

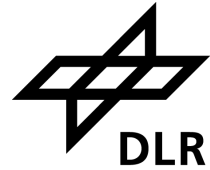
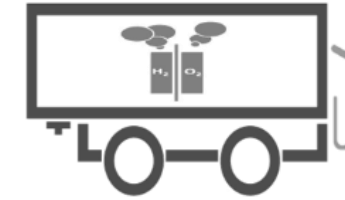
# DIE MIKRO-H<sub>2</sub>-TANKSTELLE ALS SCHLÜSSEL ZUR ENERGIEWENDE

B. Kimmel, I. Biswas, M. Schulze, A. Gago, P. Gazdzicki

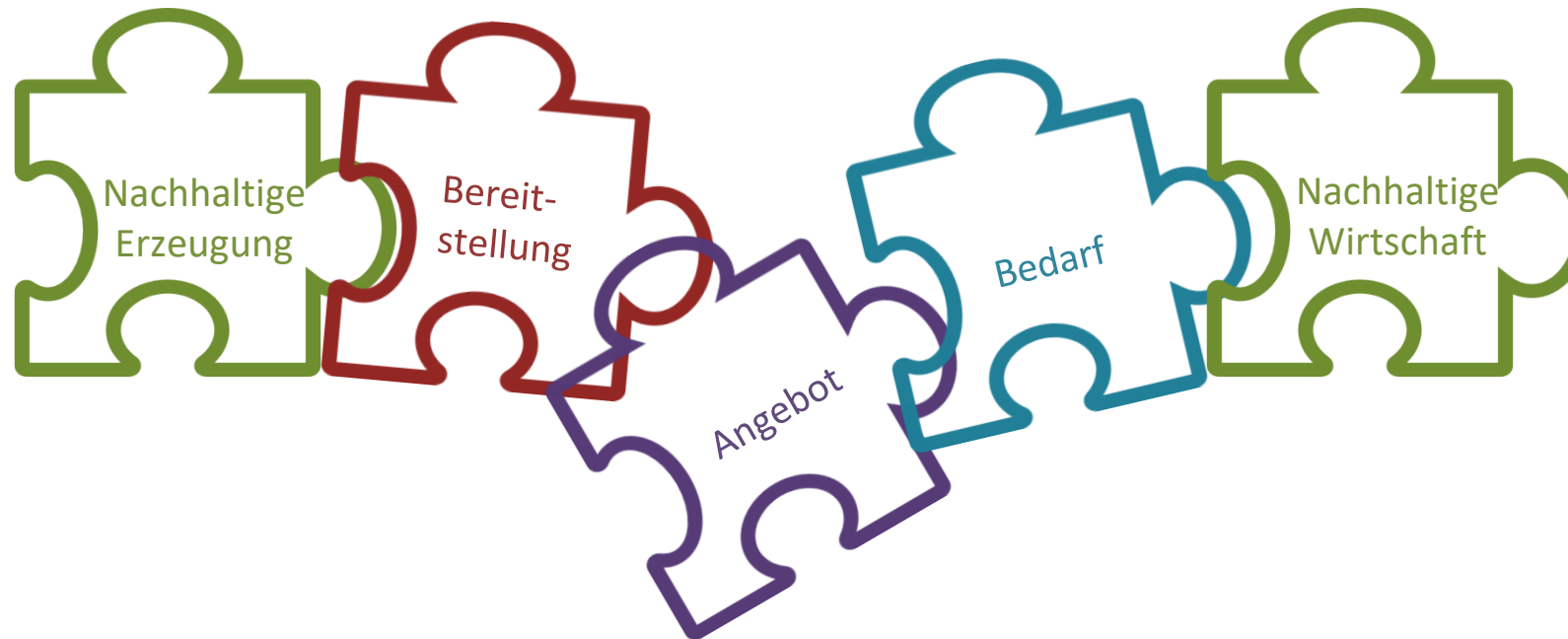
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR),  
Institut für Technische Thermodynamik, Pfaffenwaldring 38-40, 70569 Stuttgart



