

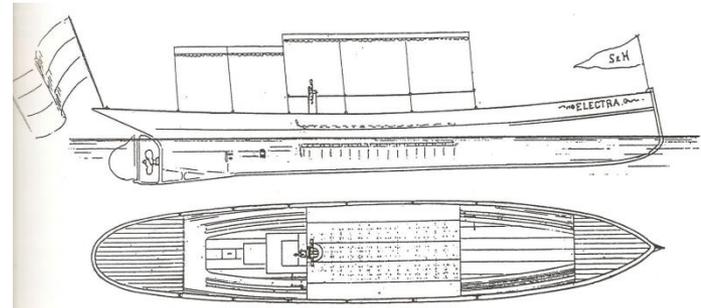
Regenerative Energien - alternative Antriebe für Wasserfahrzeuge

Prof. Dr. R. Leiner

Wann gab es das erste Elektroboot?

- 1839 erprobte **Jacobi-Boot** in St. Petersburg das erste mit einem Elektromotor betriebene Wasserfahrzeug; der E-Motor wurde von einem Akku gespeist.
- 1886 wurde mit der ELECTRA gezielte Erprobungsfahrten auf der Spree zur Lösung des Nahverkehrsproblems in Berlin durchgeführt. Diese Form konnte sich aber nicht durchsetzen.

Quelle: Wikipedia



- „Es gibt eine mächtige, leicht zu beherrschende und jederzeit verfügbare Energie, die sich für alle Zwecke einsetzen lässt und das Leben hier an Bord bestimmt. Sie erfüllt alle Bedürfnisse, sorgt dafür, dass ich Licht habe, dass mir warm ist und dass meine mechanischen Geräte funktionieren. Diese Energie ist die Elektrizität.“

Quelle: Jules Verne, aus „20.000 Meilen unter den Meeren“, http://www.j-verne.de/verne_technik02.html

Photovoltaik Boot KORONA (1988)



