

Swiss Cleantech Webinar

WASSERSTOFF ALS ENERGIETRÄGER

IET INSTITUT FÜR
ENERGIETECHNIK

Prof. Dr. Markus Friedl

26. Februar 2020

 **HSR**
HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL
FHO Fachhochschule Ostschweiz


**SWISS
CLEANTECH**
Wirtschaft klimatauglich.

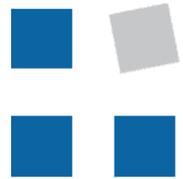


HSR

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL

FHO Fachhochschule Ostschweiz

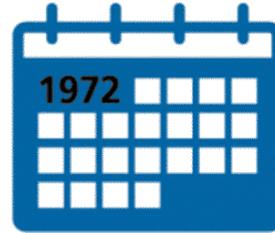
Das Umfeld



HSR

HOCHSCHULE FÜR TECHNIK
RAPPERSWIL

FHO Fachhochschule Ostschweiz



45+ Jahre
Erfahrung



1600
Studierende



20+
Weiterbildungsprogramme



INSTITUT FÜR
ENERGIETECHNIK



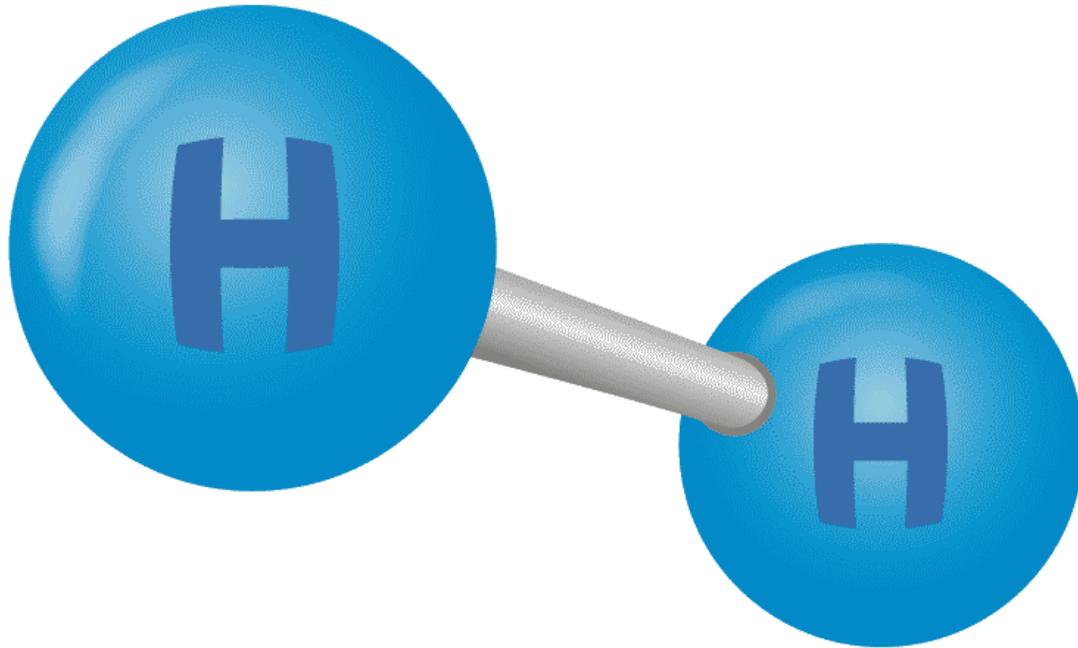
16
Institute



CHF 36 Mio.
verwendete Drittmittel



400
aktuelle Forschungsprojekte

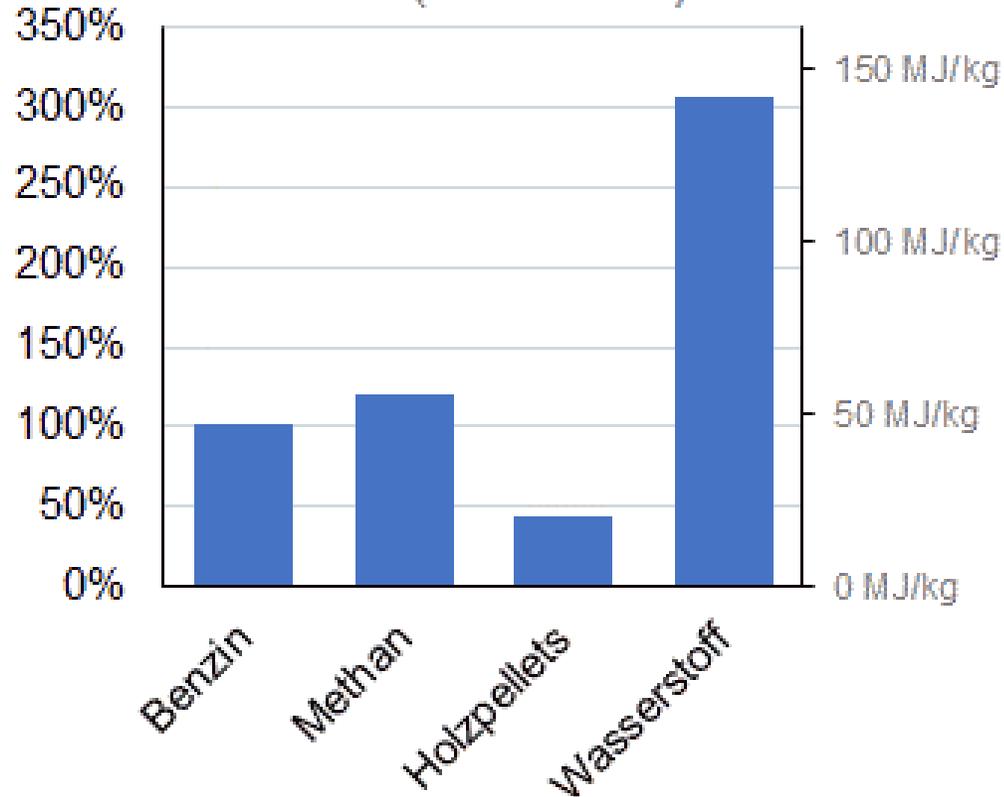


Bildquelle: Gazette Nr.1/2019