# Zügige Marktaktivierung der H<sub>2</sub>-Technologien?



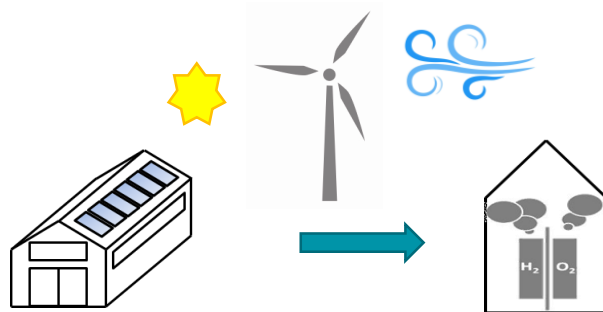
## Klassisches Henne-Ei-Problem



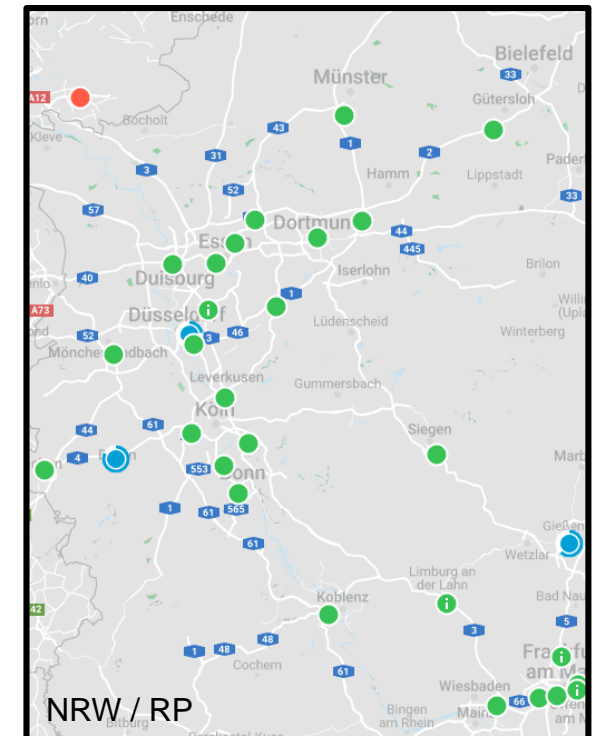
- Sind Energiewende und Mobilitätswende auch ohne massive Investitionen und Urban early adopters möglich?  
→ **Gezieltes Schließen weniger Versorgungs-Lücken** aktiviert den kompletten Markt

## Die Wasserstoffinfrastruktur konzentriert sich bisher auf Ballungsräume und der ländliche Raum wird zunächst vernachlässigt

- Gerade der ländliche Raum bietet hohes Potenzial für EE (PV, Wind) und somit für grüne H<sub>2</sub>-Erzeugung



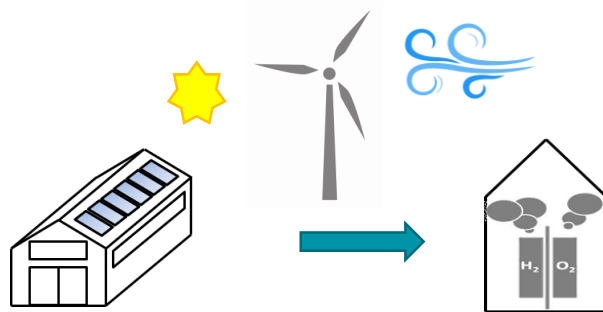
- Solar-/Windstrom + Elektrolyse = eigener H<sub>2</sub>
- Anwendung für eigene H<sub>2</sub>-Traktoren
- Genossenschaftliche H<sub>2</sub>-Tankstellen
- Wind-/Solarpark-Betreiber