Elektrofähre „Ampere“, Norwegen

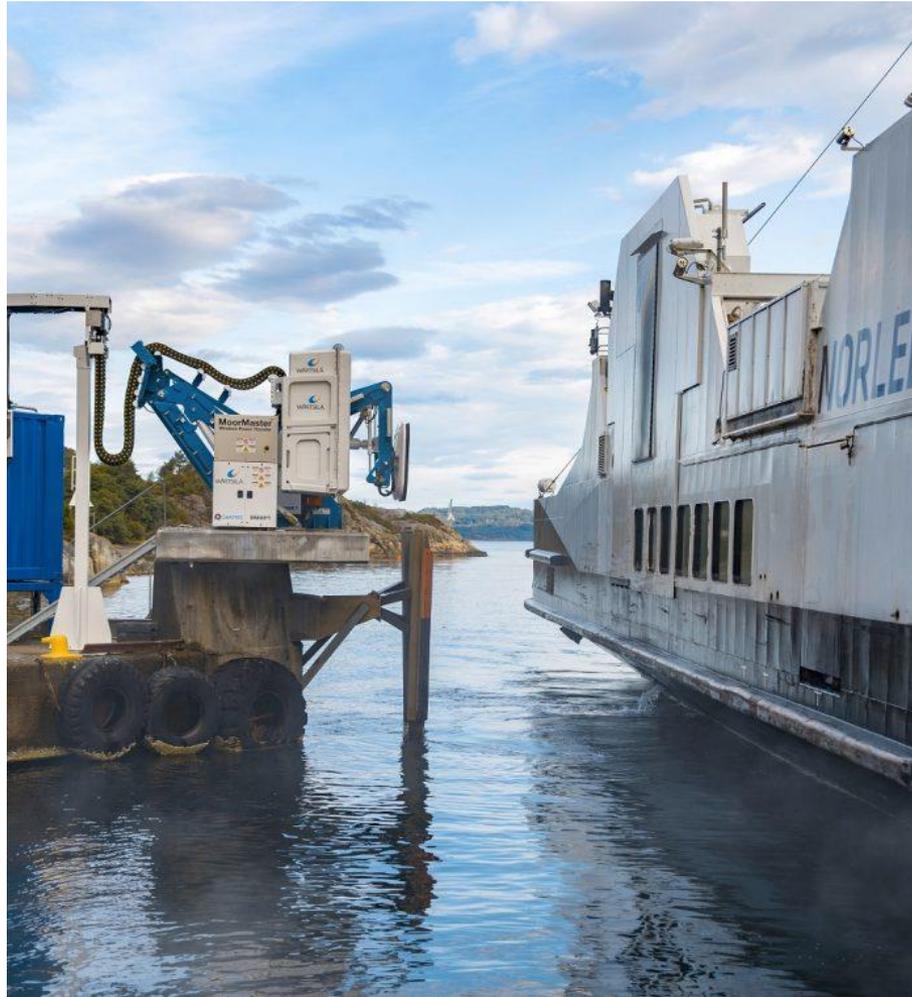


Quelle: <https://www.energiezukunft.eu>

Hybridfähre „MF Folgefonn“, Norwegen

Drahtlose
Stromübertragung

Quelle: <https://www.ingenieur.de>



Einschränkungen bei reiner Batterie-Lösung

- **Geringe Energiedichte (in kWh/kg) = begrenzte Reichweite**

