



WIVA – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Energie Austria Power and Gas

Prof. Manfred Klell (CEO), Dr. Alexander Trattner (CTO)

Alexander Trattner, 29.04.2016



- 1. Vorstellung HyCentA**
- 2. Status des Energiesystems und der Wasserstofftechnologien**
- 3. WIVA – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Energie Austria**
- 4. Vernetzung bestehender und zukünftiger Projekte**
- 5. Zusammenfassung**

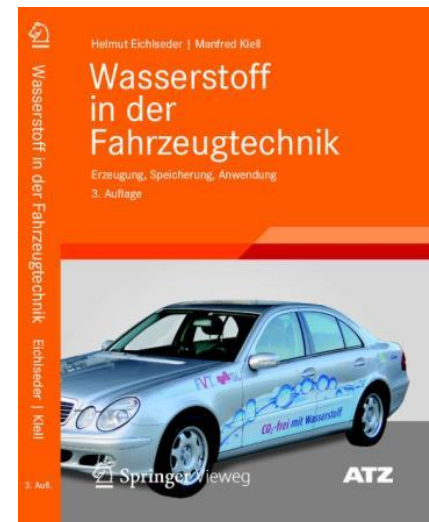


Auf dem Gelände der Technischen Universität Graz dient das **HyCentA** als Fokus **österreichischer Forschung und Entwicklung** auf dem Gebiet des **Wasserstoffs** mit Expertise in Fragen seiner **Herstellung, Speicherung und Anwendung.**



Österreichisches Forschungszentrum für Wasserstoff mit Prüfständen und Betankungsmöglichkeit seit 2005

- **Thermodynamische Analyse** von Prozessen und Systemen
- **Ökonomische und ökologische Analysen**
- **Kundenspezifische Tests für Grundlagenforschung und Entwicklung**
- **Konzeption, Aufbau und Betrieb von Wasserstoffanlagen für stationäre und mobile Anwendungen**
- **Expertise in Fragen von Sicherheit, Standards und Genehmigungsverfahren**
- **Wissenschaftliche Forschung und Lehre**
- **Veröffentlichungen und Medienarbeit**



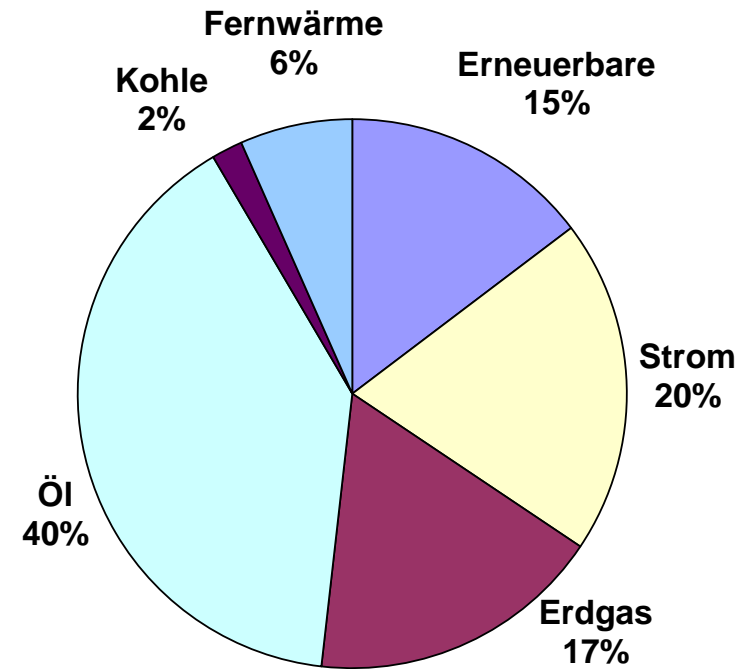
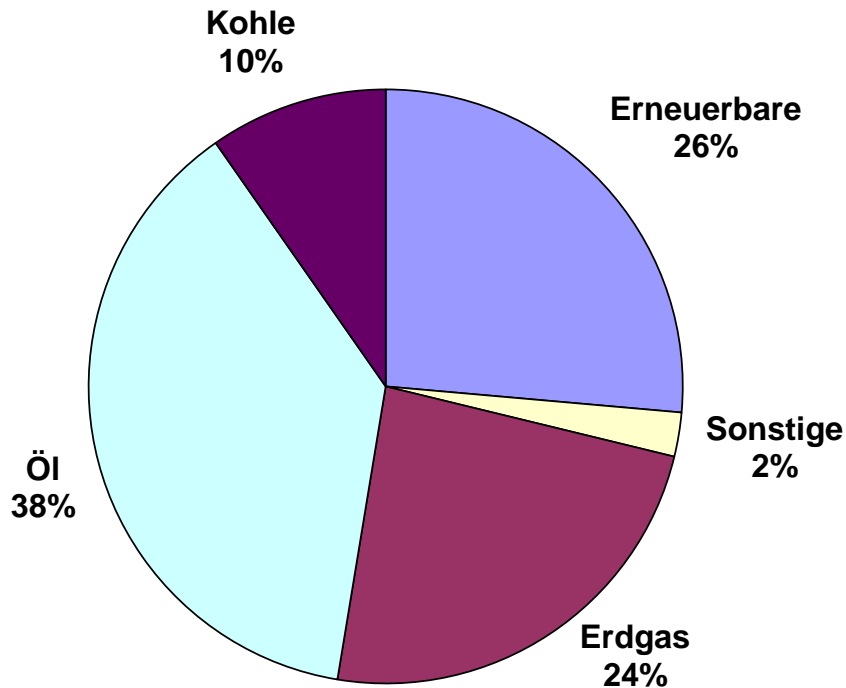
1. Vorstellung HyCentA
2. **Status des Energiesystems und der Wasserstofftechnologien**
3. WIVA – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Energie Austria
4. Vernetzung bestehender und zukünftiger Projekte
5. Zusammenfassung



- **Wesentliche Importabhängigkeit und Wertschöpfungsabfluss**
- **Treibhausgas- und Schadstoffemissionen → fossiler Energieträger**

Primärenergieverbrauch Österreich 2010: 1,5 Exajoule

Sekundärenergieverbrauch Österreich 2010: 1,1 Exajoule



- **Umstellung des Energiesystems ist notwendig!**



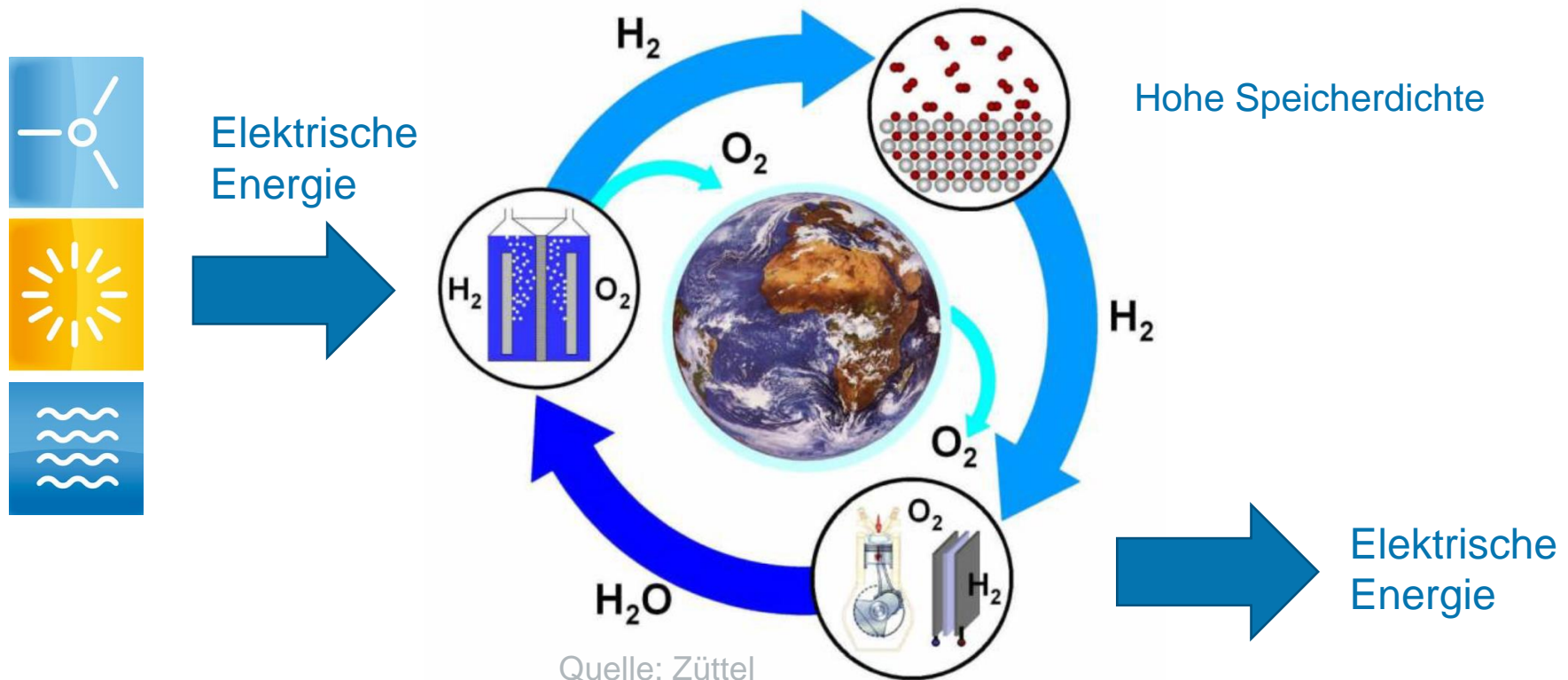




Wasserstoff - nachhaltiger CO₂-freier und Schadstofffreier Energiekreislauf

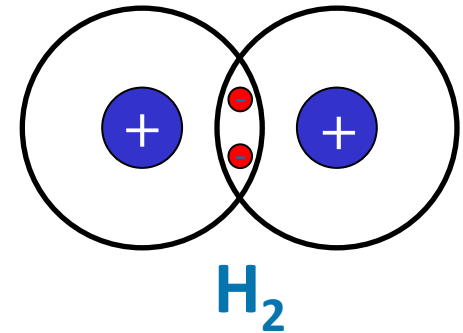
- **Erzeugung** aus Wasser durch Elektrolyse mit Strom aus erneuerbaren Quellen
- **Speicherung** als verdichtetes Gas, tiefkalt flüssig oder in Verbindungen
- **Umsetzung** in Brennstoffzellen, Verbrennungsmotoren oder Turbinen

Energiekreislauf mit Wasserstoff



Was ist Wasserstoff?

- Lat. hydrogenium „Wassererzeuger“
- **H** besteht aus einem **Proton (+)** und einem **Elektron (-)**
- Element mit geringster Atommasse
- **H** aufgrund sehr **starker Reaktivität** überwiegend als Molekül **H₂**
- **H₂-Molekül** meist nur in Verbindungen
 - **H₂O Wasser**
 - **Ammoniak**
 - **Ethanol**
 - **Etc.**

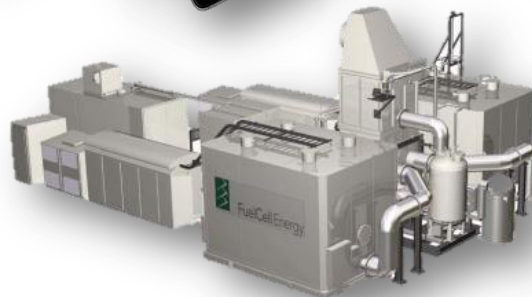


Vorkommen:

- Häufigste im Universum vorkommende Element, mehr als 90% aller Atome
- Hauptbestandteil und Energiequelle von Sternen
- Feste **Erdkruste** Anteil Wasserstoffes **0,88 Gew.-%**, **Ozeane beachtliche 11 %**



Eine Technologie von Heute!