- Molekül H₂
- Das häufigste chemische Element des Universums
- Ist Bestandteil von Wasser (H₂O) und von beinahe allen organischen Substanzen
- 14 mal leichter als Luft
($T = 20\text{ °C}$, $p = 1\text{ bara}$: $\rho_{Luft} = 1.2\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $\rho_{H_2} = 0.083\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)
- Unsichtbar, geruchlos
- Verbrennung:
 - rückstandsfrei
 - ohne CO₂ Emission
 - Es entsteht Wasser H₂O
- Ungiftig für Mensch und Umwelt

Energieinhalt von Wasserstoff

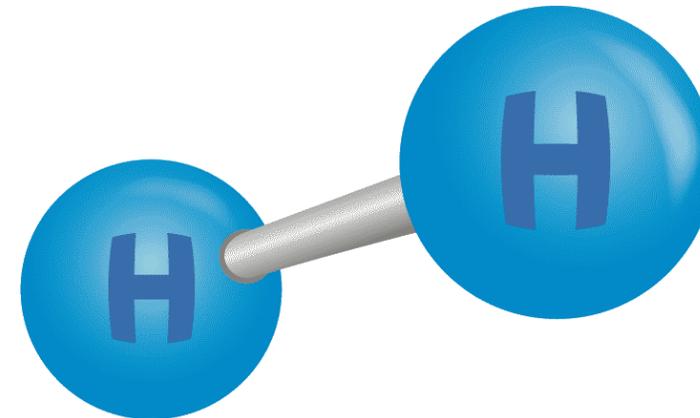
Energieinhalt pro Masse
(Brennwert)



- Enthält pro Masse sehr viel Energie

- 3 Mal mehr als Benzin
- 7 Mal mehr als Holzpellets
- Die Herstellung benötigt viel Energie
- Die Nutzung ergibt viel Energie

- Batterie: wenige % im Vergleich zu Benzin.