H<sub>2</sub>-Großtankstellen – nur an Autobahnen oder in Ballungsräumen  
(Quelle: <https://h2.live/>)

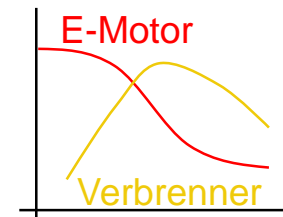
## Die Wasserstoffinfrastruktur konzentriert sich bisher auf Ballungsräume und der ländliche Raum wird zunächst vernachlässigt

- Die Flächennutzung im ländlichen Raum ist dabei überwiegend unproblematisch
- Dichte der potentiellen Wasserstoff-Nutzer ist verhältnismäßig gering mit sehr individuellen Nutzerprofilen → durch (eigene) kleine HRS bedienbar



- Solar-/Windstrom + Elektrolyse = eigener H<sub>2</sub>
- Anwendung für eigene H<sub>2</sub>-Traktoren
- Genossenschaftliche H<sub>2</sub>-Tankstellen
- Wind-/Solarpark-Betreiber

Drehmoment bei kleiner Drehzahl  
ideal für Landmaschinen



- Prototypen: Kordesch (1959), Fendt (Akku), John Deere (Kabel!)
- Brennstoffzelle → lange Einsätze, z.B. Erntezeit

**Die Wasserstoffinfrastruktur konzentriert sich bisher auf Ballungsräume und der ländliche Raum wird zunächst vernachlässigt**

- Vereinzelt existieren H<sub>2</sub>-Vorhaben im ländlichen Raum, aber die Versorgungslücken sind weiterhin signifikant

Beispiel: Niedersachsen

<https://h2agrarniedersachsen.de/>



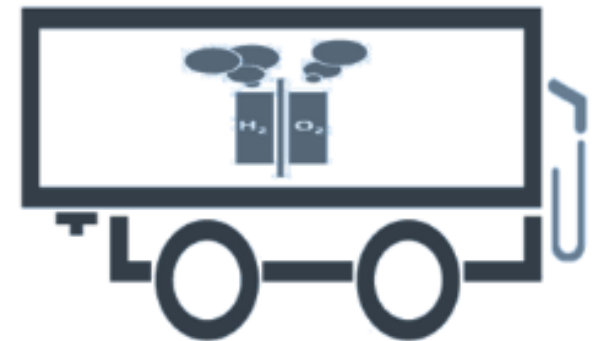


# Notwendigkeit einer Transformations-Technologie im ländlichen Raum

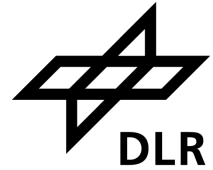


## Schließung von Versorgungslücken mittels mobiler H<sub>2</sub>-Mikrotankstellen

- Modulare Systems: Entnahmestelle, H<sub>2</sub>-Erzeugung (50 -100 kW Elektrolyse - PEMEL / AEMEL), Kompressor (350 bar), kommerziell erhältlichen Tank
- Anpassbar an individuelle Bedürfnisse der Anwendung!
- Platzbedarf < LKW
- Mobiles Angebot – z.B. abwechselnde Standorte
- Schrittweise Angebots-Verdichtung bei steigender Nachfrage



# Anwendungen für eine mikro-HRS



- Landmaschinen (Elektroantrieb mit Brennstoffzellen bietet wegen des hohen Drehmoments von Elektromotoren große Vorteile)
- Baumaschinen (gleiche Vorteile wie Landmaschinen), Transporter, lokaler Lieferverkehr
- Kleine portable Anwendungen (z.B. Brennstoffzellenbetriebene Gartengeräte, Lastenräder)
- Notstromversorgung (Rückverstromung von H<sub>2</sub>) für kritische Infrastruktur wie Melkmaschinen, Pumpen usw.
- Nutzung des durch Elektrolyse hergestellten Sauerstoffs für spezielle Anwendung wie Fischfarmen (falls lokal existent)



# Notwendigkeit einer Transformations-Technologie im ländlichen Raum



## Mobile H<sub>2</sub>-Mikrotankstellen sind eine Transformations-Technologie

- Durch Mikro-H<sub>2</sub>-Tankstellen können Initiativen für lokalen Einstieg in nachhaltige grüne Energieversorgung entstehen
  - Landwirtschaft und lokale Logistik
  - Off-Grid-Lösungen - im kleinen Maßstab
  - Erweiterung Tank und/oder Leistung: Pumpen, Weidezäune, Melkmaschinen etc.