1. Vorstellung HyCentA
2. Status des Energiesystems und der Wasserstofftechnologien
3. **WIVA – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Energie Austria**
4. Vernetzung bestehender und zukünftiger Projekte
5. Zusammenfassung



WIVA – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Energie Austria

Aktueller Call Klimafonds: “Vorzeigeregion Energie”

- Erhöhung der Stromproduktion Erneuerbarer Quellen
 - Umstellung erfordert **regional angepasste Systeme**
 - Hohes **Potential von Wind- und Sonnenenergie**, aber **hohe Fluktuation**
- Nachhaltige erneuerbare Stromproduktion erfordert geeignete **Energiespeicher**
- Wasserstoff und Methan sind ideale Energiespeicher
- Einbindung aller Energiesegmente
- Eine Chance für neue Märkte und erhöhte Wirtschaftsleistung





Energiebereitstellung: 1. Photovoltaik-Kraftwerk, 2. Windkraftwerk, 3. Wasserkraftwerk

Quelle: Fronius

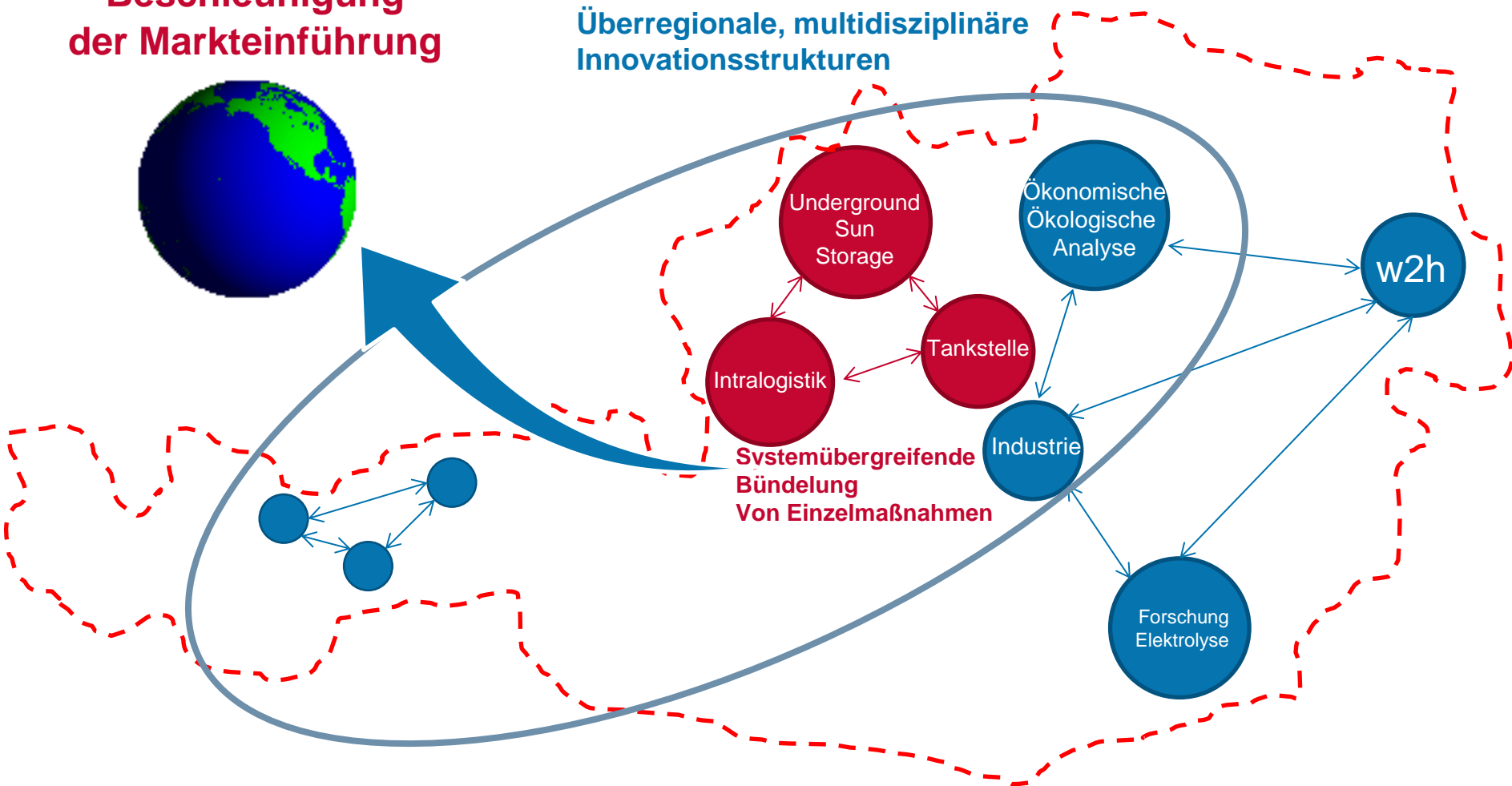
Energieverteilung und -speicherung: 4. Erdgas/Wasserstoffporenspeicher, 5. Gasnetz mit kommunalem Speicher, 6. Pumpspeicherkraftwerk, 7. Zentrale Elektrolyse-/Methanisierungsanlage

Energienutzung: 8. Gas- / Wasserstoff- / Elektro-Tankstelle, 9. Gaskraftwerk, 10. Energieautonomes Einfamilienhaus, 11. Energieautonome Mobilfunkstation, 12. Grüne Intralogistik mit Schwerverkehr, 13. Smart City, 14. Smart Village und Kleinbetriebe, 15. Elektromobilität (Akkumulator und Brennstoffzelle)

Aufbau großflächiger, international sichtbarer Vorzeigeregionen

**Beschleunigung
der Markteinführung**

**Überregionale, multidisziplinäre
Innovationsstrukturen**



1. Vorstellung HyCentA
2. Status des Energiesystems und der Wasserstofftechnologien
3. WIVA – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Energie Austria
4. **Vernetzung bestehender und zukünftiger Projekte**
5. Zusammenfassung



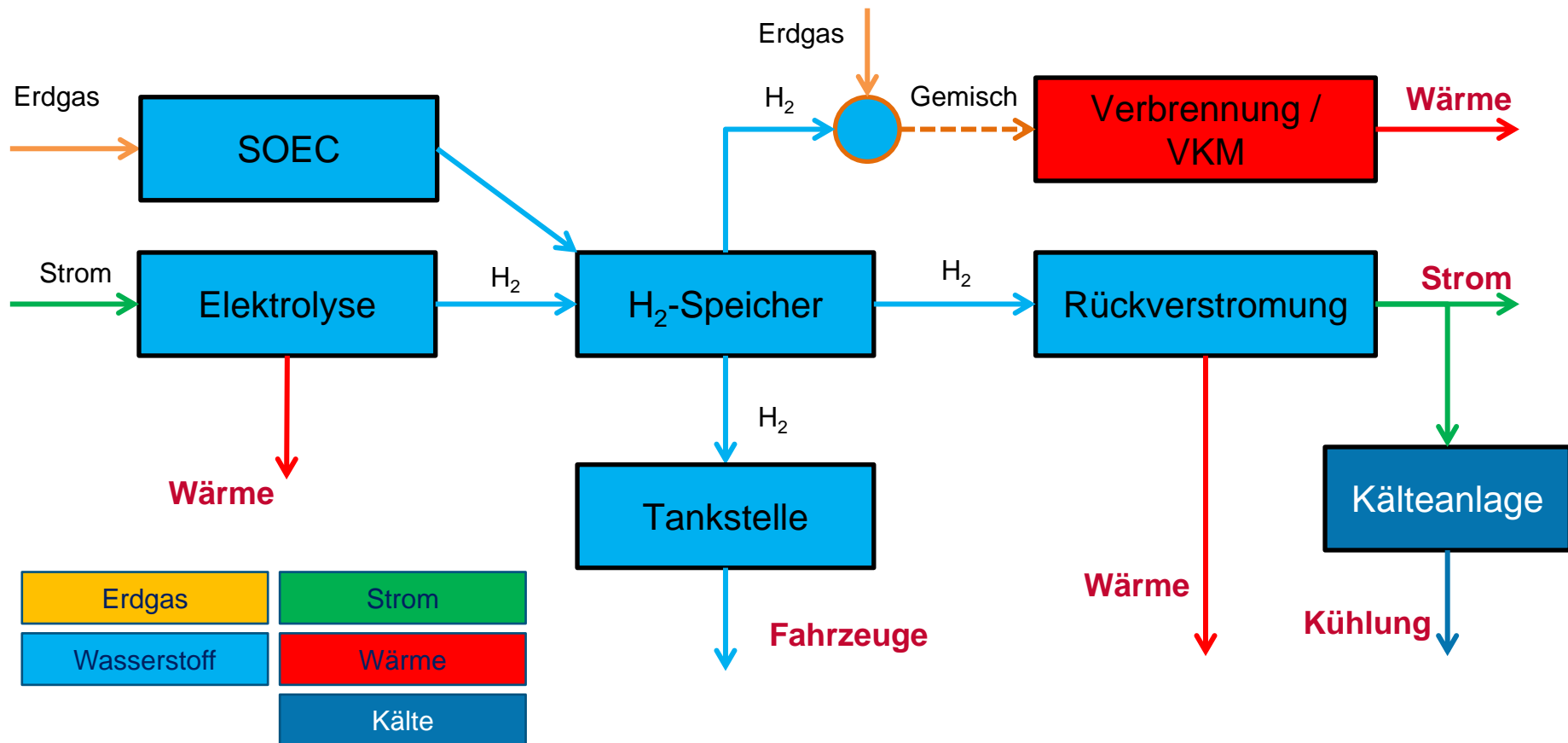
**Nachhaltige Gebäude und Städte –
Grüne Energieerzeugung, kein CO₂, keine Schadstoffe, kein Lärm!**

Benötigt wird: Mobilität, Strom und Wärme/Kälte

- 1. Energieerzeugung** mittels **Photovoltaik** und/oder **Wind-** und **Wasserkraft**
- 2. Überschussstrom umwandeln** mittels Elektrolyse in **Wasserstoff**
 - Abwärmenutzung (Tourismus: Hallenbad oder Therme)
- 3. Speicherung von Wasserstoff** in Druckbehältern oder unterirdischen Speichern
- 4. Verwendung** des Wasserstoffs
 - Rückverstromung nach Bedarf mittels Brennstoffzellen
 - Direktnutzung für Wärmeerzeugung
 - H₂-Tankstelle
 - Zero-emission PKWs (Fahrzeuge sind serienreif verfügbar)
 - H₂ Kommunalfahrzeuge
 - H₂-Traktor und Pistengeräte
 - Viele weitere Möglichkeiten denkbar!

Wasserstofftechnologien sind verfügbar!

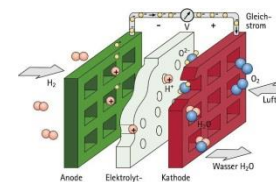
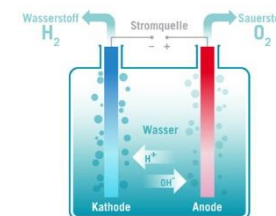
Beispielhafter Energiefluss im Smart Building / Village:



Kosten der Wasserstofftechnologien noch hoch, da Stückzahlen fehlen!

Technologie- und Kostenüberblick:

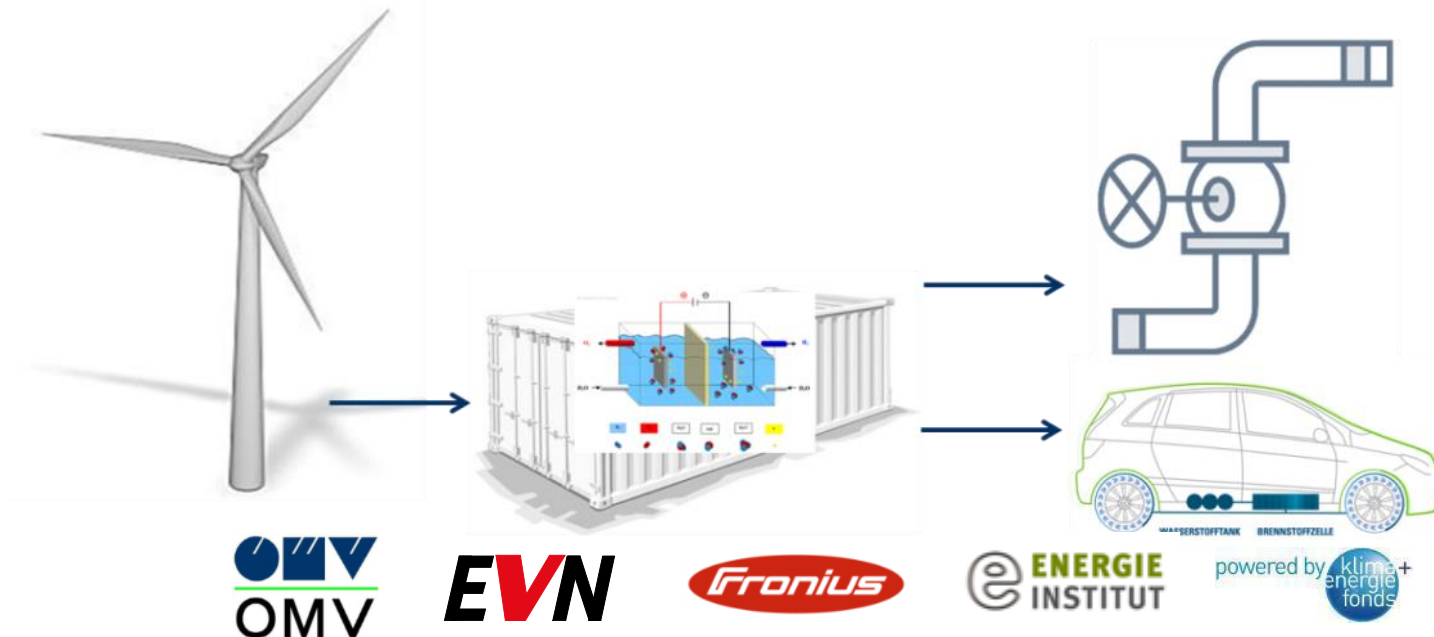
- **Energieerzeugung:**
 - Kosten: PV 1400-2000 €/kWp, Wind 2500-3500 €/kWp
 - Energie pro kWp und Jahr: PV ~1000 kWh, Wind ~2500-3000 kWh
- **Elektrolyse:**
 - Kosten: 2000-3000 €/kW
 - Wirkungsgrad HD-PEM: ~60%
 - Wirkungsgrad AE: ~70%
- **Brennstoffzelle:**
 - Kosten: 1000-2000 €/kW
 - Wirkungsgrad PEM: ~55-65%
- **Tankstelle:**
 - Tankstelle: ~500.000 € (S) bis ~1.000.000 € (M-L)
- **Fahrzeuge:**
 - Toyota Mirai (in Serie) ~78.000€
 - Hyundai ix35 (in Serie) ~80.000€
 - Honda Clarity (in Serie)



Umwandlung von erneuerbarem Strom in Wasserstoff

- Neuentwicklung eines PEM-Hochdruck-Elektrolyseurs
- Bau einer 100-kW-Pilotanlage
- Operative Erfahrung einer Power-to-Gas-Anlage mit realen Lastfällen erneuerbarer Energie und die Einspeisung von H₂ in das Erdgasnetz
- Erzeugung von nachhaltiger Wasserstoff für H₂-Mobilität

Im Rahmen von „ENERGY MISSION AUSTRIA“ aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert

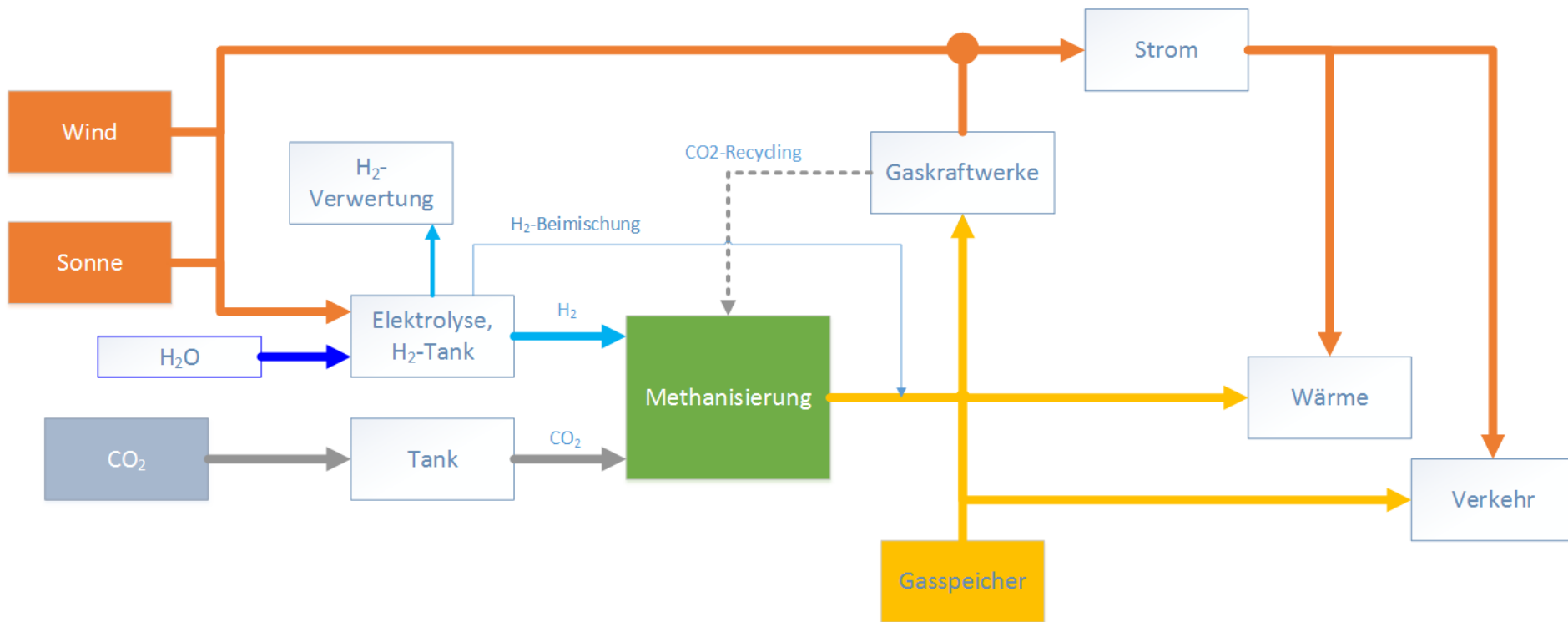


Aufbau der Pilotanlage, Inbetriebnahme am 08.06.2015,
offizielle **Eröffnung** durch Minister Stöger am 19.08.2015



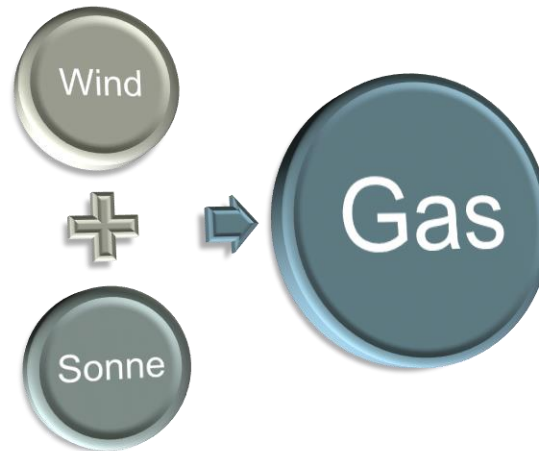
Ziele und Hintergrund

- Entwicklung eines katalytischen Prozesses zur Methanisierung von CO₂ aus industriellen Quellen
- Herstellung von synthetischem Erdgas aus „grünem“ Wasserstoff



Ziele und Hintergrund

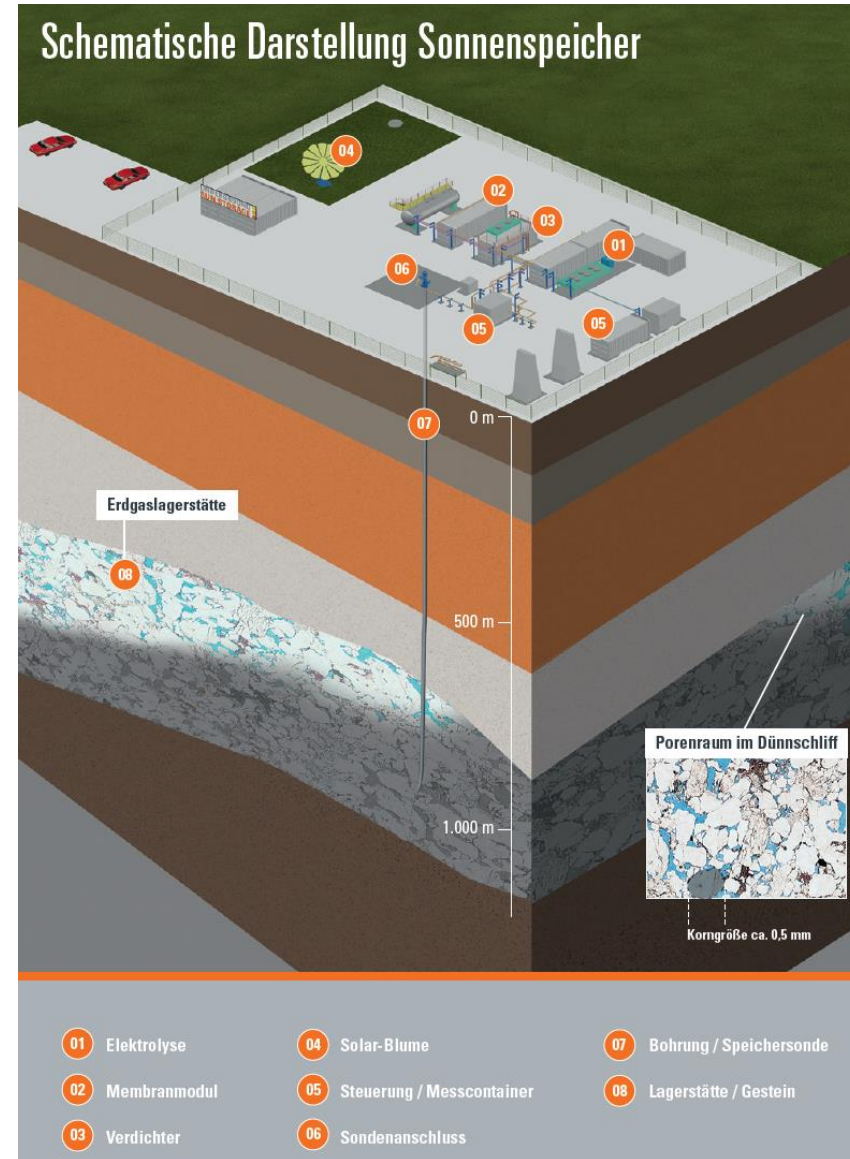
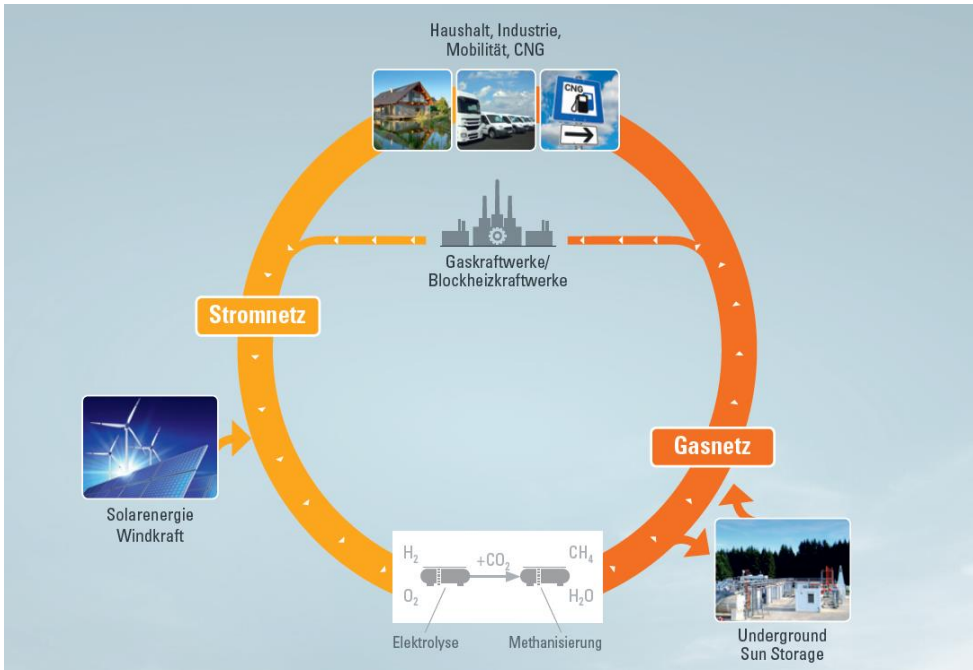
- Speicherung von Wind- und Sonnenenergie in ehemaliger natürlicher Erdgaslagerstätte
- 600 kW Elektrolyse
- 80 bar / 34 °C
- 1.027 m tief
- 1,8 Mio. m³ Gas



Energie

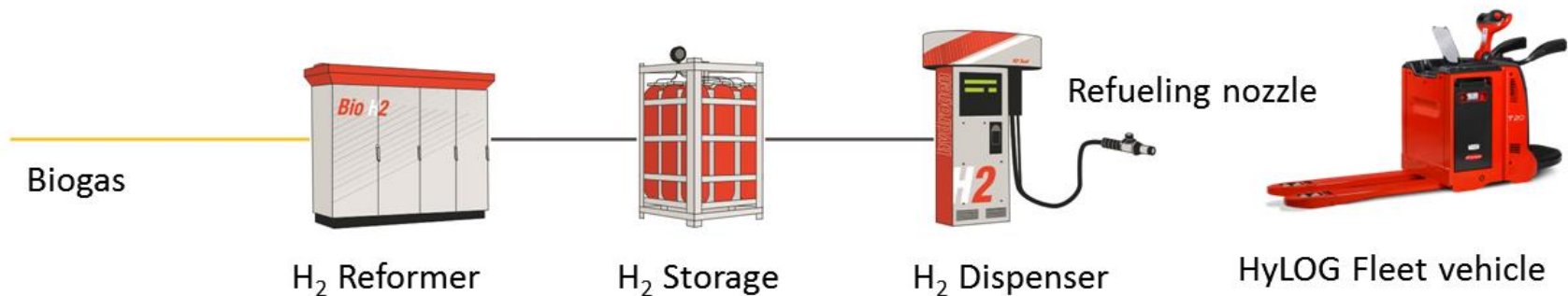


Underground Sun Storage



Ziele und Hintergrund

- Entwicklung, Zertifizierung und Demonstration H₂ Logistikfahrzeugflotte
- Genehmigung, Installation und Demonstration H₂ Hallenbetankungsanlage
- Umweltbilanz / sozioökonomische Bewertung; CO₂-neutral
- Vorbereitung Markteinführung



Österreichisches Leuchtturmprojekt

- Ersatz der Batterie bei Flurförderzeugen durch Brennstoffzellen-Range Extender und H₂-Hochdrucktank
- H₂ wird Vorort dezentral aus Biomethan erzeugt und verdichtet
- Erste Wasserstoff-Hallenbetankung Europas
- Energy Globe Award Feuer 2014





Wasserstoff eine Technologie von Heute!



2015



2015



2016



2017



2020



20...



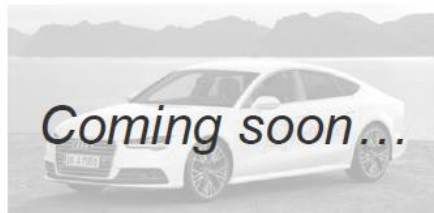
20...



20...



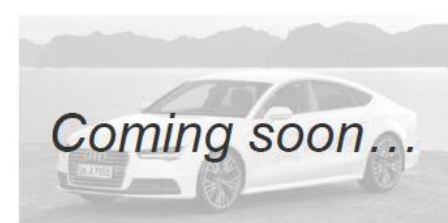
20...



20...



20...



20...