Bildquelle: Gazette Nr.1/2019

- **Unter Druck**

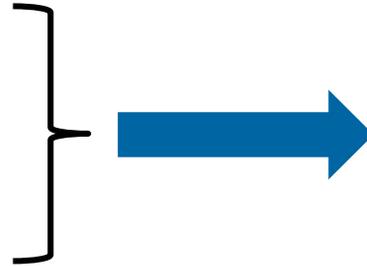
- 350 bar: Lastwagen und Busse
- 700 bar: PKWs

Weltweit standardisiert

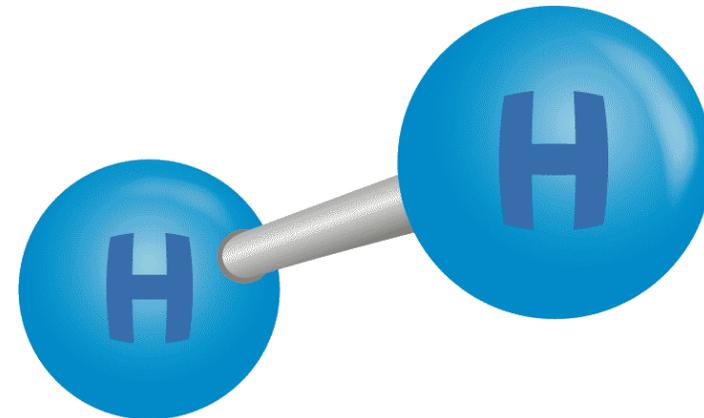
- **Verflüssigt bei -250 °C :
Wird grosstechnisch angewendet**

- **In Metallhydriden:
Ist noch nicht ganz marktfähig**

- **In speziellen Flüssigkeiten: LOHC
In der Forschungsphase**



- **Sehr viel Energie pro Masse**
- **Weniger Energie pro Volumen**



Bildquelle: Gazette Nr.1/2019

Herstellung und Nutzung

Herstellung:

■ Aus Erdöl oder Erdgas

- CO₂ entweicht in Atmosphäre
- CO₂ Speicherung im Untergrund

■ Aus Biomasse

■ Elektrolyse

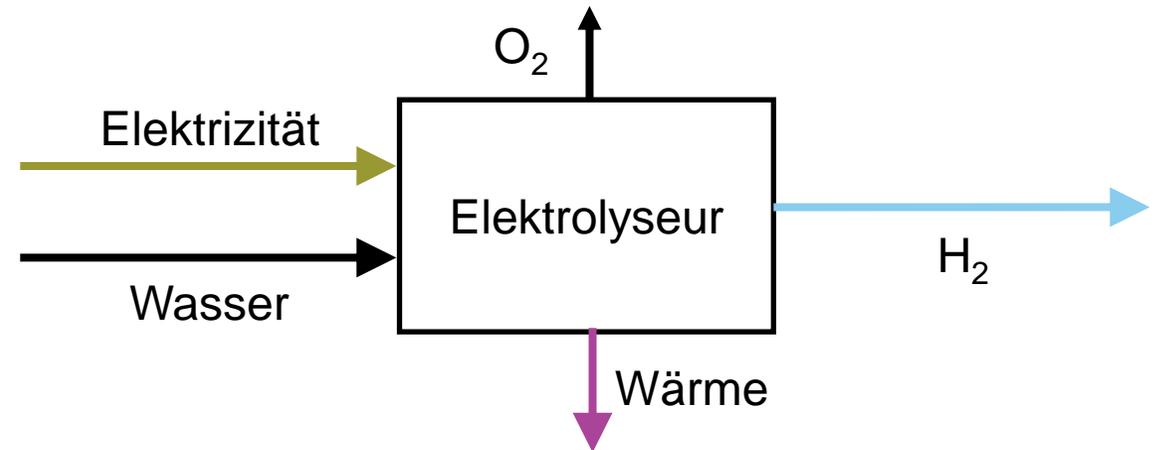
- Mit erneuerbarer Elektrizität
- Mit nicht-erneuerbarer Elektrizität

Nutzung

■ Brennstoffzelle → Elektrischer Antrieb

■ Brenner

■ Verbrennungsmotor



Einbindung in das Energiesystem

Erneuerbare Elektrizität verfügbar

- Elektrizität direkt nutzen
- **Bei Überschuss von Elektrizität**
 - Produktion von Wasserstoff
- **Bei Überschuss von Wasserstoff**
 - Produktion von Methan
 - Nutzung der Erdgasinfrastruktur

Vorteile von Wasserstoff gegenüber Batterie

- Reichweite
- Betankungszeit
- Bezug Elektrizität aus dem Netz, wenn sie verfügbar und erneuerbar ist, und nicht dann, wenn Fahrzeug an der Ladestation.
- Energiespeicher für längere Zeiträume (z.B. ab mehreren Tagen)

Nachteile von Wasserstoff gegenüber Batterie

- Verluste bei Elektrolyse
- Verluste bei Brennstoffzelle
- Infrastruktur