Vergleich (Stand 2017, Wikipedia)

LiO-Batterie	0,2
Diesel	12
Methanol	5,5
Wasserstoff (gasförmig)	37
Redox-Flow	0,1

- **Ladeinfrastruktur erforderlich**

Ladesäulen => wo, wie viele?

Leistung => verfügbar?

Investition für Saisonbetrieb fraglich

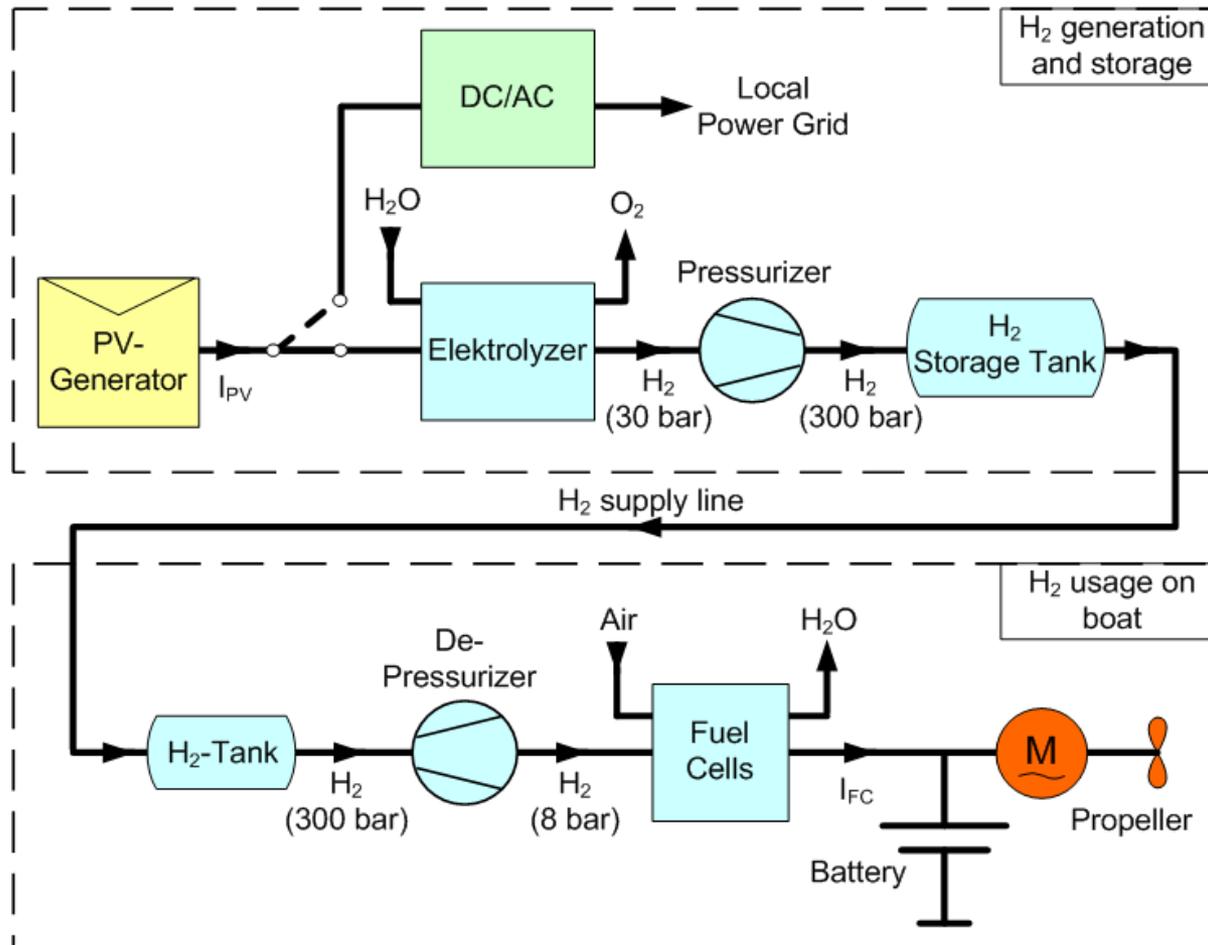
- **Lange Ladezeiten bei normale Infrastruktur (Steckdose)**