Vergleich der Betankungsdauern

Petrol

Pump:

27,000 kW
(approx. 50 dm³/min)

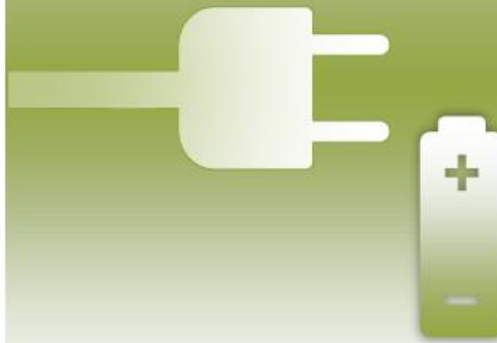


➔ **1,000 km/min**

Electricity

3 x 230V:

10 kW
(three-phase current)



➔ **1 km/min**

Hydrogen

Filling station

2,000 kW
(approx. 1 kg/min)

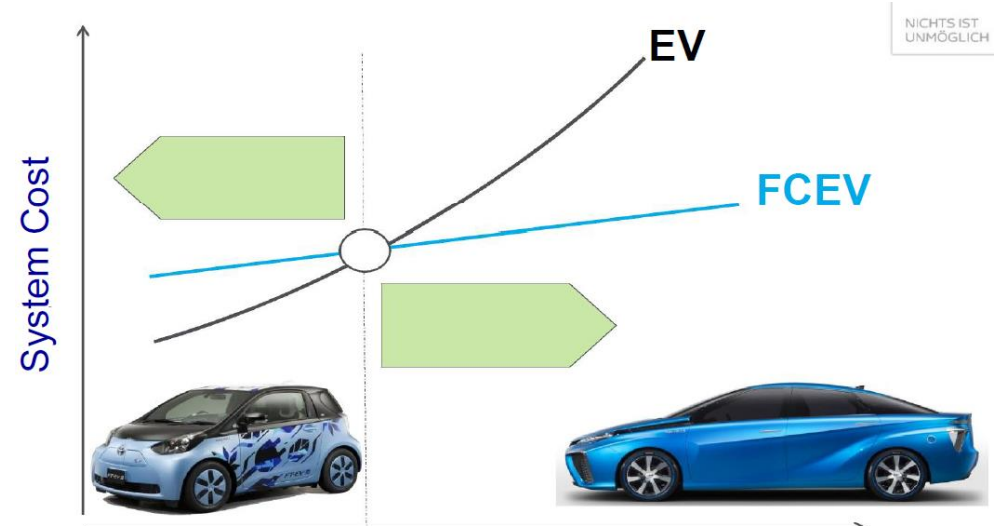
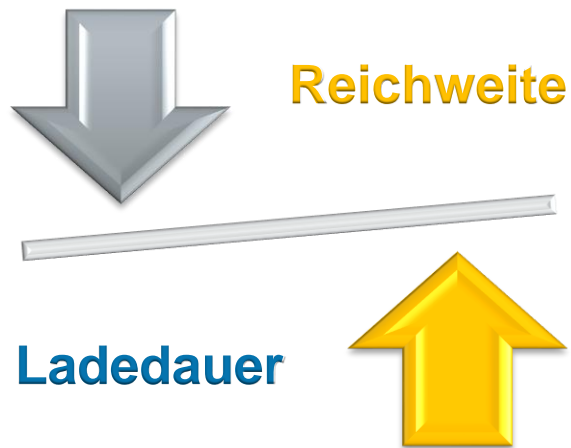


➔ **100 km/min**

Quelle: Volkswagen

Entwicklung eines Fahrzeuges HELI

- Range Extender
- Emissionsfrei
- 10 kW Brennstoffzelle

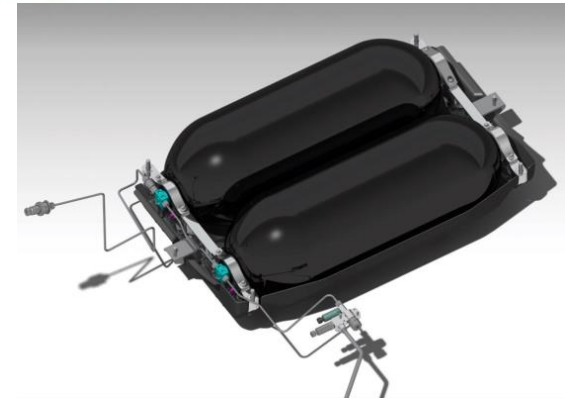


Quelle: Toyota

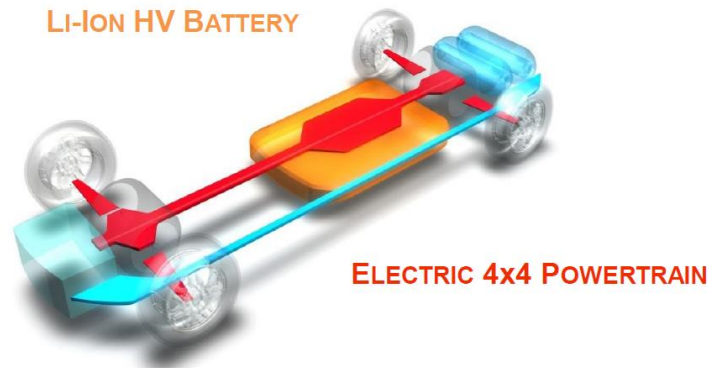
Range

Ziele und Hintergrund

- Emissionsfreie Reichweitenerhöhung durch FC
- > 400 km Reichweite
- Refueling Time: < 3 min
- 3 kg Hydrogen Storage @ 700 bar
- 15 kWh Battery
- 25 kW Fuel Cell

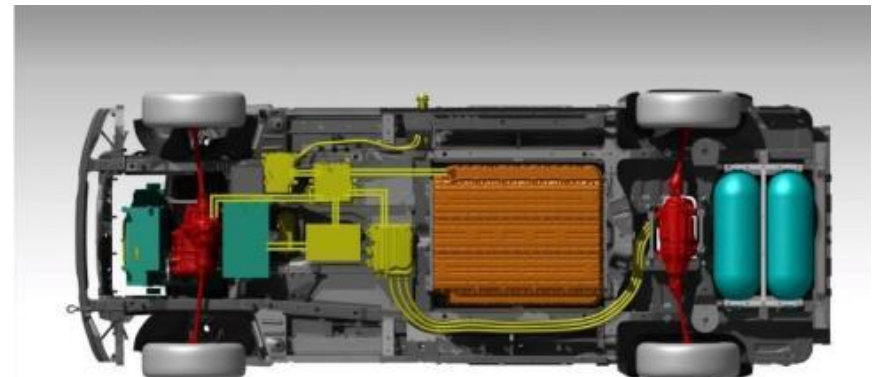


HYDROGEN STORAGE SYSTEM



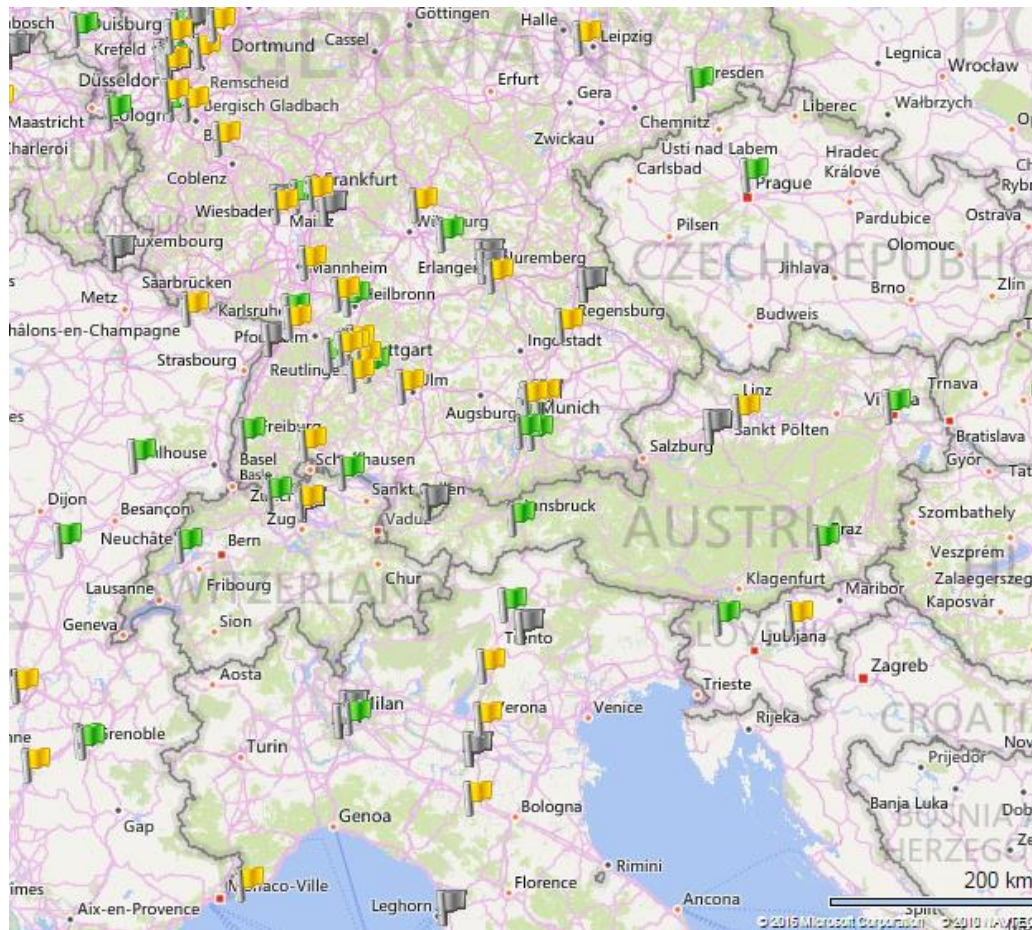
ELECTRIC 4x4 POWERTRAIN

PEM FUEL CELL SYSTEM



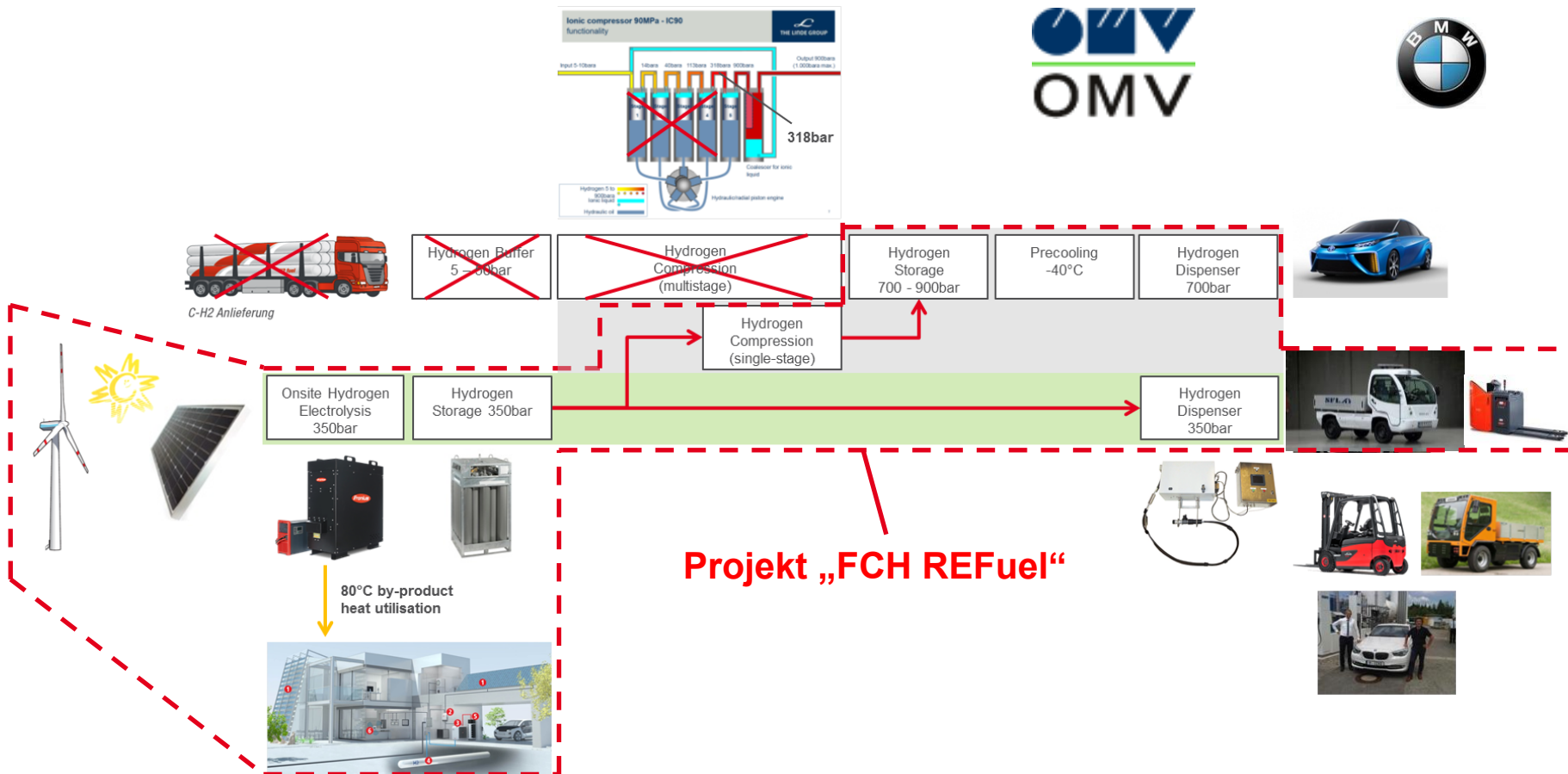
Wasserstoff eine Technologie von Heute!