# Technische Entwicklung: Edelstahlkomponenten



## Edelstahl Komponente

- Die **BPP** und die **PTLs** sind die teuersten Komponenten des PEM-Elektrolyseur-Stacks (49 %) [1]
- **DLR** hat eine Beschichtung **ohne Edelmetalle** aus Nb/Ti für **kostengünstige** PTLs und BPP entwickelt (Abb. 1).
- Starke **Verbesserung der Leistung** durch die Beschichtung der PTL (Abb. 2)
- Die PEMWE-Zellen wurden mit **beschleunigten Alterungstests** (AST) getestet (Abb. 3).
- **Vollständiger Schutz gegen Korrosion** der PTLs und BPP nach den Prüfungen
- **Keine Verunreinigung der CCM** durch Fe oder eines anderen Elements des Edelstahl (Abb. 4)

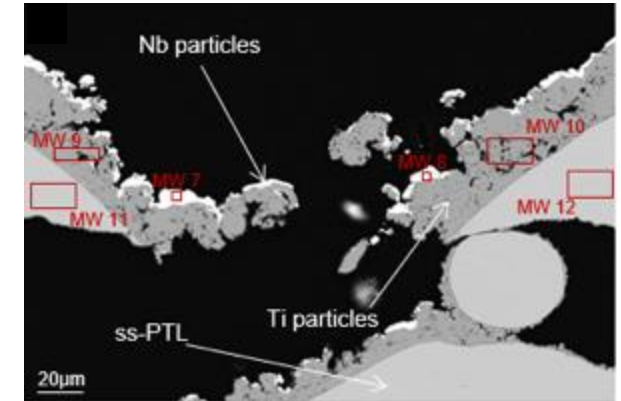


Abb. 1: Nb/Ti-Beschichtung [2]

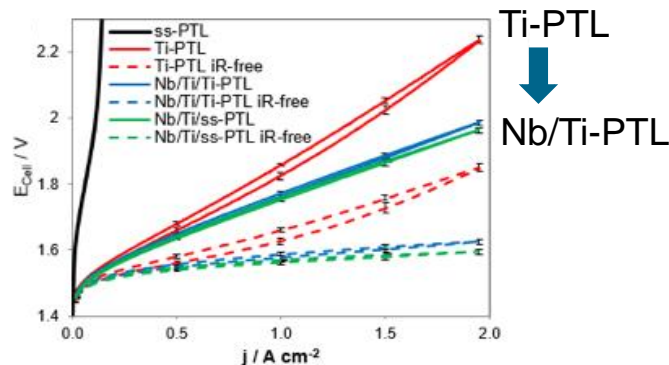


Abb. 2: Performance Verbesserung [2]

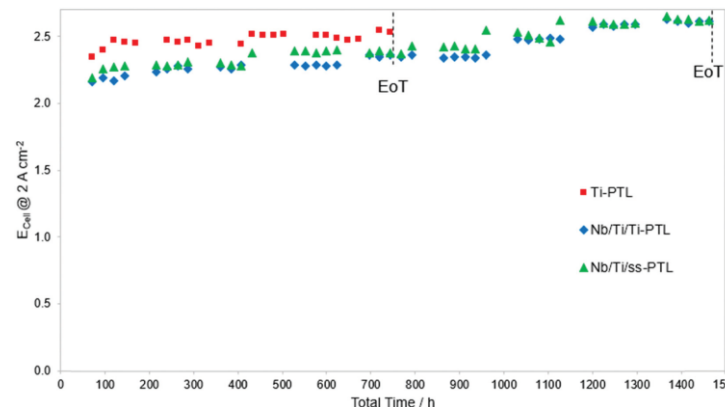


Abb. 3: Beschleunigter Alterungstest [2]