Hybrid Boat SOLGENIA (2007)



- Eines der ersten Hybridboote der Welt
- Wasserstoff + Brennstoffzelle als Backup zu Photovoltaik/Batterie
- Forschungsprojekt in Zusammenarbeit mit MA:
MA => H₂-Erzeugung, EI => H₂-Nutzung

HTWG Wasserstoff Energie Kreislauf



Energielieferant:
Sonne

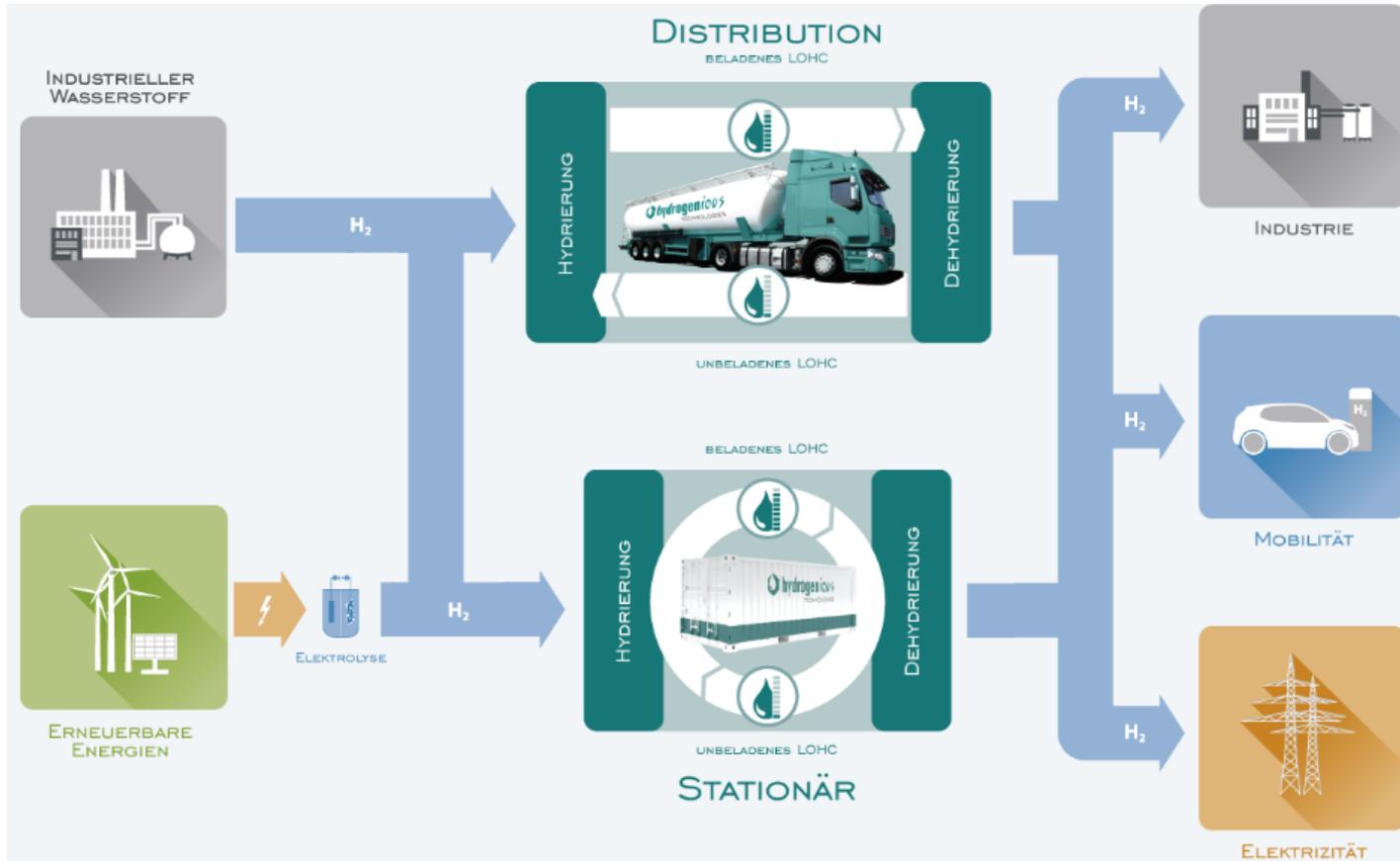
Energiemedium:
Wasser

Produkt:
Strom

Abfallprodukt:
Wasser

Ergebnis nach 10 Jahren H₂-Nutzung: teuer und Nutzer-unfreundlich

Technologie am Horizont: LOHC => Liquid Organic Hydrogen Carrier



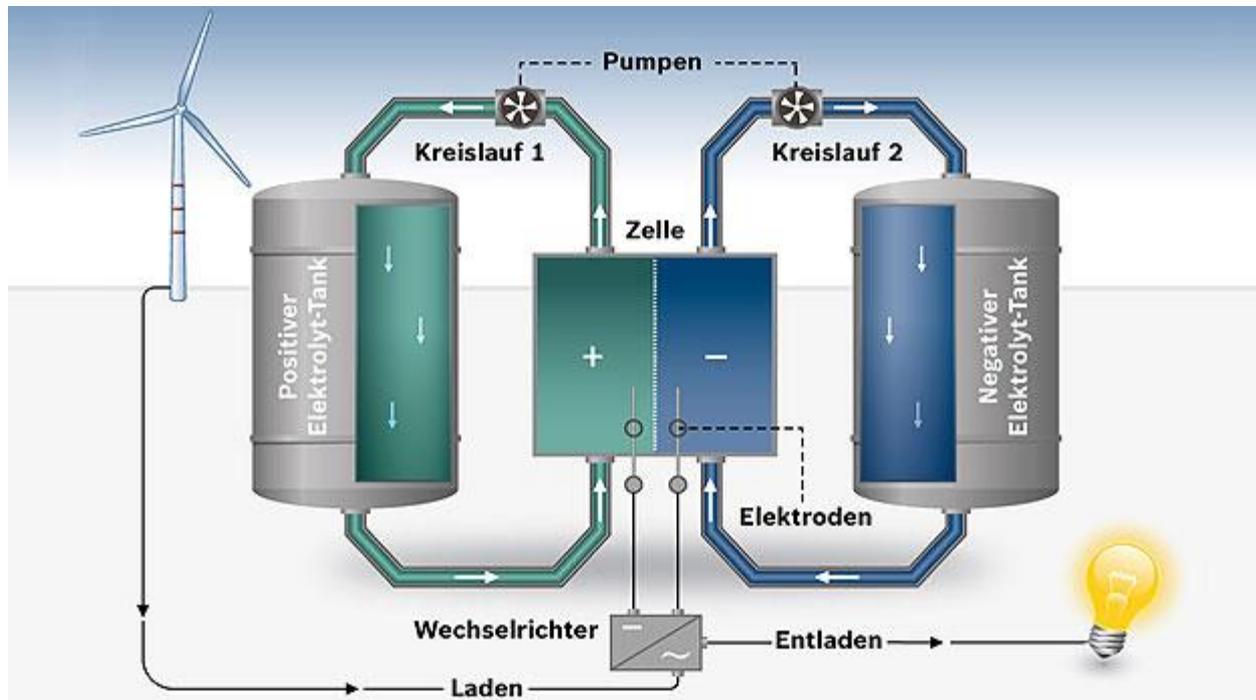
Quelle: <http://www.hydrogenious.net/de/technologie/>