Deutschland bis 2023 400 H₂-Stations



Ziele und Hintergrund

- Kostentoptimierte, modulare H₂ Versorgung
- 350 bar, 700 bar Dispenser



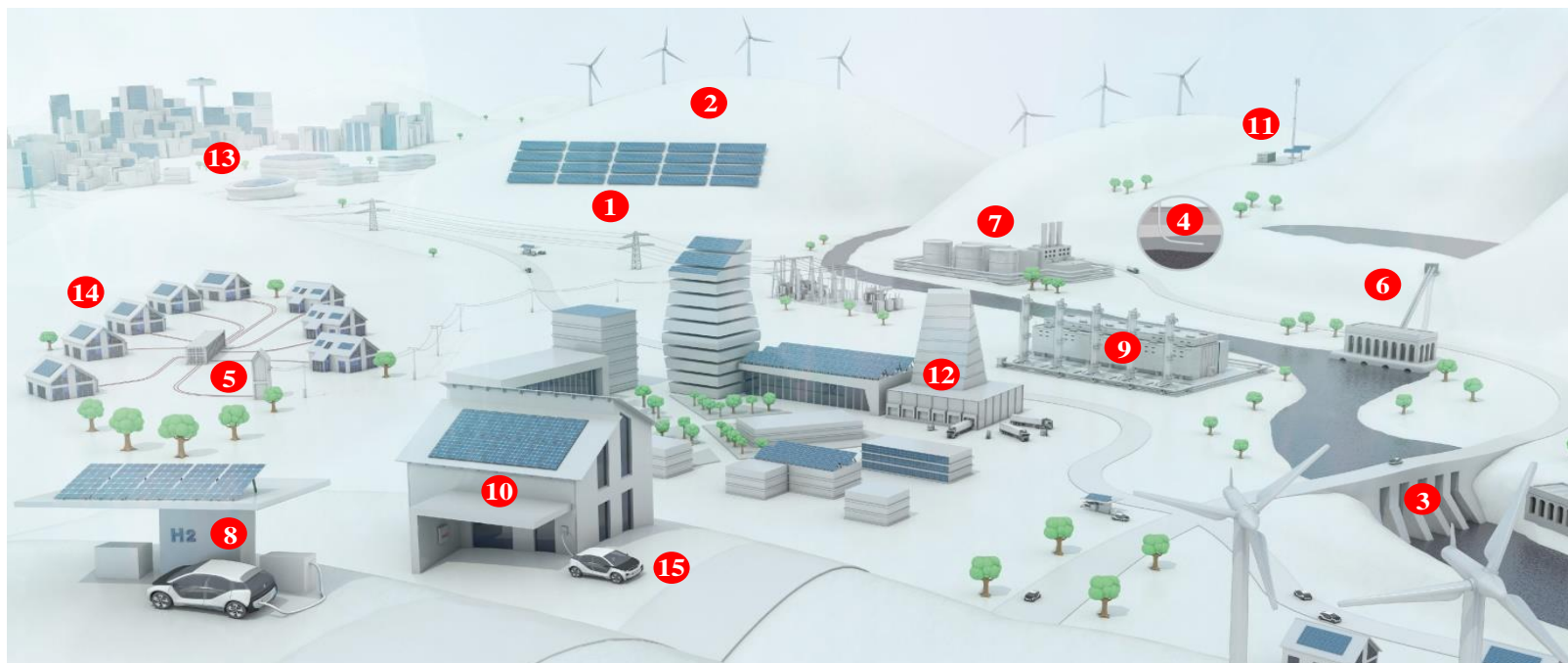
1. Vorstellung HyCentA
2. Status des Energiesystems und der Wasserstofftechnologien
3. WIVA – Wasserstoffinitiative Vorzeigeregion Energie Austria
4. Vernetzung bestehender und zukünftiger Projekte
5. **Zusammenfassung**



Hervorragende Infrastruktur und Interesse der Wirtschaft und der Politik in Österreich sollen den Aufbau einer Vorzeigeregion für Wasserstoff in den nächsten Jahren ermöglichen

- Einreichung der Kooperativen Projekte in Arbeit
- Teilnahme weiterer Partner gewünscht
- Kooperation mit anderen Vorzeigeregionen

Quelle: Fronius



Kontakt:

HyCentA Research GmbH

Prof. Manfred Klell (CEO)
+43 316 873 9500
klell@hycenta.at

Dr. Alexander Trattner (CTO)
+43 316 873 9502
trattner@hycenta.at

Inffeldgasse 15
A-8010 Graz



MOTIVATION STANDORT PROJEKTE ▾ WASSERSTOFF ORGANISATION ▾ DE ▾



Vision

Das HyCentA (Hydrogen Center Austria) fördert die Nutzung der von Wasserstoff als regenerativem Energieträger. Mit einem Wasserstoffprüfzentrum und der ersten österreichischen Wasserstoffabgabestelle fungiert das HyCentA als Kristallisationspunkt und Informationsplattform für wasserstoffbezogene Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten.

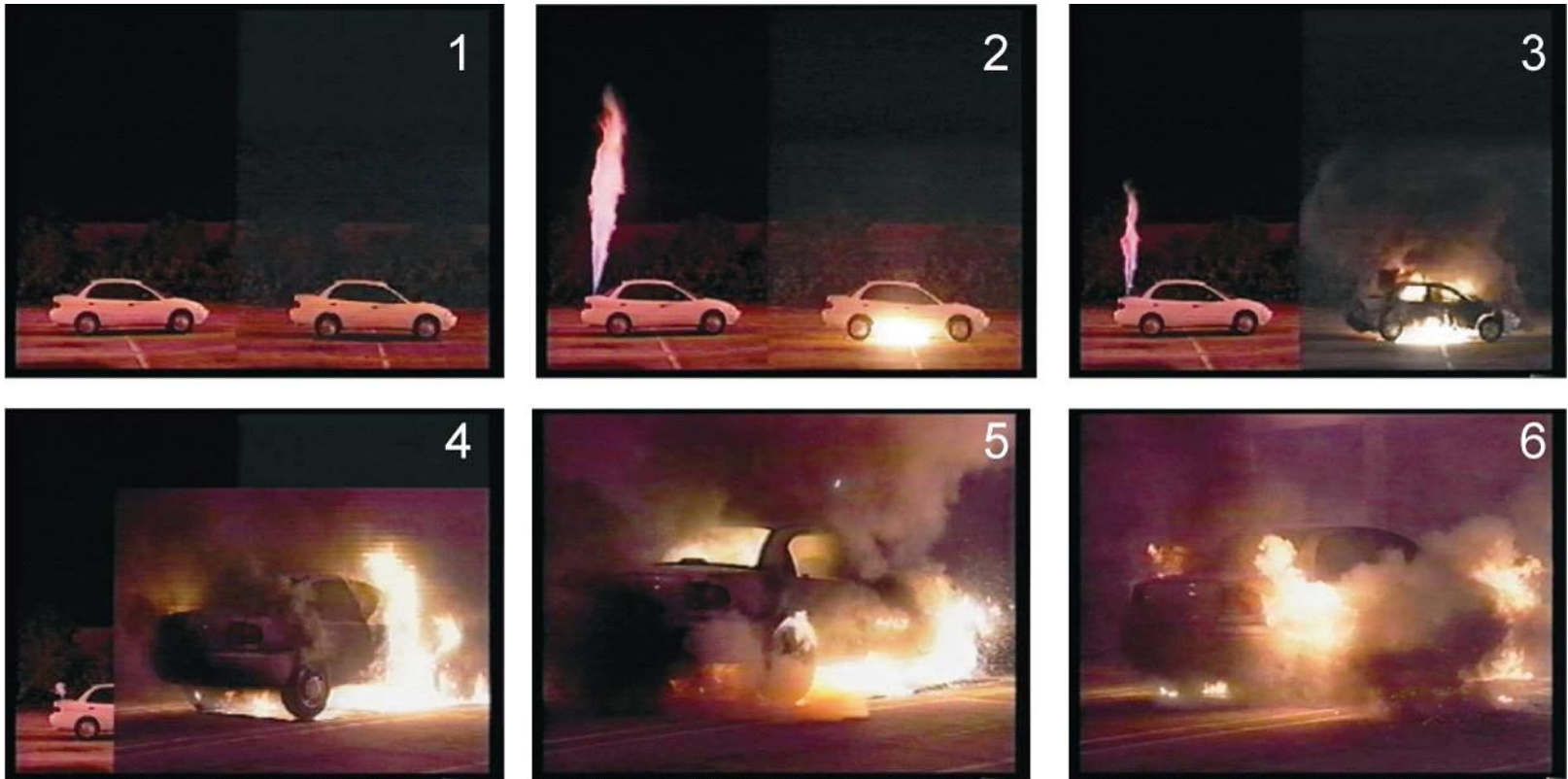
Eigenschaften:

- Farbloses, geruchloses Gas
- Keine toxischen Effekte
- Geringste Dichter aller Gase (14-mal leichter als Luft)
- Hohe Diffusionsneigung
- Hohe Wärmeleitfähigkeit
- Niedrige Schmelz- und Siedetemperatur
- Leicht entzündbar
- Bildet mit Luft in einem weitem Mischungsbereich zündfähige Gemische mit hoher Flammengeschwindigkeit und hoher Verbrennungstemperatur
- Hohe Konzentrationen von Wasserstoff wirken durch Verdrängung von Luft betäubend bzw. erstickend
- Nicht wassergefährdend, nicht korrosiv

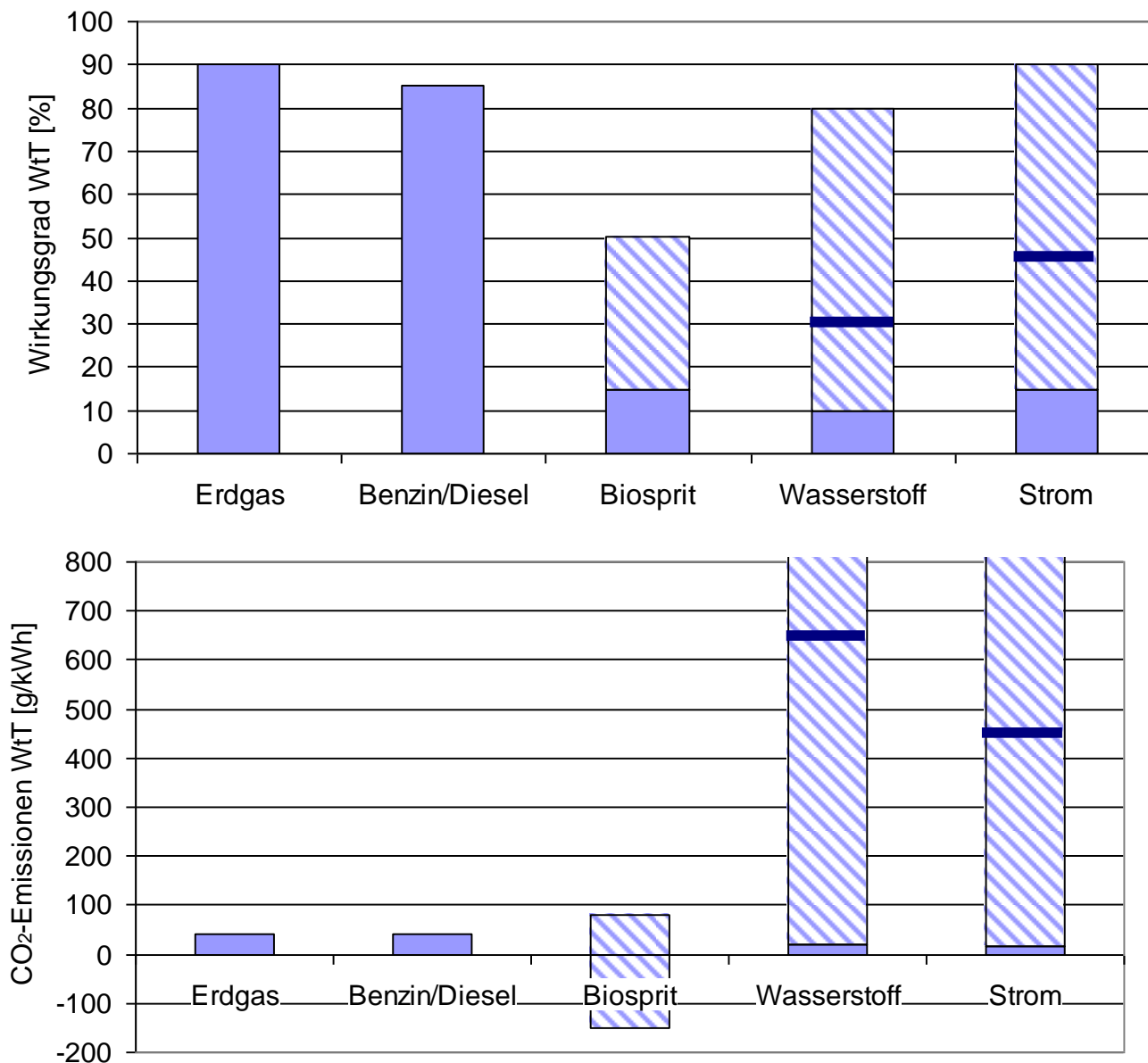




	Hyundai	Toyota	Honda
	iX35 FCEV	Mirai	Clarity
Vehicle Class	Small SUV	Subcompact Car	Subcompact Car
Max. Power in KW	100	114	100
Max. Torque in Nm	300	335	-
Weight in kg	1846	1850	1625
H2 Consumption in NEDC in kg/100km	0,9512	0,76	0,9
Fuel Cell Power in kW/l	-	3,1	3,1
Fuel Cell Power in kW/kg	1,65	2	2
Battery Capacity in kWh	1	1,6	1,2
Battery	Lithium Ion	NiMH	Lithium Ion
Acceleration 0 – 100 km/h in s	12,5	9,6	8
Max. velocity in km/h	160	178	160
Range in NEDC in km	594	502	-
Range in Japan's JC08 test cycle in km	-	700	700
Range in FTP75 in km	427	502	386
Fuel Economy combined EPA in mi/kg	50	66	60



Brandversuch DoE 2001 mit Wasserstoff (links) und Benzin (rechts):
1: Zündung an einer 1,6 mm großen Öffnung,
2: nach 3 s, 3: nach 60 s, 4: nach 90 s, 5: nach 140 s, 6: nach 160 s



