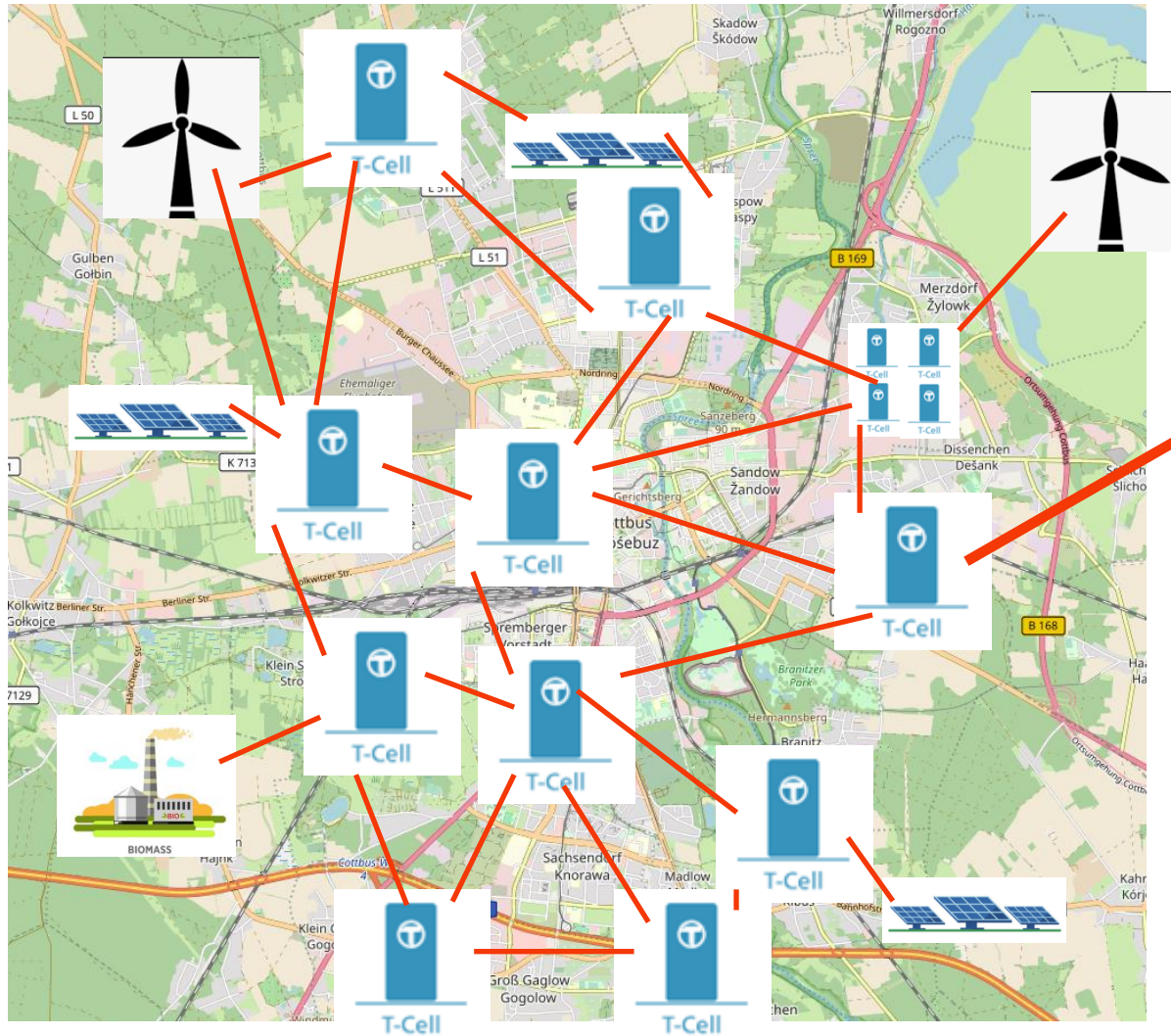
Derzeitige Aufgaben

- **Materialbeschaffung?**
→ **Aufbau von Lieferketten**
- **Brennstoffzellenherstellung?**
→ **Fraunhofer IKTS, T-Cell AG**
- **Energieversorger wollen nur große BHKW's?**
→ **Clusterung, Skalierung mit größerer Mikrogasturbine**
- **Wo kommt der Brennstoff her?**
→ **Erdgas, LNG, Transformierung erneuerbarer Energien über PowerToX-Verfahren**

Aufgabe: Entwicklung eines SMART-Cluster zur Kopplung erneuerbarer Energien

Gaskraftwerk Jänschwalde
Restmüllverwertung
Thermischer Energiespeicher
Schwimmende Solaranlagen

- Intelligente Vernetzung dezentraler Energiewandler
- Gegenseitiger Datenaustausch und Support der vernetzten Systeme
- Offene Schnittstelle für bestehende dezentrale Systeme

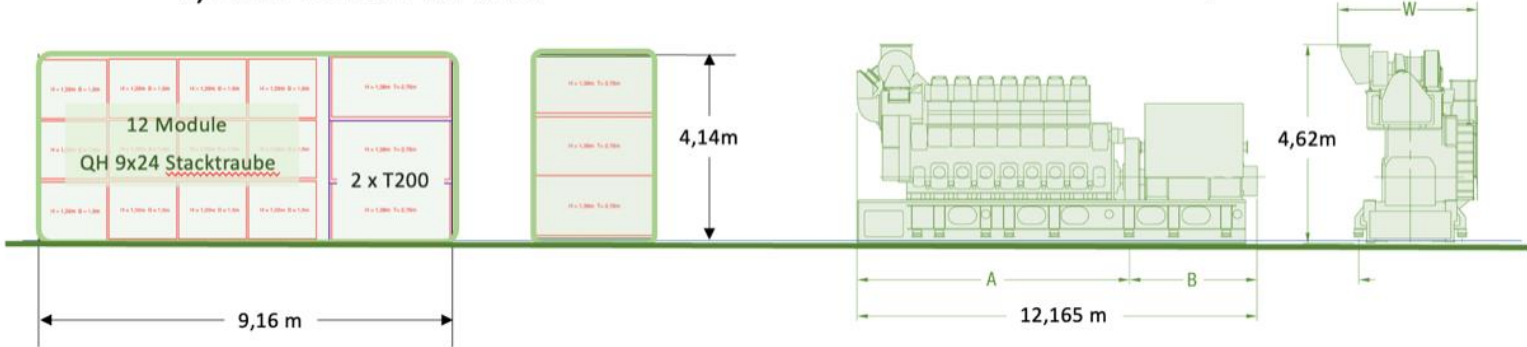


Schiffsantrieb mit Ammoniak-T-Cell



2,4 MW TURBO Fuel CELL

MAN L32/40



Einbindung lokaler Unternehmen/Unternehmens-Ausgründung

Komponentensysteme:

- B&K GmbH
- EURO-K GmbH
- LOGE Deutschland GmbH
- M-Tech Cottbus
- T-Cell AG

Living spaces of the future - The T-CELL-EnergyServer



Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Peter Berg

Lehrstuhl Verbrennungskraftmaschinen und Flugantriebe

T +49 (0) 355 69 4592

F +49 (0) 355 69 4859

Peter.Berg@b-tu.de



b-tu.de/t-cell

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