Technologie am Horizont: LOHC

- Sicher und effiziente Wasserstoffspeicherung mittels flüssiger organischer Wasserstoffträger
- Kann bei Umgebungsbedingungen in der existierenden Kraftstoffinfrastruktur gespeichert und transportiert werden
- Ohne hohe Drücke oder niedrige Temperaturen
- Ein Kubikmeter LOHC kann ca. 2 MWh Energie speichern (Diesel ca. 10 MWh)
- **Nutzung im mobilen Betrieb frühestens ab 2024**

Technologie am Horizont: Redox Flow Batterie

Eine Batterie, zwei Elektrolytflüssigkeiten



Quelle: <https://www.smarterworld.de>

Technologie am Horizont: Redox Flow Batterie

- Flexible Installation durch Trennung von Energiespeicher und Wandler
- Unabhängige Dimensionierung von Leistung und Energie => einfache Skalierbarkeit
- Geringer Wartungsaufwand
- Einfaches Recycling (reversibler Prozess => über PV)
- Energieeffizienz von 70 – 90 %
- Benötigen zur Herstellung keine seltenen Rohstoffe wie z.B. Lithium
- Durch geringe Energiedichte für Einsatz im mobilen Bereich noch ungeeignet

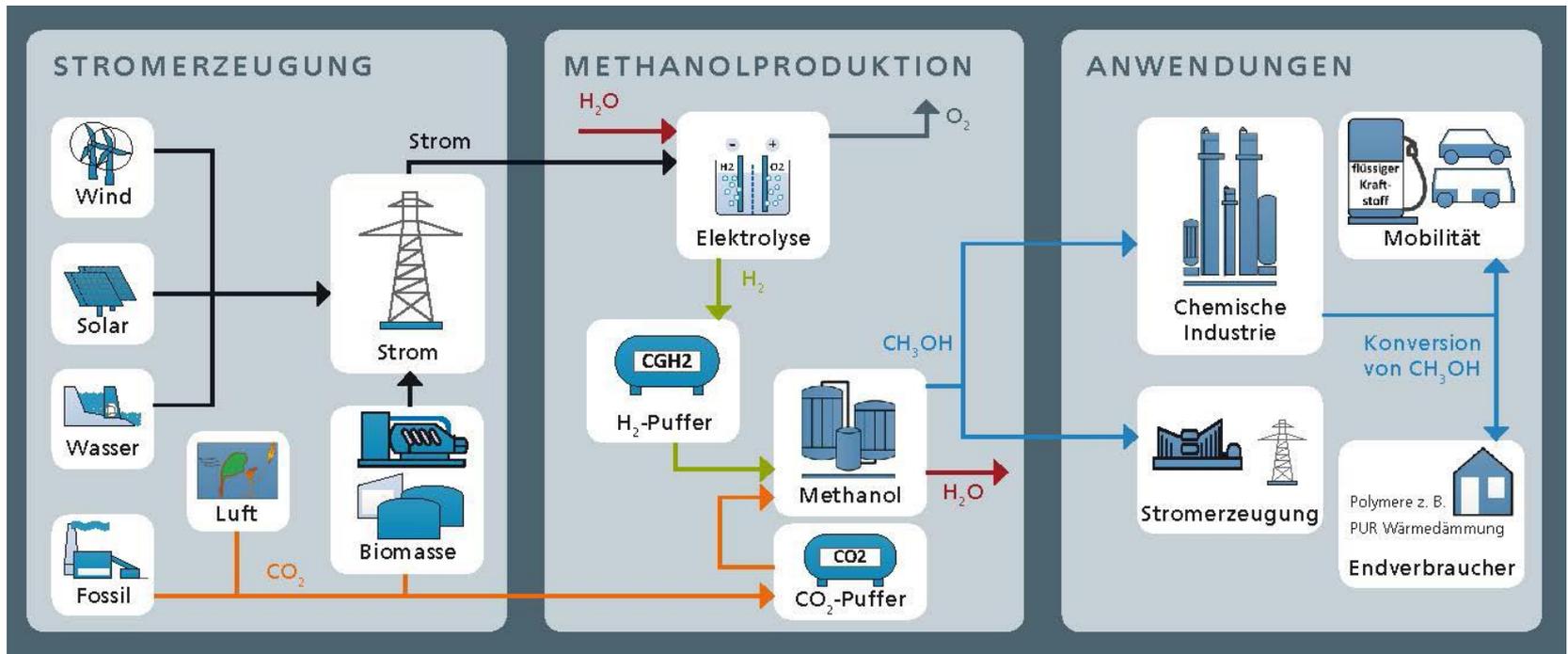
Technologie am Horizont: Redox Flow Batterie