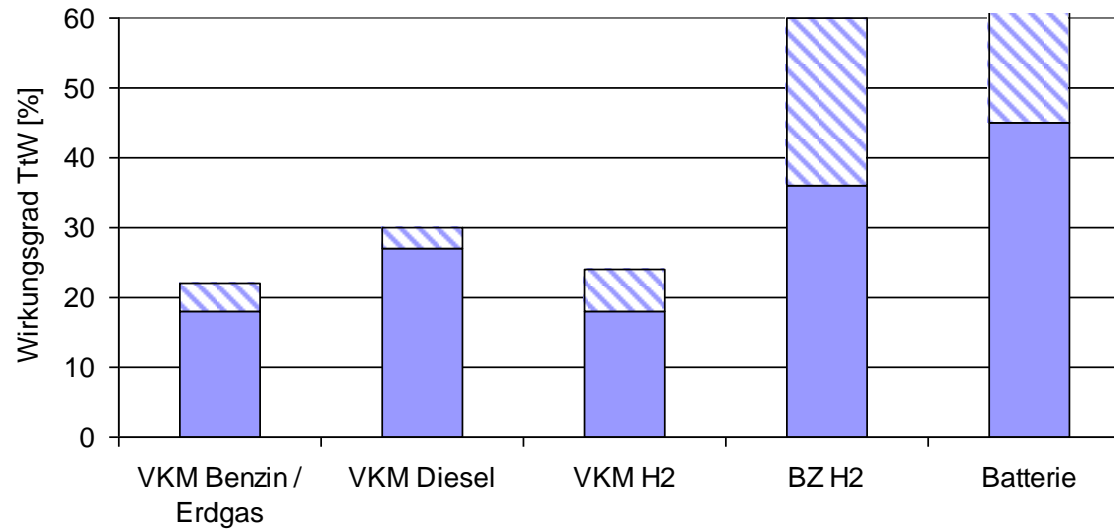
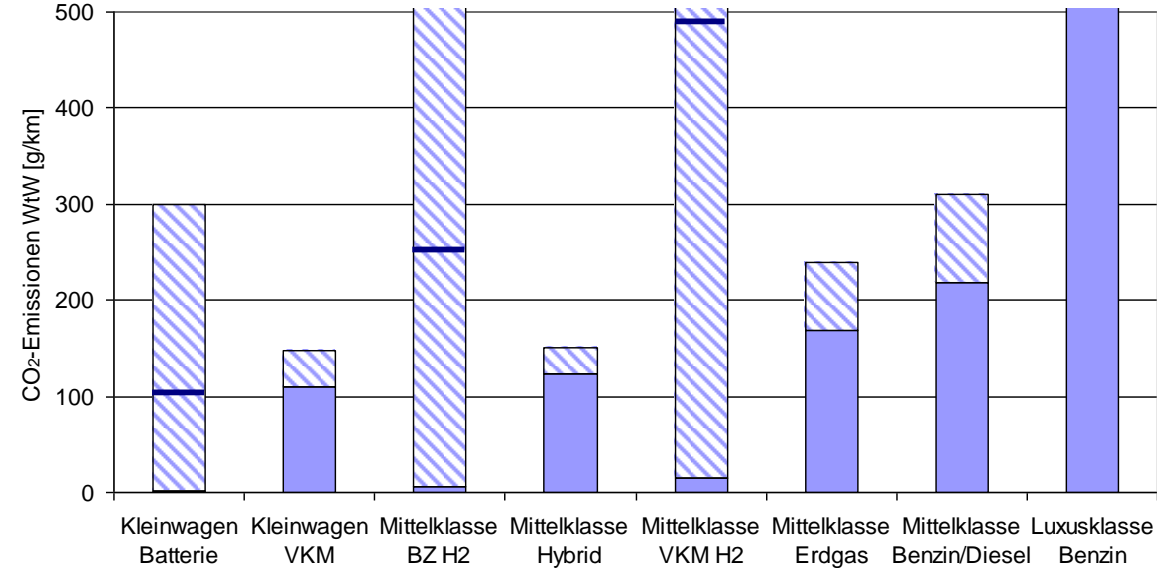
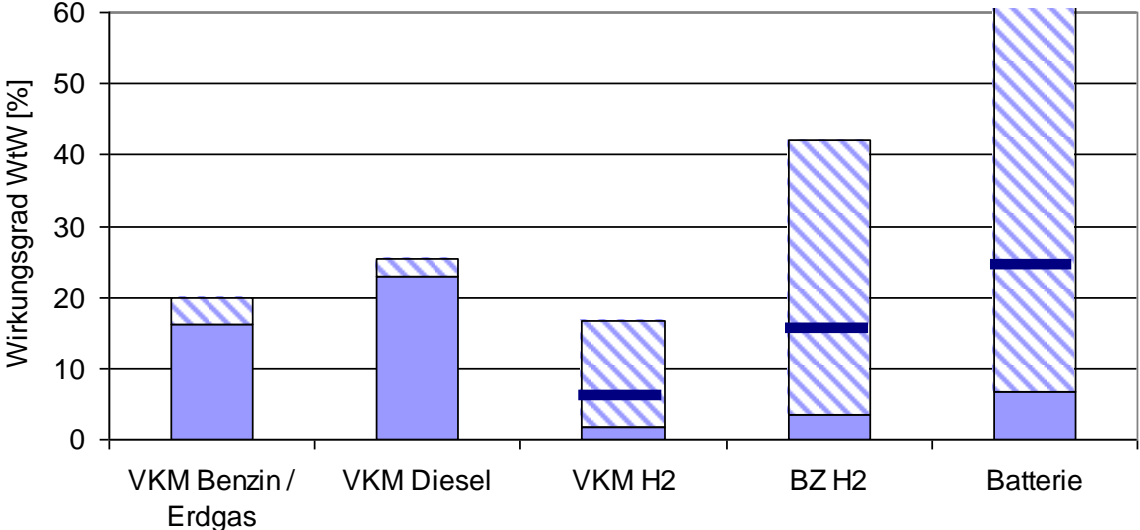
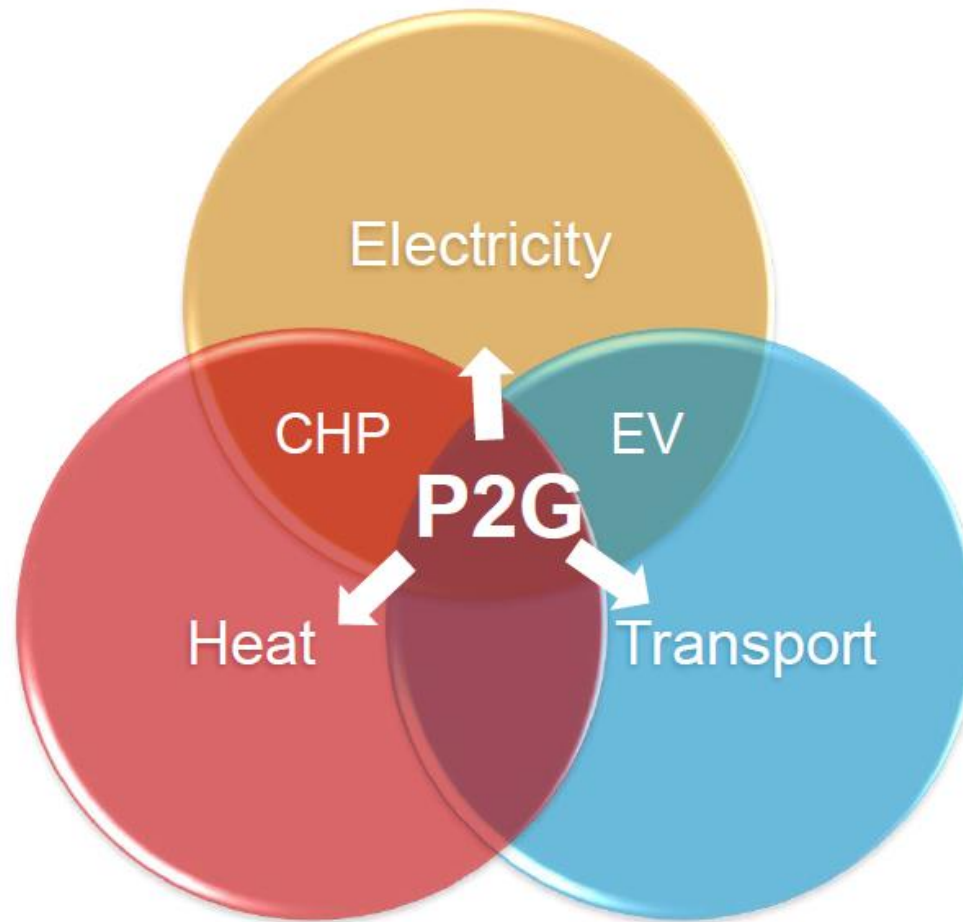


Abbildung 1-18: Wirkungsgrad Tank-to-Wheel verschiedener Fahrzeuge

Alternative Mobilität „Well-to-Wheel“

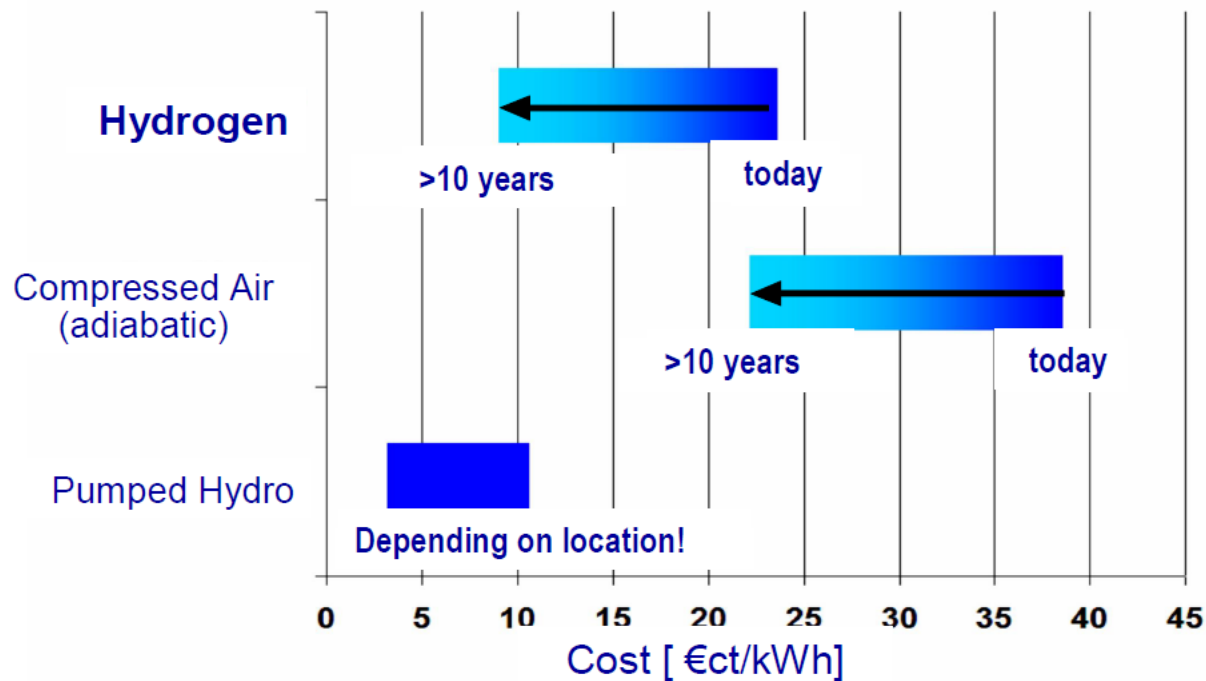




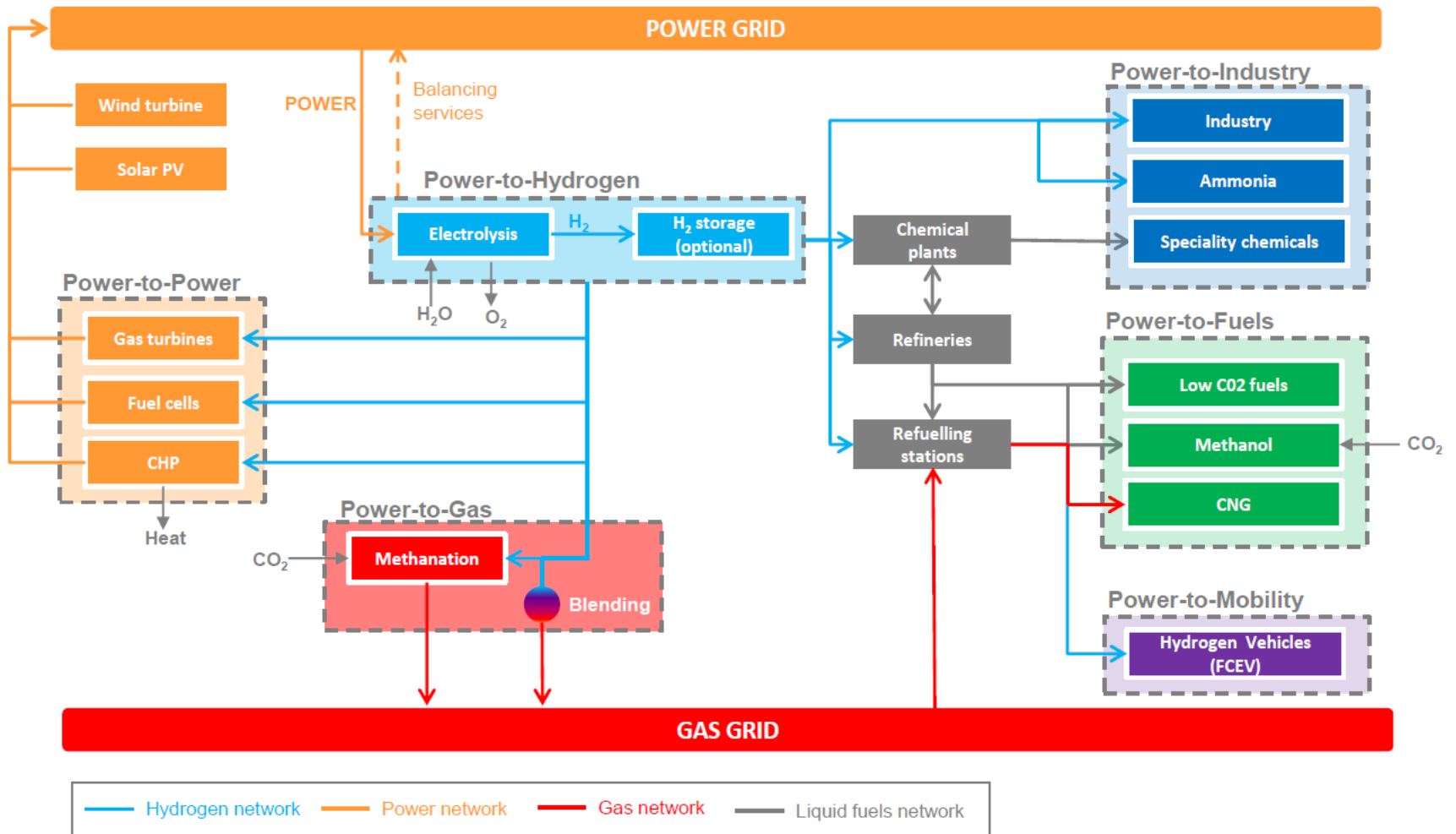
Hydrogenics

Storage costs for „Storage by weeks“

500 MW for 200 hours (100 GWh), 2 cycles per month



Only costs for storage; the costs for purchase of energy are to be added..