Fe contamination (blue) of the CCM after AST  
CCM/Uncoated PTL    CCM/Coated PTL

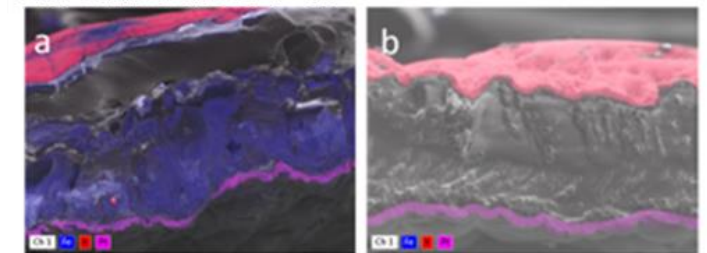


Abb. 4: CCM Verunreinigung [2]



**PEM-Stack kann fast vollständig aus Edelstahl gefertigt werden**

# Technische Entwicklung: lokale Stromdichtemessungen im Stack



Federal Ministry  
of Education  
and Research



## Segmentierte Platte

### Allgemein:

- Funktionsprinzip aus bekanntem PCB-Design für Forschungszelle/-Stacks (Abb. 1) wird übertragen
- Neuartige segmentierte Platte auf Titan-Basis entwickelt
- Erster Prototyp gefertigt und getestet (Abb. 2)

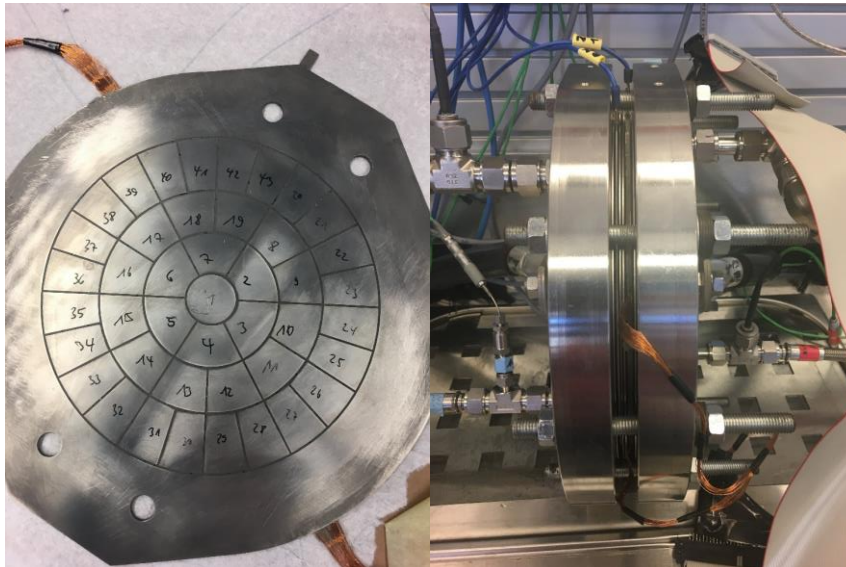


Abb. 1: Erster Prototyp (links) und aufgebauter Short-Stack (rechts)