Flusszellenantrieb von nanoFlowcell: 48 V-Elektroauto Quantino
Keine genaueren technischen Informationen erhältlich!



Quelle: <http://www.nanoflowcell.com/>

Technologie in Anwendung: Methanol



Quelle: ise.Fraunhofer.de

Technologie in Anwendung: Direkt-Methanol-Brennstoffzelle für Camper



Quelle: <https://www.efoy-comfort.com/>

Technologie in Anwendung: „RG Nathalie“ Methanol + Brennstoffzelle



Beijing Motor Show 4/2018:

Acceleration 0-100 2.5 sec, Vmax over 300 km/h

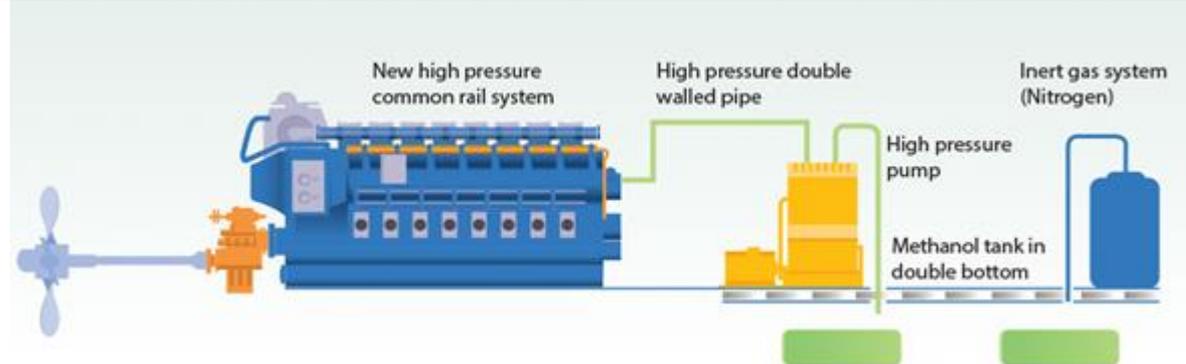
Inner city range 1,200 km; no harmful pollution

4 wheels 4 engines

Own power plant in the car to be independent from charging stations

Quelle: <https://serenergy.com/>

Technologie im Einsatz: „Stena Germanica“ Methanol + Verbrennungsmotor



Quelle: <https://stenaline.de/supergreen>

Technologie im Einsatz: „MS Innogy“ Methanol + Brennstoffzelle



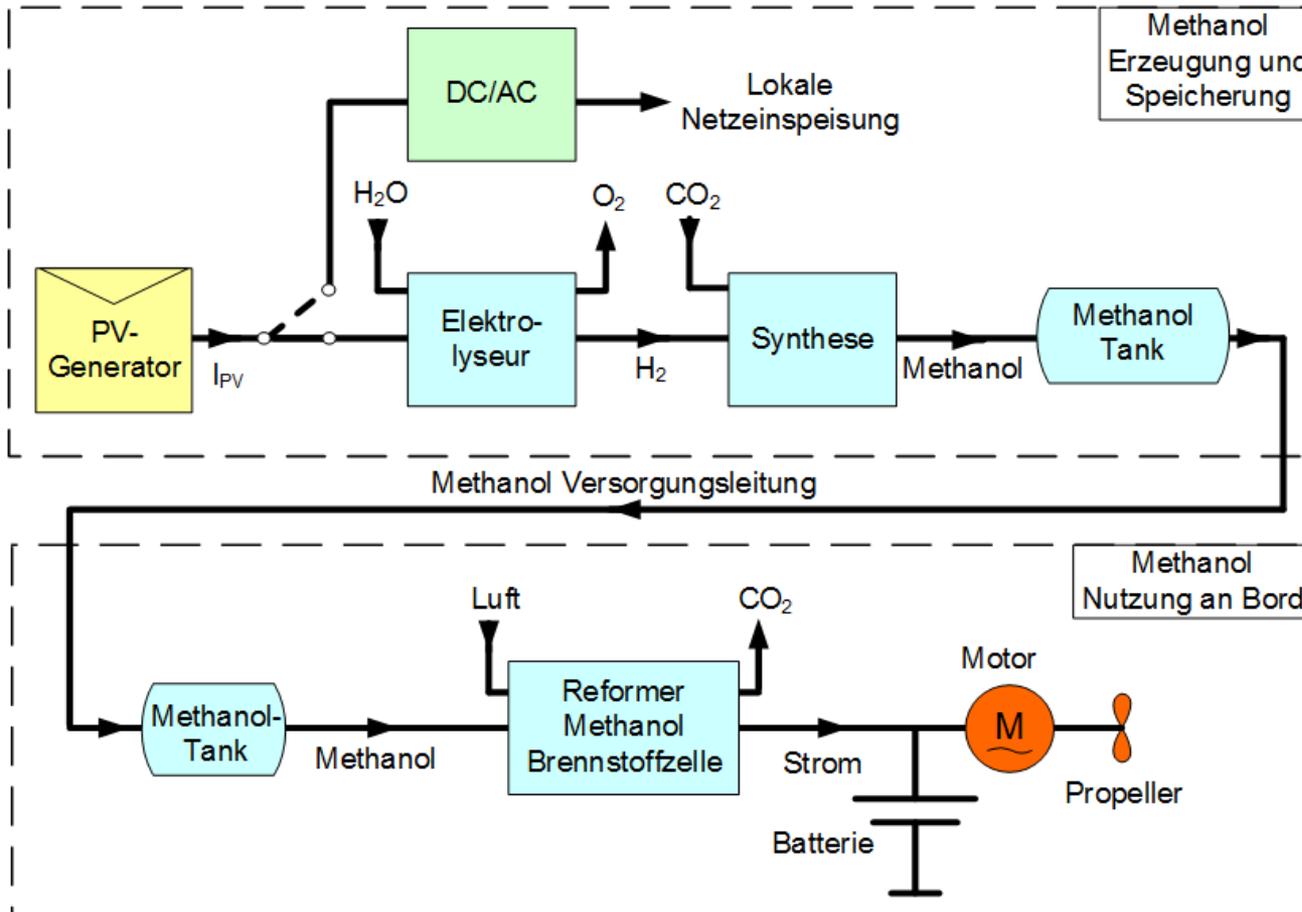
Quelle: <https://serenergy.com/>

Technologie in Erprobung: „Solgenia“ Reformer-Methanol-Brennstoffzelle

- Mit Photovoltaik erzeugtes Methanol in Kombination mit einer Brennstoffzelle ist CO₂-neutral und damit umweltfreundlich
- Drucklos gespeichert und handhabbar wie Diesel
- Tankgröße und Verbrauch vergleichbar mit Diesel
- Durch die Trennung von Energieträger (Methanol im Tank) und Energienutzer (Brennstoffzelle), ist diese Technologie für alle Anwendungen skalierbar
- Methanol ist wasserlöslich und für den Einsatz auf dem Trinkwasserspeicher Bodensee unbedenklich



Vision Methanol Erzeugung und Nutzung an der HTWG



Energielieferant:
 Sonne

Energiemedium:
 Wasser + CO_2

Produkt:
 Strom

Abfallprodukt:
 CO_2



Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