Quelle: Hydrogenics

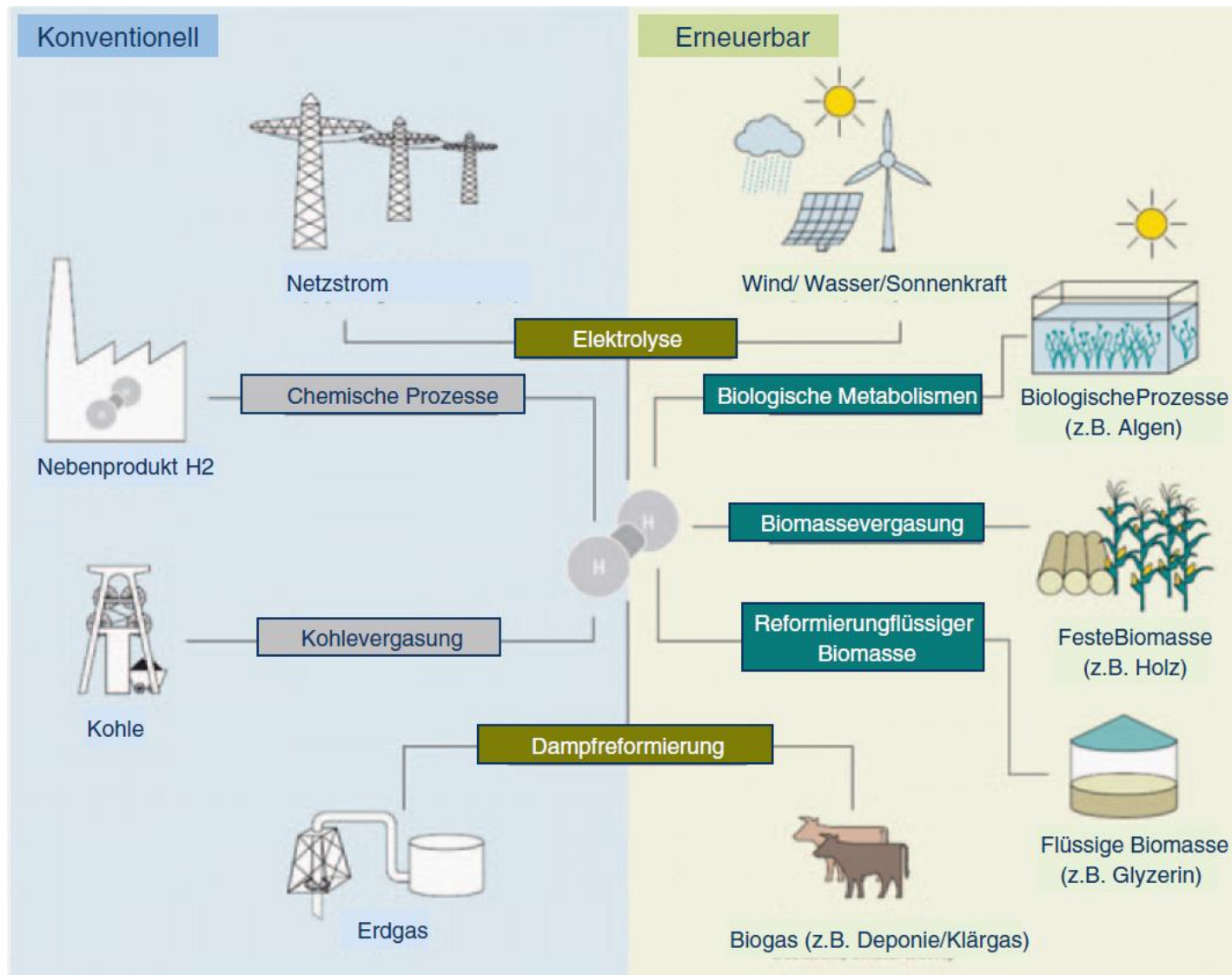
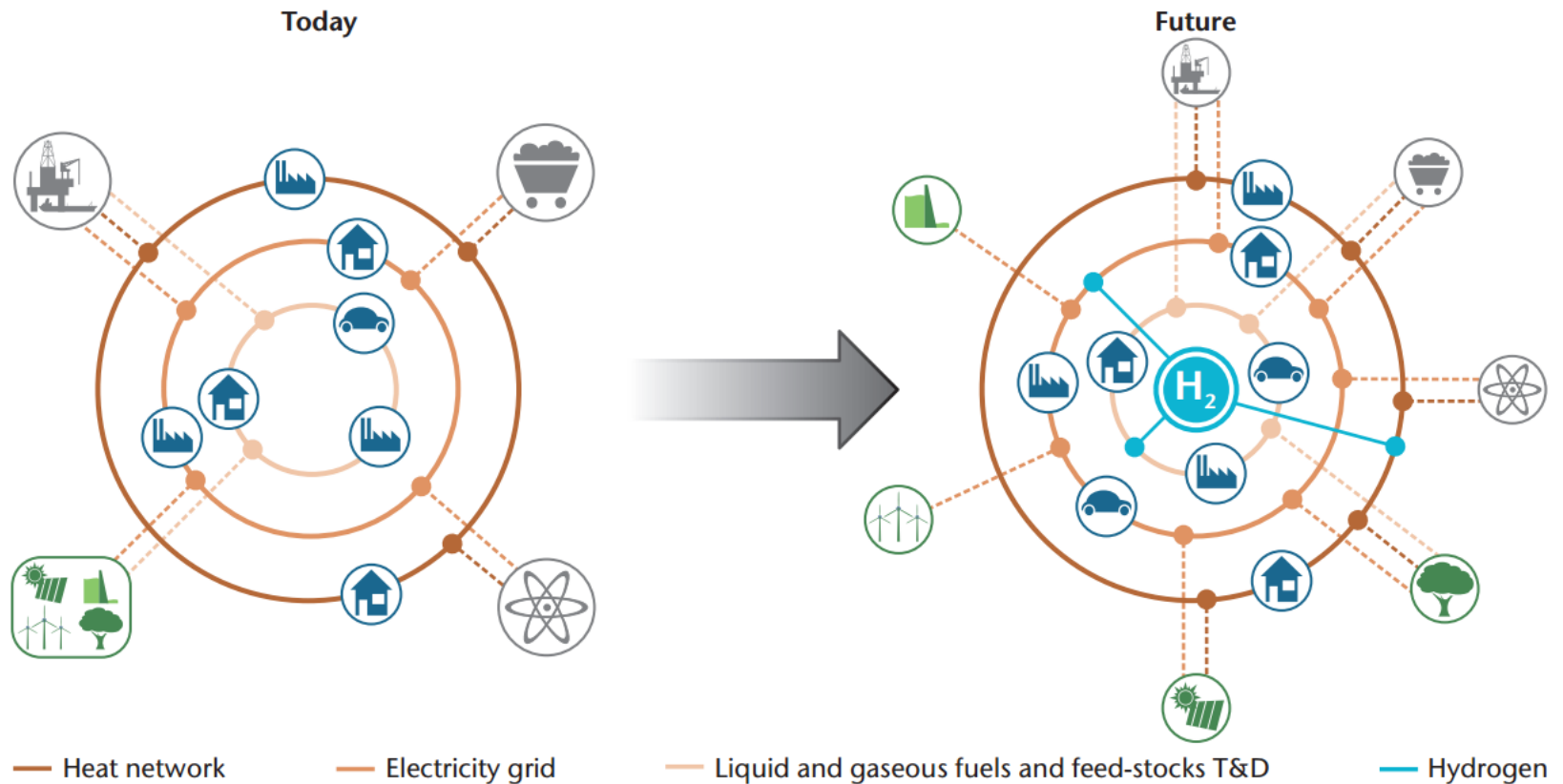


Figure 1: Energy system today and in the future

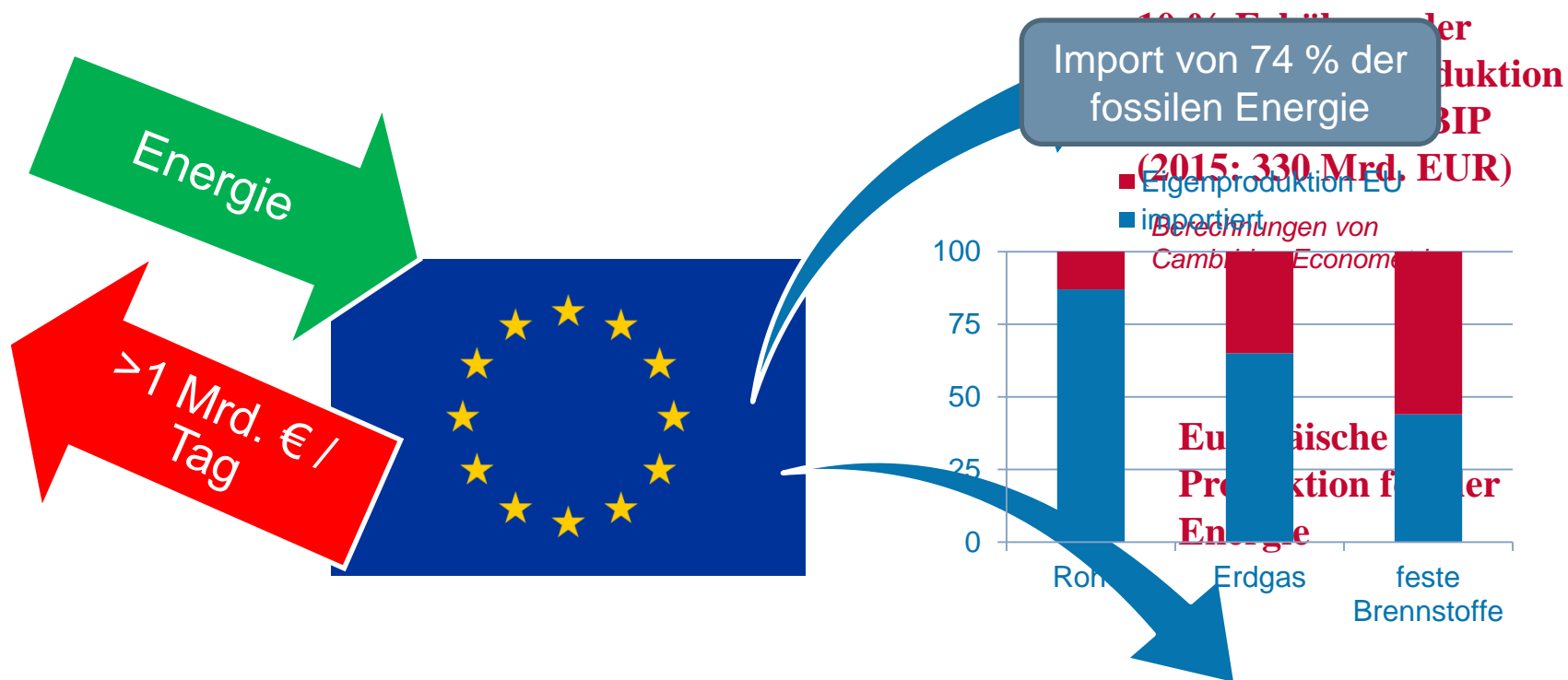


KEY POINT: *Hydrogen can link different energy sectors and energy T&D networks and thus increase the operational flexibility of future low-carbon energy systems.*