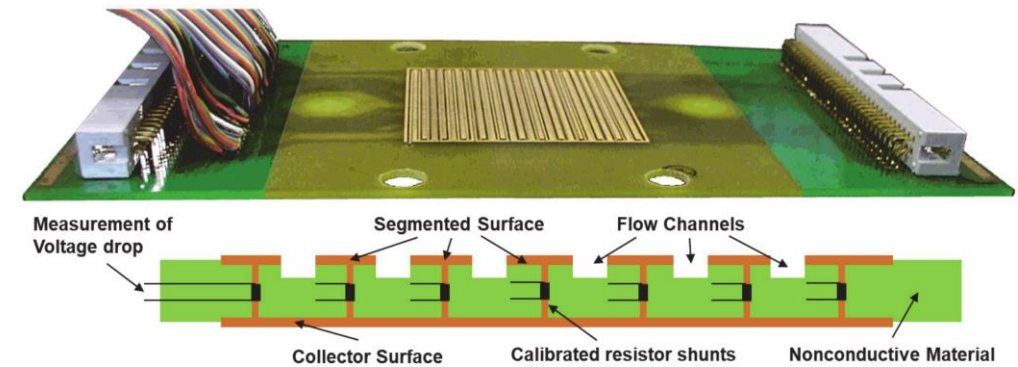


Abb. 1: Herkömmliches segmentierte Platte als PCB

### Vorteile:

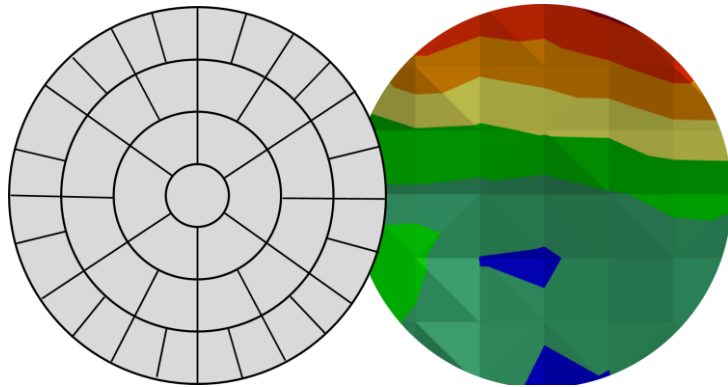
- Design der BPP kann nachgebildet werden
- Keine zusätzlichen Materialien im Stack
- Vernachlässigbarer Einfluss auf Performance
- Keine Änderung des Degradationsverhalten

### Anwendung:

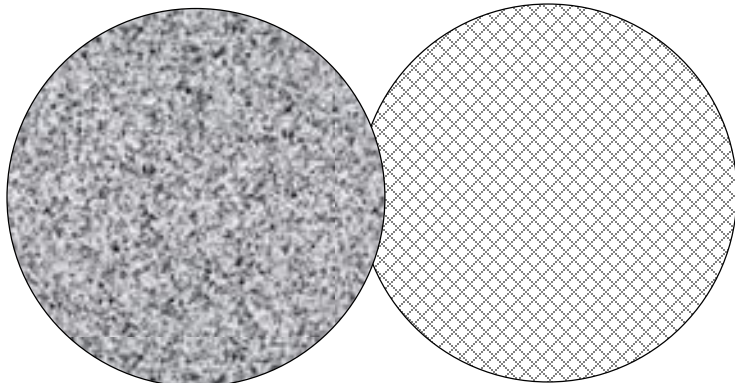
- In-situ online Diagnose und Überwachung des Gesundheitszustands („*State of Health*“)
- Verbesserung der Performance und Lebensdauer durch aufbauende Regelstrategien

## Konzept

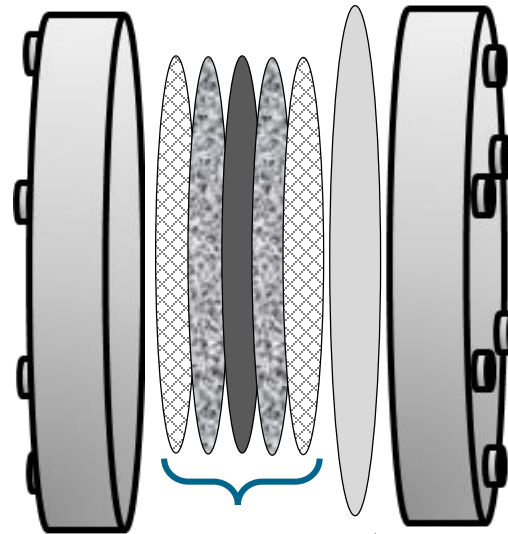
### Segmentierte Ti-BPP



### Beschichtete Edelstahl-Komponenten



### Elektrolyse-Stack



Edelstahl-Komponente

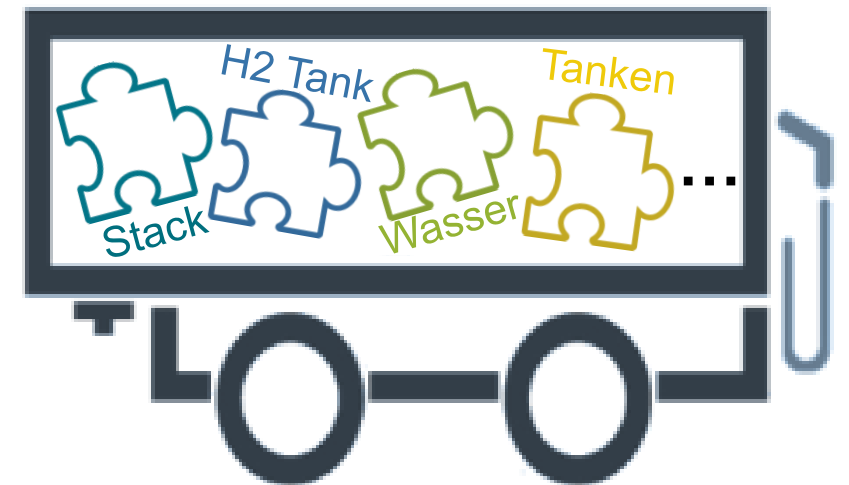
Segmentierte Ti-BPP

### Modulare H2-Mikrotankstelle



## ToDo's

- Technologisches:
  - Integration Elektrolyse und Tankstelle
  - Kompression, Tank-Technologie für Kleinverbraucher
- Organisatorisches:
  - Abrechnungssystem / Bestell-System
  - Rotations-System bei wechselnden Standorten
- Regulatorisches:
  - Genehmigungen
  - Standorte
  - Tankprotokolle für Kleinverbraucher
  - Netzstabilisierung (Stromspitzen)



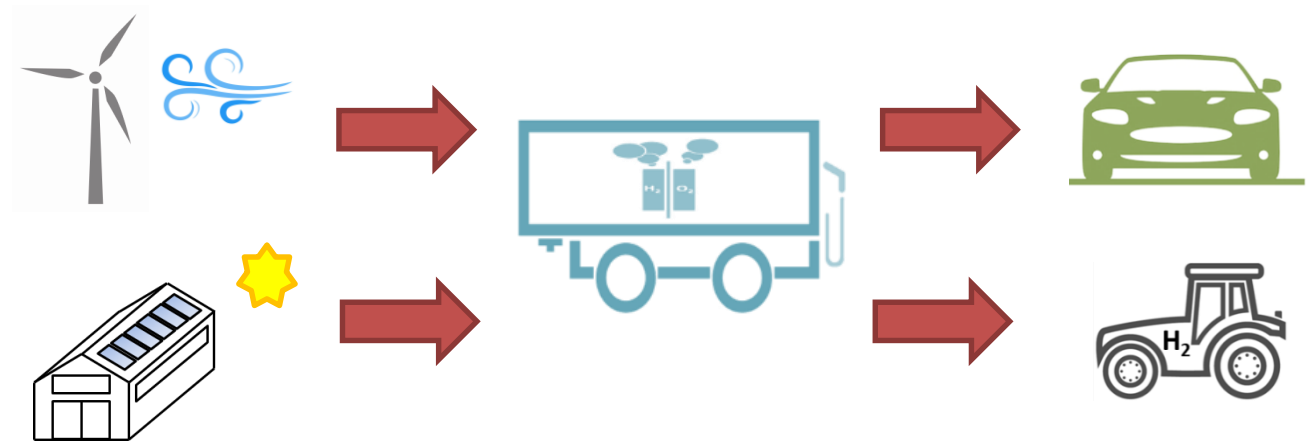
# Die Mikro-H2-Tankstelle als Schlüssel zur Energiewende

## Gezieltes Schließen weniger Versorgungslücken

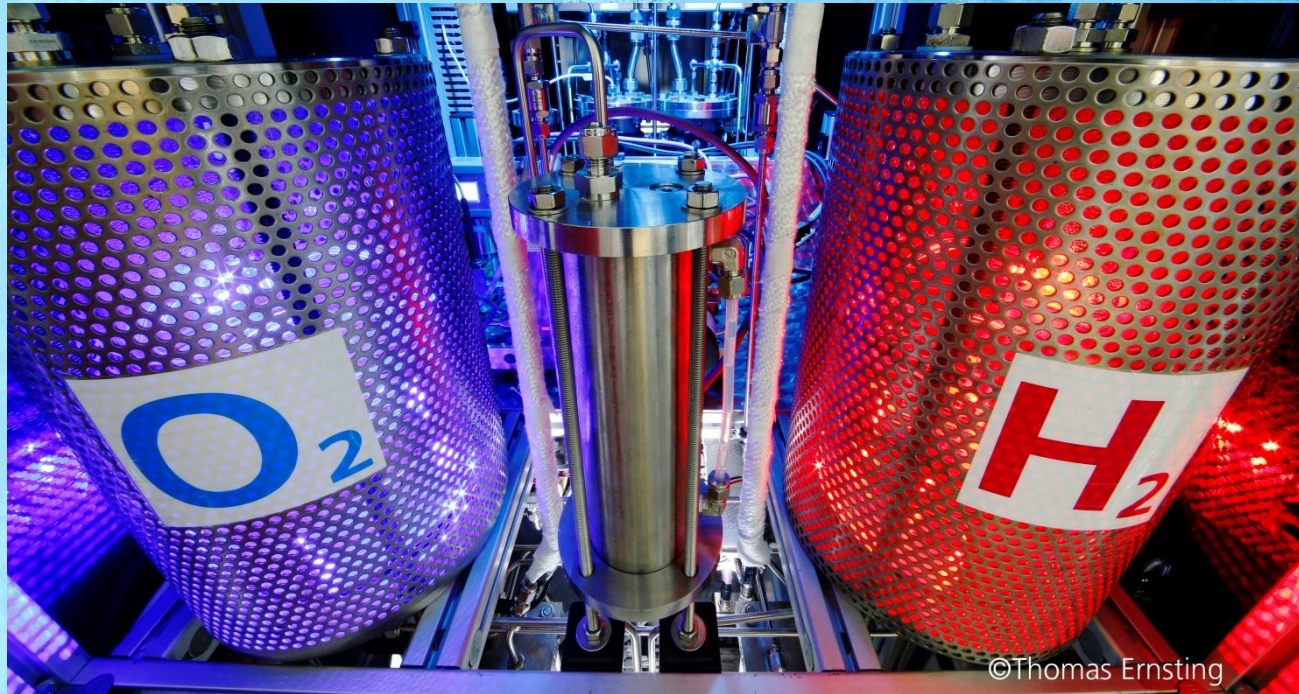
- Ländlicher Raum hat alle Voraussetzungen für eine Vorreiter-Rolle zur Energiewende
- Mikro-H2-Tankstellen: Transformations-Technologie für den noch kleinen Bedarf
- Kleiner Entwicklungsschritt nötig
- Geringe Investitionen pro Einheit

### Weitere Vorteile:

- Unabhängigkeit von Lieferquellen
- Versorgungssicherheit
- Auch O<sub>2</sub> nutzbar
- Pilottechnologie nicht nur in Städten!







**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