EU stark abhängig vom Import fossiler Energieträgern

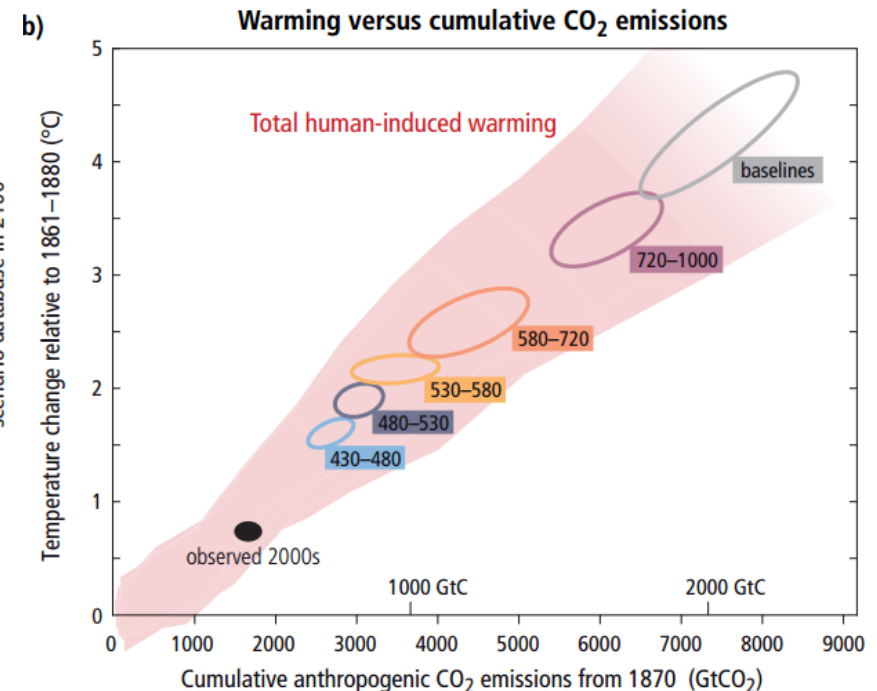
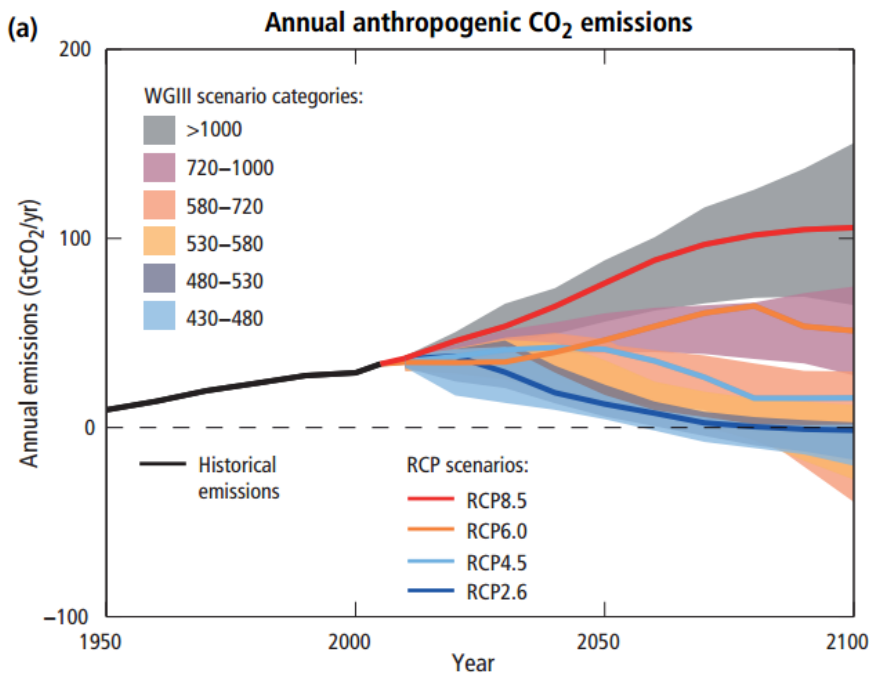
- 2013 wurden fossile Energieträger im Wert von 400 Mrd. Euro importiert.
- Das sind mehr als 25% aller Importe in die EU!

Verschlechterung durch erwarteten Rückgang der Exploration von fossilen Energieträgern innerhalb der EU in den nächsten Jahrzehnten



Anthropogene Klimaerwärmung – Treibhausgasemissionen

- Drastische Senkung in allen Sektoren notwendig



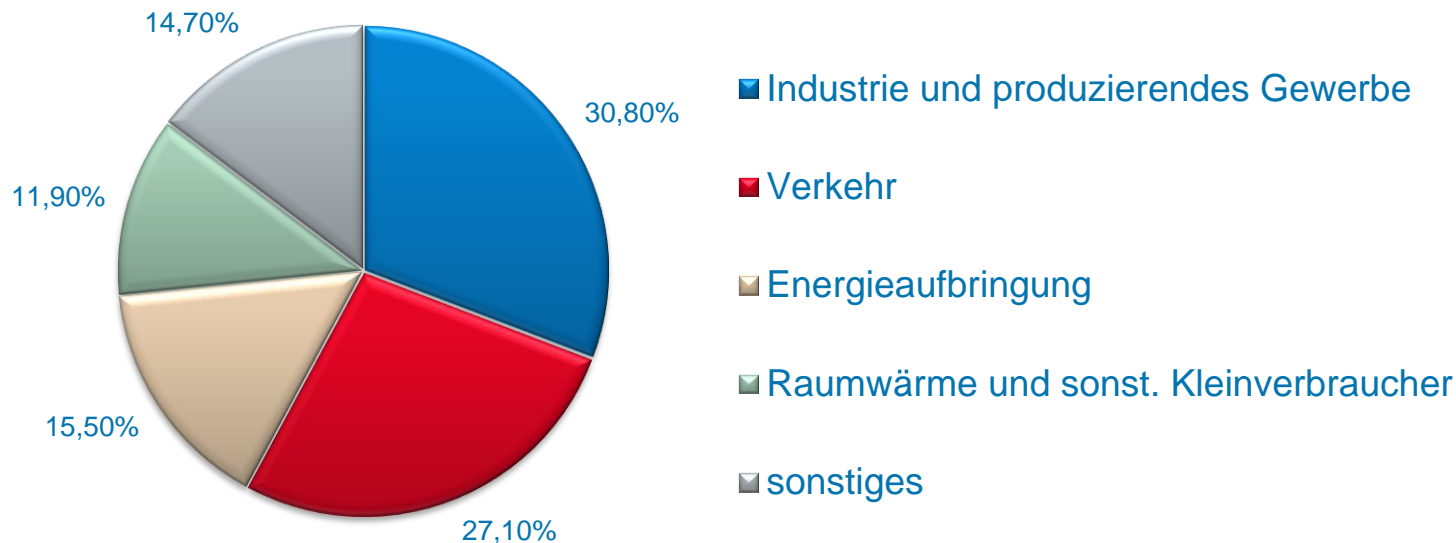
Quelle: IPCC, Fifth Assessment Report (AR5)

Anthropogene Klimaerwärmung – Treibhausgasemissionen

- Drastische Senkung in allen Sektoren notwendig

THG-Emission in Österreich 2012

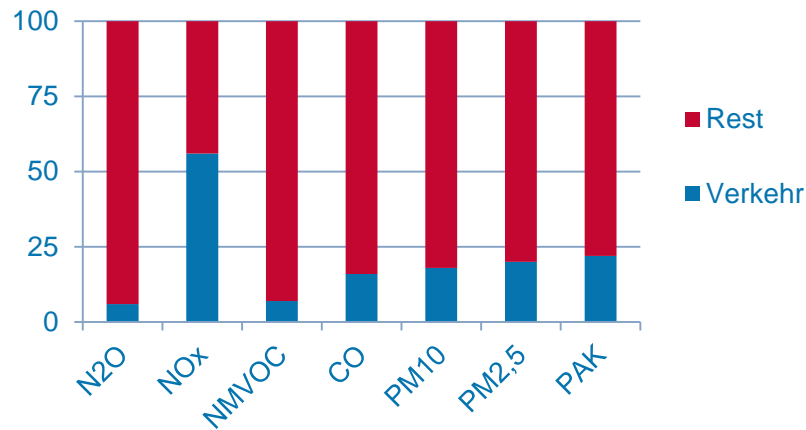
Quelle: Umweltbundesamt



Emission von Luftschadstoffen

- Trotz der erreichten Reduktion des Schadstoffausstoßes machen anhaltende Umwelt- und Gesundheitsprobleme weitere Verringerungen notwendig

Anteil des Verkehrs an den Luftschadstoffen 2012

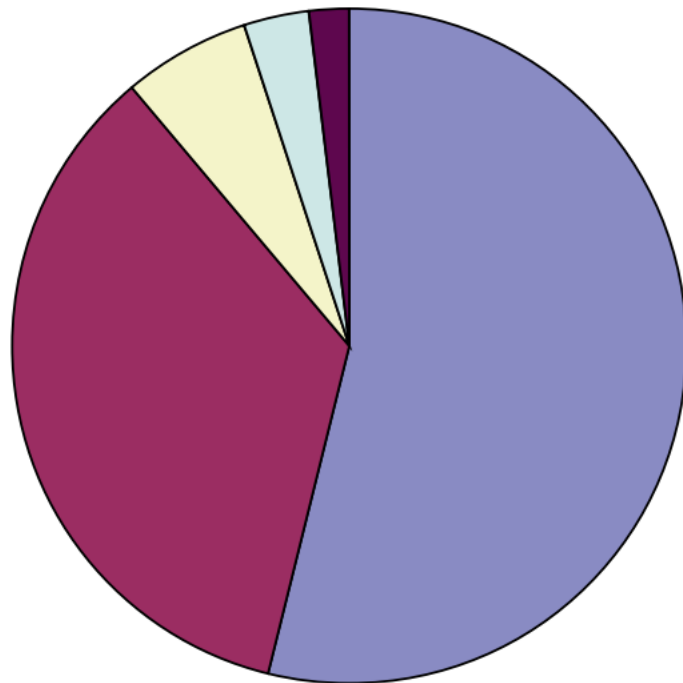


Quelle: Umweltbundesamt

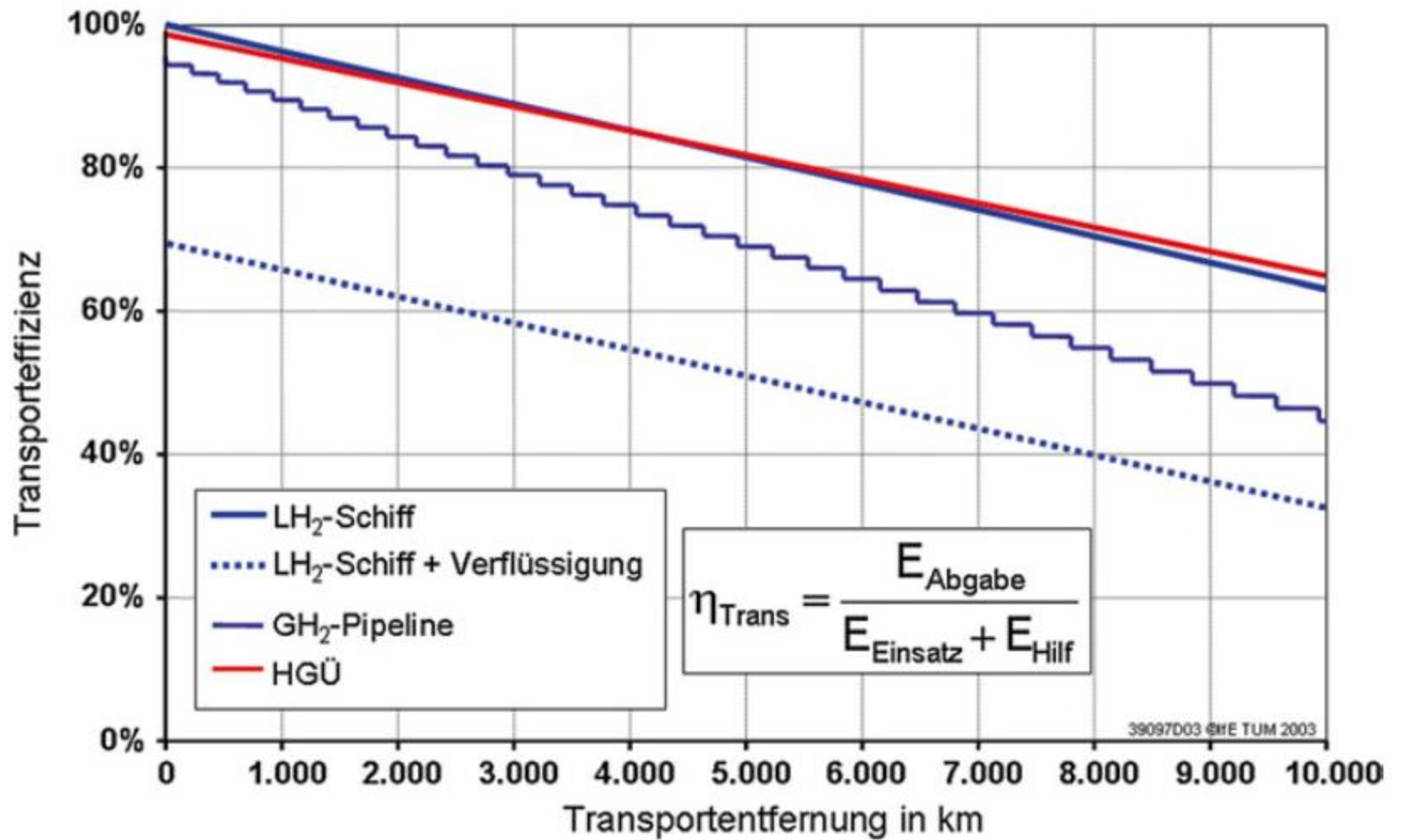
Paris 2014



Wasserstoffverbrauch in der Industrie



- Ammoniakherzeugung
- Chemische Industrie/Raffinerien
- Elektroindustrie
- Metall/Glasverarbeitung
- Lebensmittelindustrie



Eigenschaft	Wert	Einheit
Dichte gasförmig	0,899	kg/Nm ³
Dichte flüssig	70,79	kg/m ³
Schmelztemperatur	14,1	K
Siedetemperatur	21,15	K
Unterer Heizwert	3,00	kWh/Nm ³ (volumetrisch)
	33,33	kWh/kg (gravimetrisch)
Oberer Heizwert	2,79 (verflüssigt)	kWh/l
	3,5	kWh/Nm ³

Comparison of volumetric energy density



Source:

