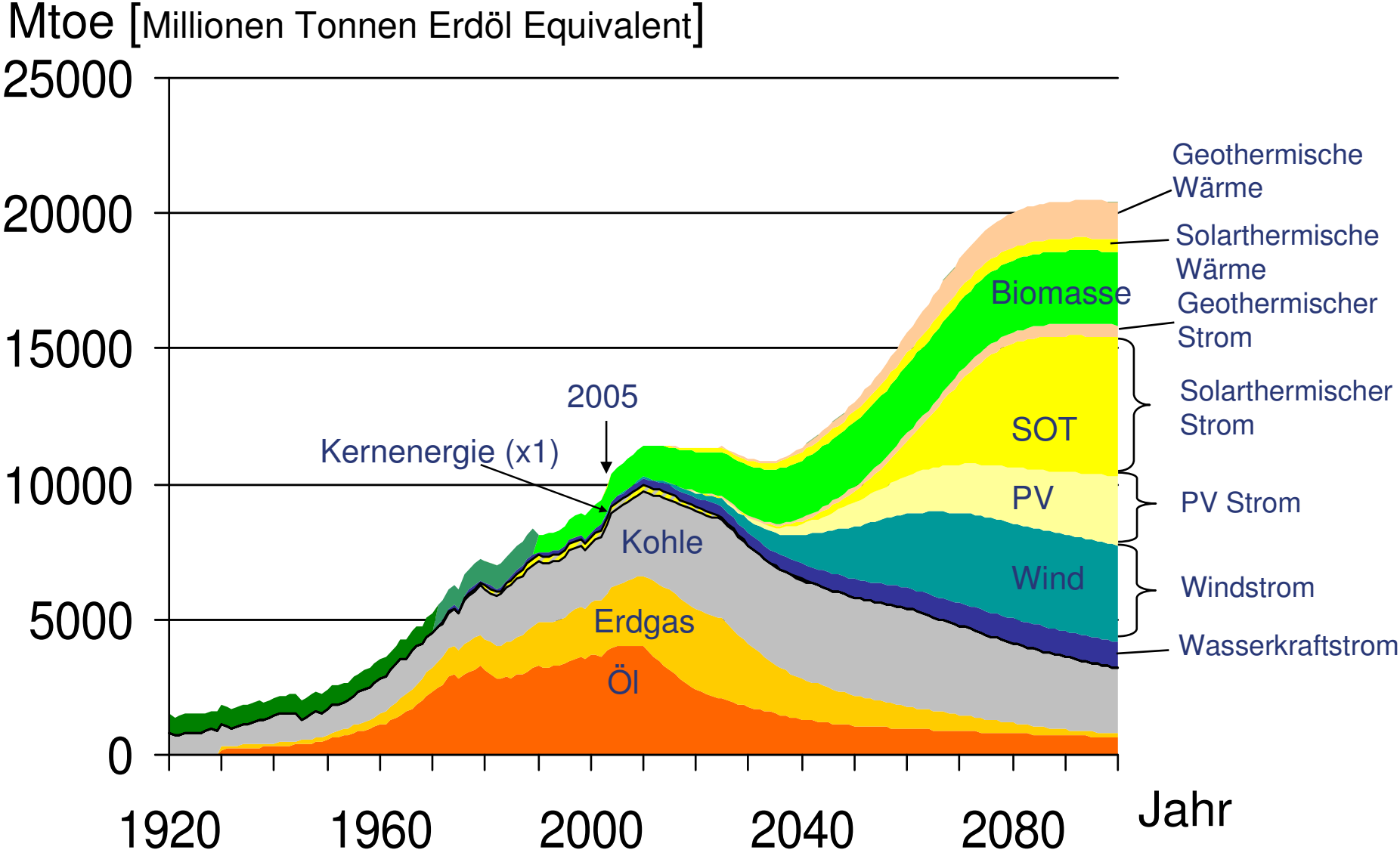


*„Wasserstoff als Speicher für fluktuierende
Erneuerbare Primärenergien und seine
Anwendungspotenziale“*

Dr. Johannes Töpler,

Deutscher Wasserstoff- und
Brennstoffzellenverband, DWV

Ein mögliches Weltenergieszenario

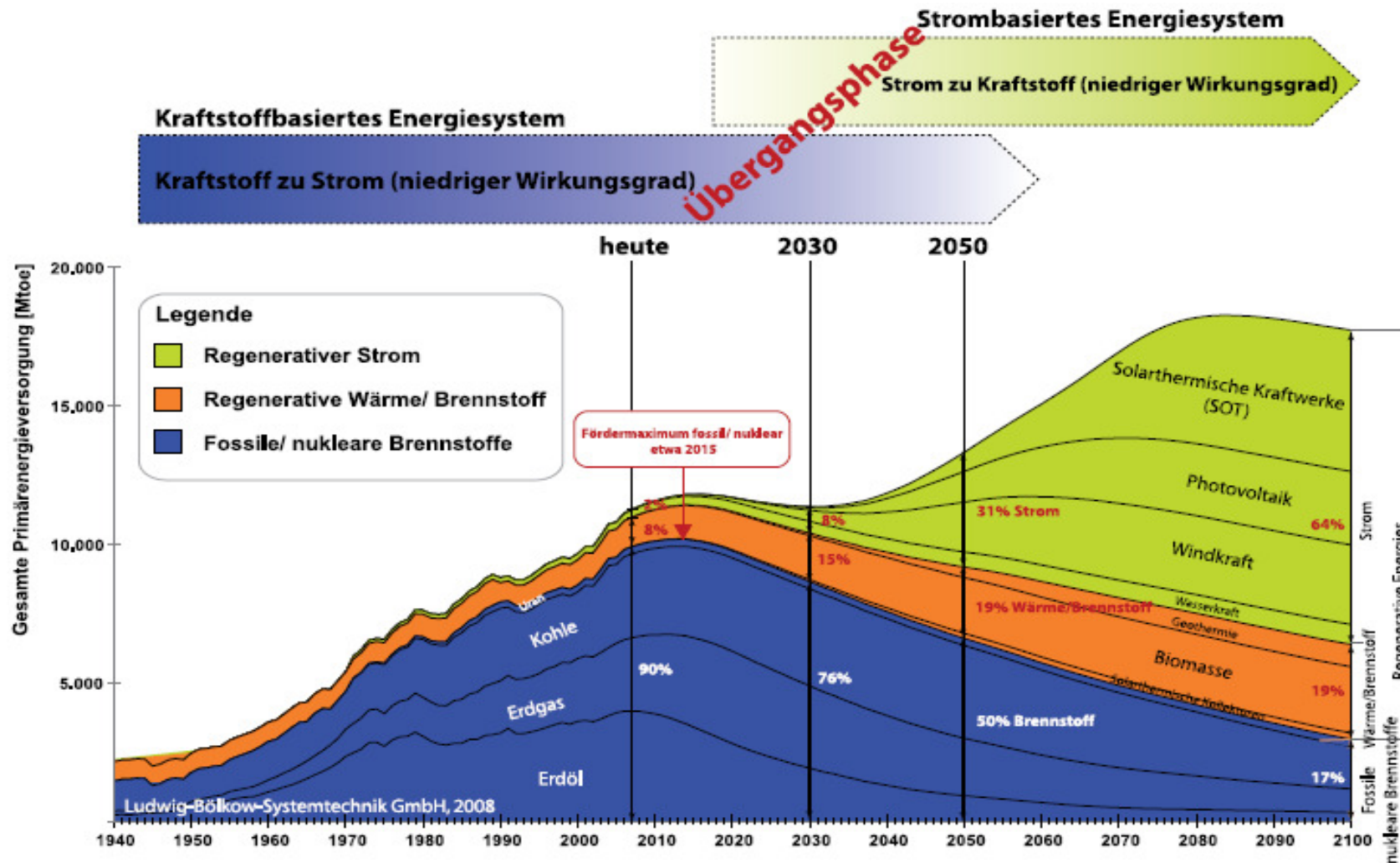


Quelle: LBST Alternative World Energy Outlook 2005

*„Wir sollten das Öl verlassen,
bevor es uns verlässt“*

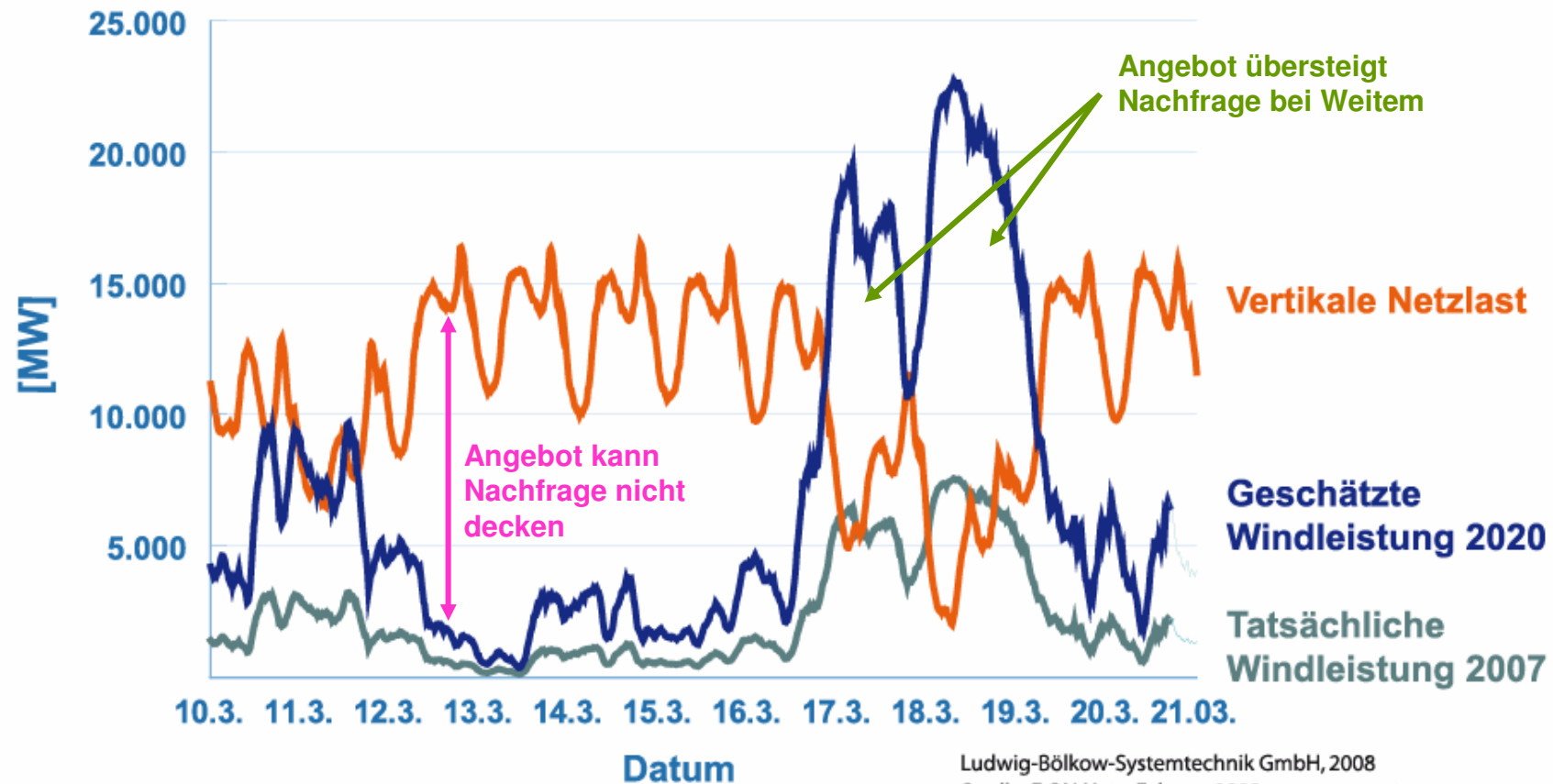
*(Fatih Birol, Chef-Ökonom der Internationalen
Energie-Agentur, IEA, 8. April 2008)*

Zukünftige Versorgung mit Primärenergien

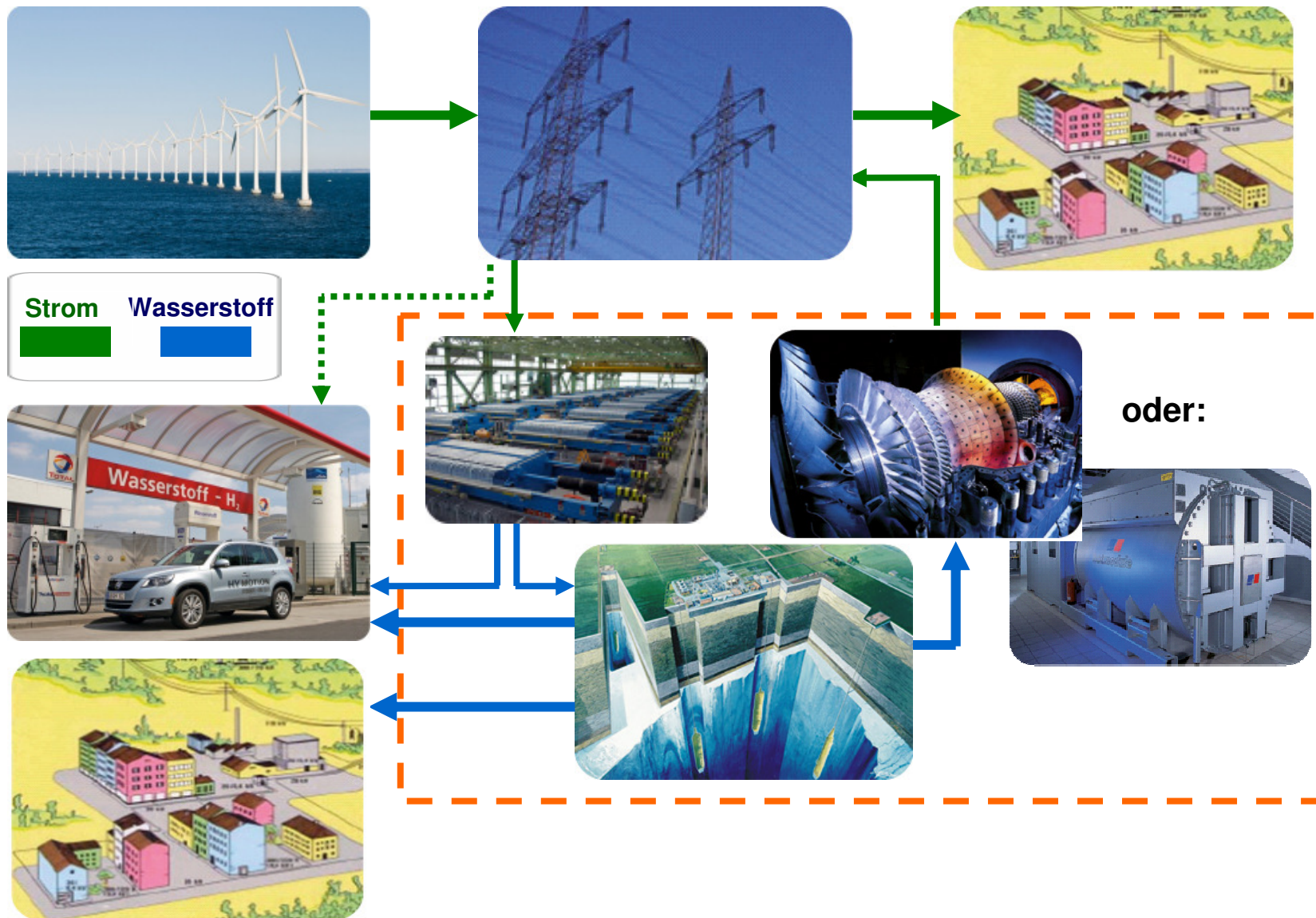


Fluktuierende regenerative Stromerzeugung

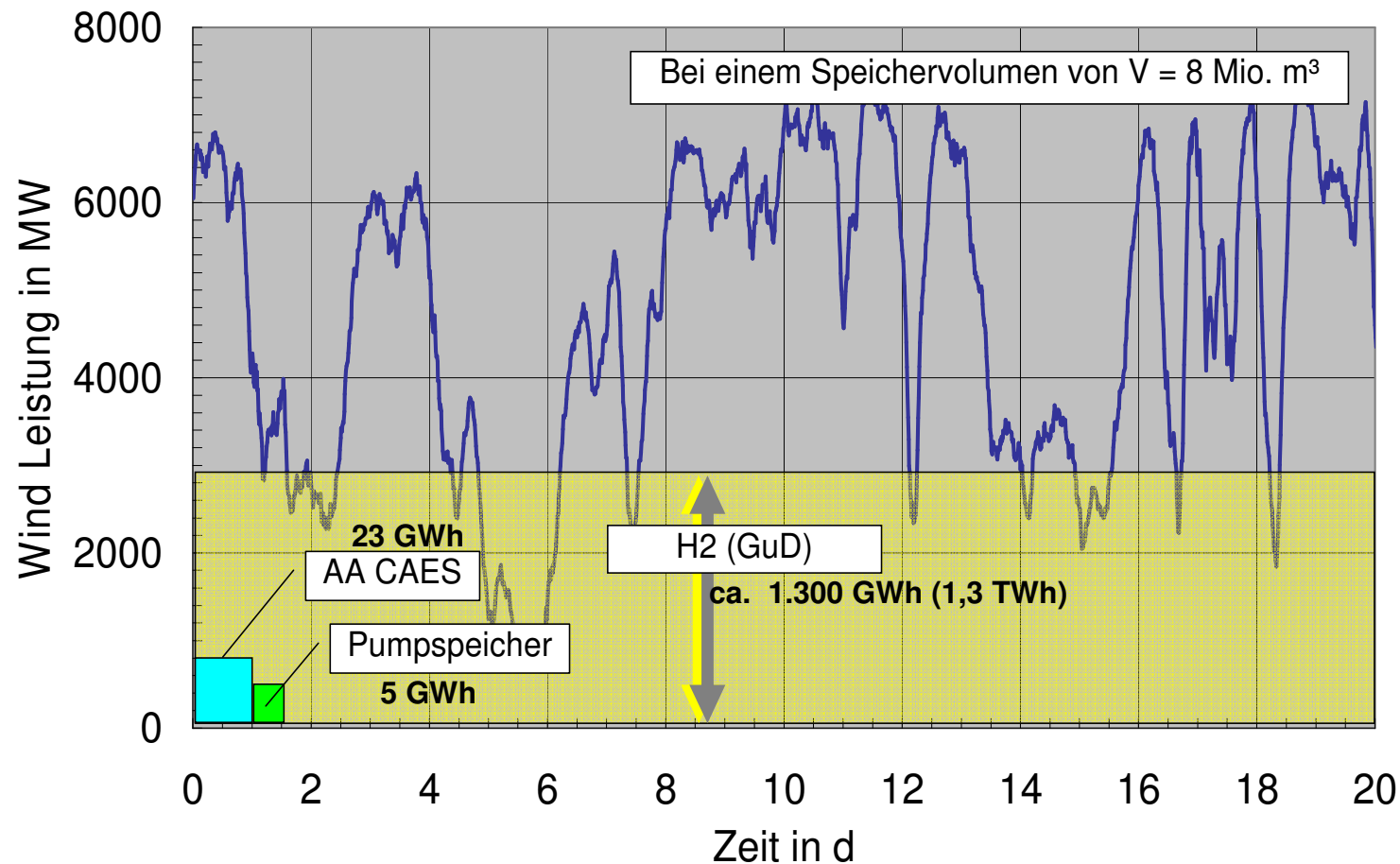
Vertikale Netzlast und Windenergie-Einspeisung in das E.ON Übertragungsnetz



Klimawandel und Energie



Vergleich von Netto-Speicherkapazitäten



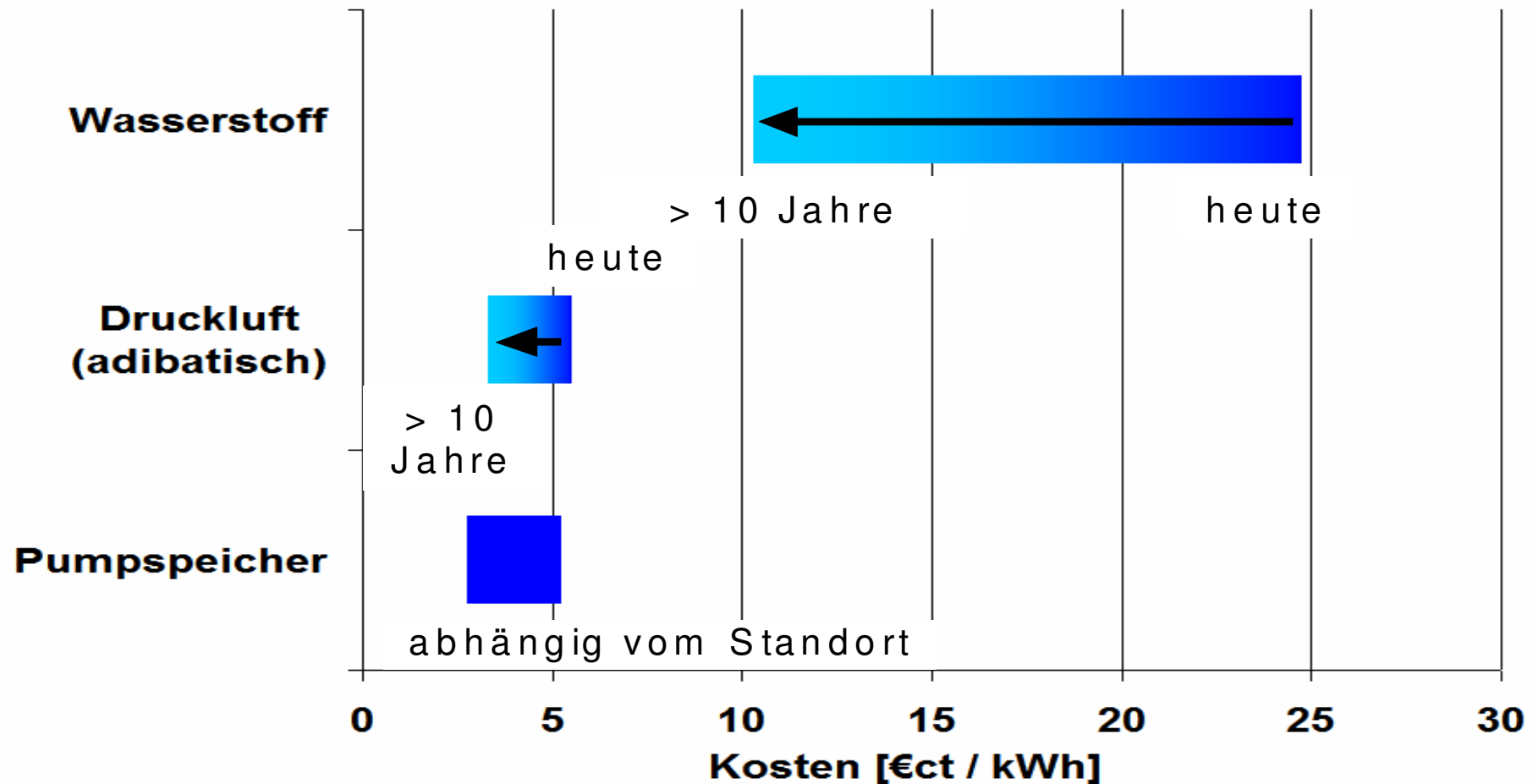
8 Mio. m^3 entsprechen dem Volumen des größten deutschen Erdgaskavernenspeichers
Zum Vergleich: Pumpspeicher Goldisthal hat ein Speichervolumen von 12 Mio. m^3

Alternative Stromspeicher

		Pumpspeicher	Druckluftspeicher	Wasserstoff
Speicherhöhe	[m]	100	-	-
Speicherdruck	[bar]	-	80	80
Speichertemperatur	[°C]	20	20	20
$\eta_{\text{Erzeugung}}$	[%]	-	?	75
$\eta_{\text{Einspeicherung}}$	[%]	90	85	85
$\eta_{\text{Ausspeicherung}}$	[%]	90	85	85
$\eta_{\text{Verstromung}}$	[%]	-	?	50
Heizwert	[kWh/Nm ³]	-	?	2,8
Mech. Speicherdichte	[kWh/m ³]	0,22	1,59	1,82
Chem. Speicherdichte	[kWh/m ³]	0,00	0,00	69,72
Gesamt Speicherdichte	[kWh/m³]	0,22	1,59	71,54
η_{Zyklus}	[%]	81	?	27
Nachhaltigkeit	[☺/☹/☹]	☺/☹	☺/☹	☺

Speicherkosten bei zentraler „Stundenspeicherung“

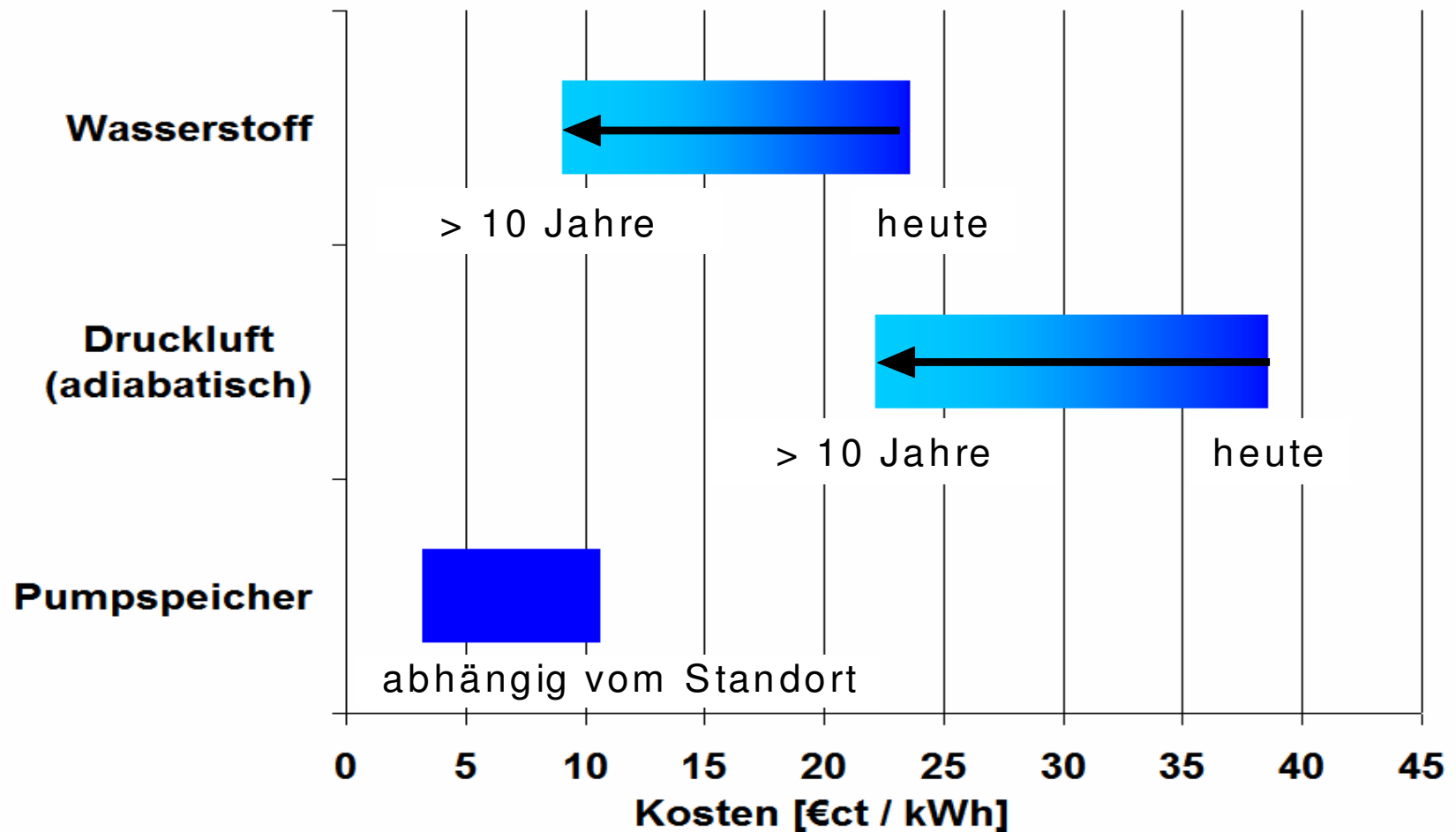
1 GW für 8 Stunden (8 GWh), 1 Zyklus pro Tag, Zugriffszeit < 15 min.



Reine Speicherkosten; die Kosten für den Einkauf der abzugebenden Energie sind jeweils noch zu addieren.

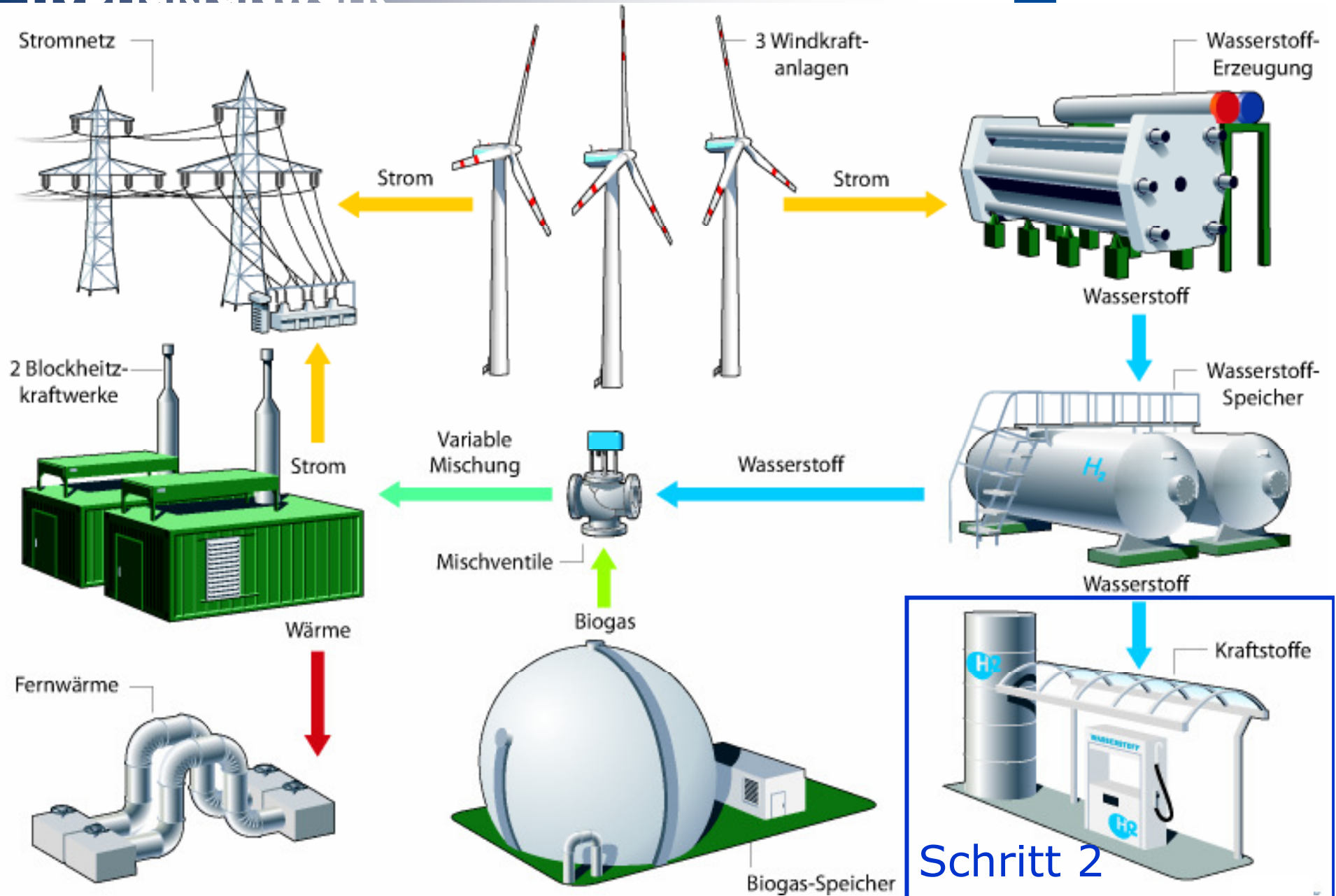
Speicherkosten bei „Wochenspeicherung“

500 MW für 200 Stunden (100 GWh), 2 Zyklen pro Monat



Reine Speicherkosten; die Kosten für den Einkauf der abzugebenden Energie sind jeweils noch zu addieren.

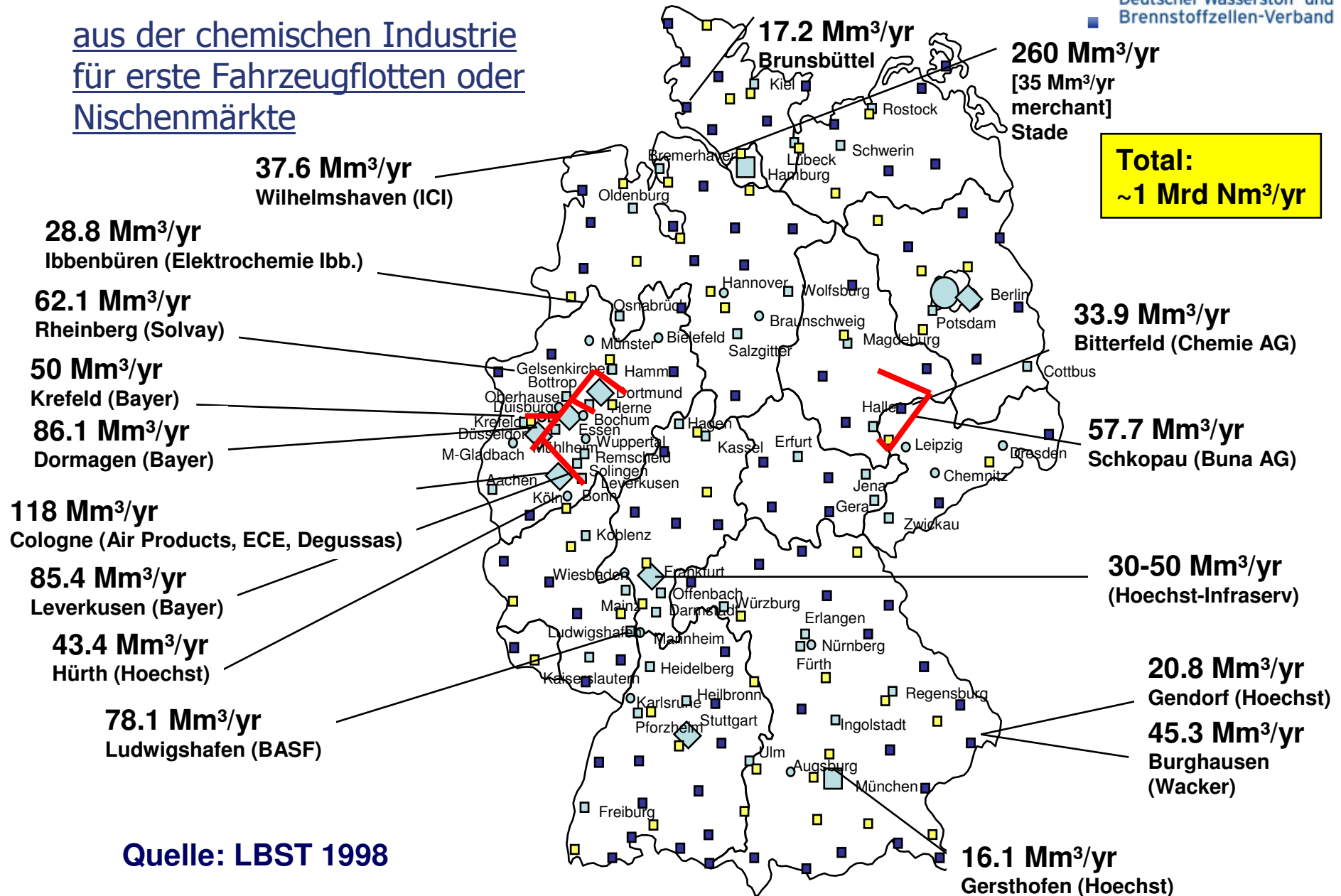
Funktionsprinzip Hybridkraftwerk



Nebenprodukt- Wasserstoff in Deutschland



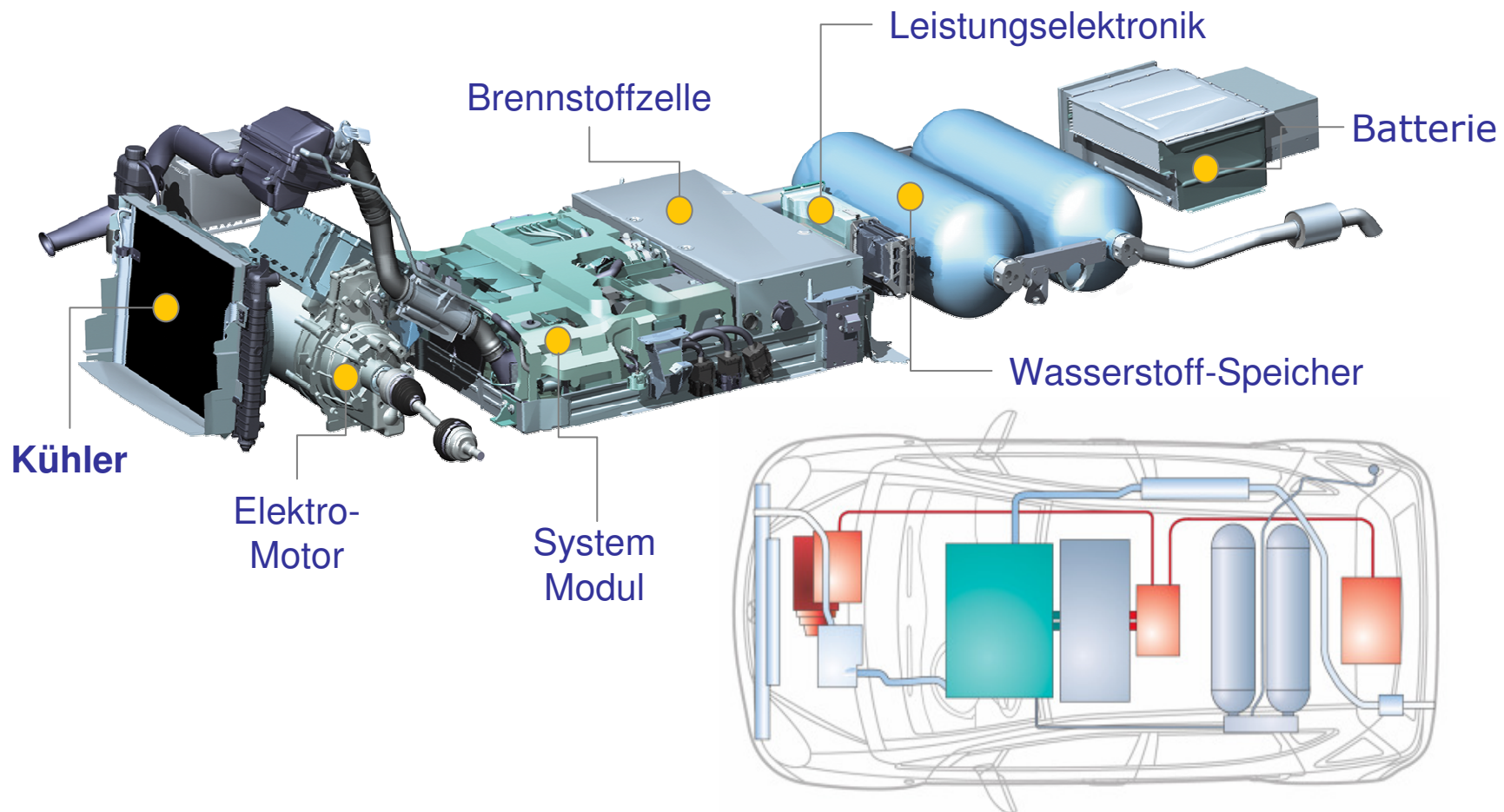
aus der chemischen Industrie
für erste Fahrzeugflotten oder
Nischenmärkte



Quelle: LBST 1998

Wasserstoff als Energieträger

Daimler, FCell Anordnung der Komponenten

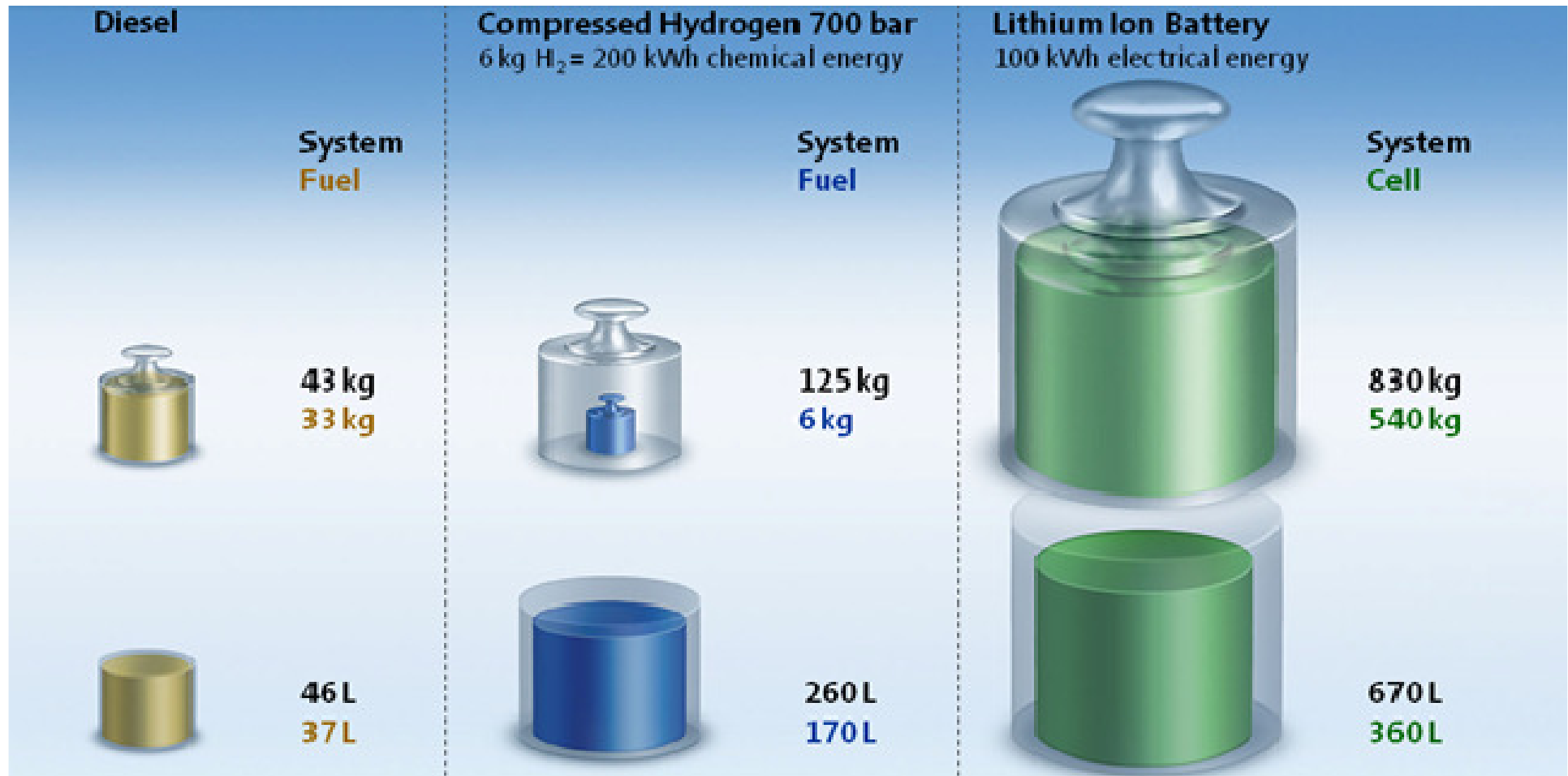


Wasserstoff als Energieträger

Honda: BZ-Fahrzeug, Systemkonzept



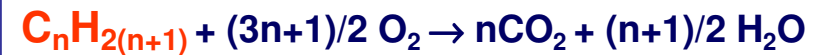
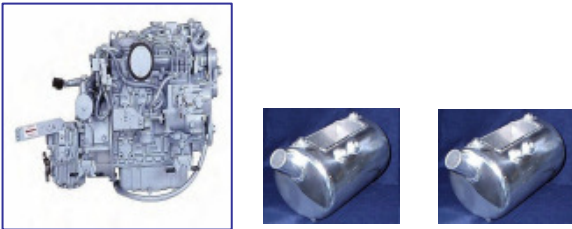
Energiedichte von Energieträgern bzgl. Gewicht und Volumen



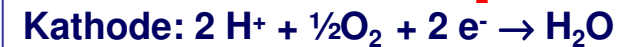
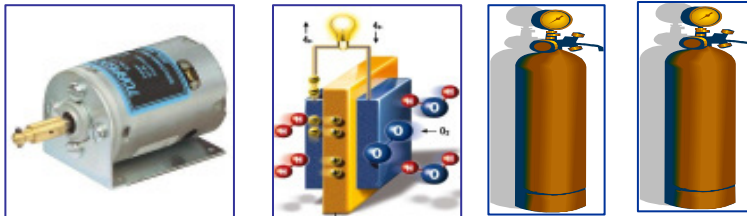
Source: v. Helmholtz, Opel

Vergleich der Antriebsstränge II (Doppelte Reichweite)

Benzin/Diesel- Fahrzeuge



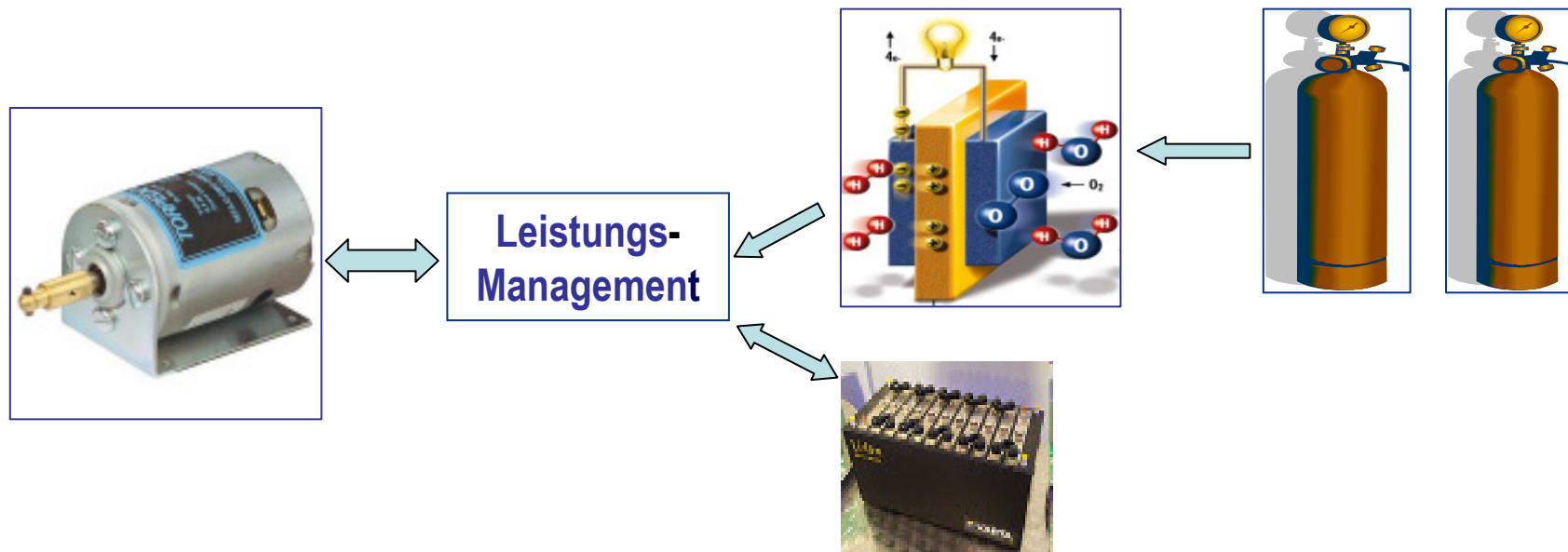
H₂/BZ- Fahrzeuge



Batterie- Fahrzeuge

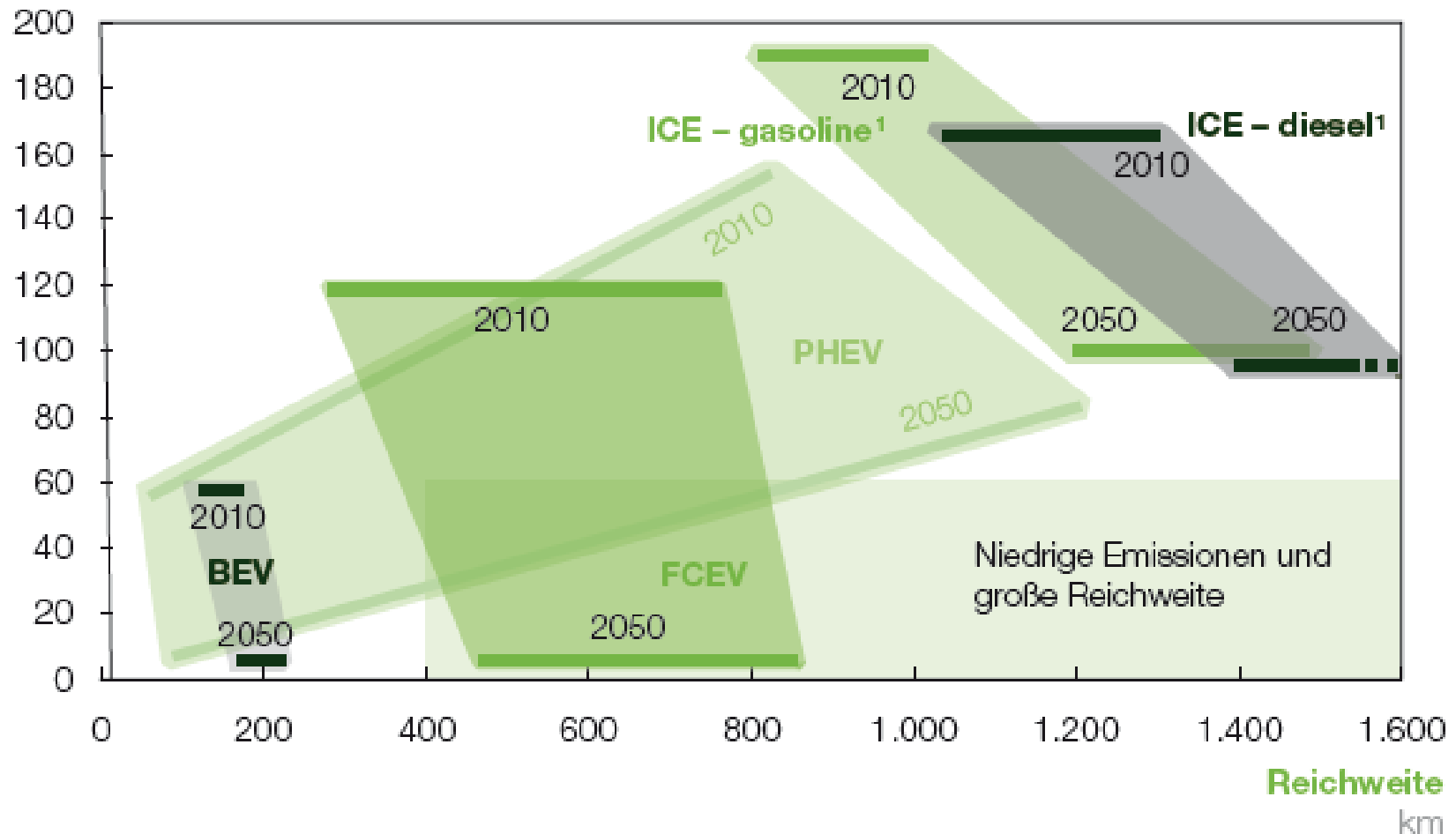


Antriebs-Strang eines H₂/BZ-Hybrid-Fahrzeuges



Vergleich von CO₂-Emissionen und Reichweiten zukünftiger Antriebssysteme

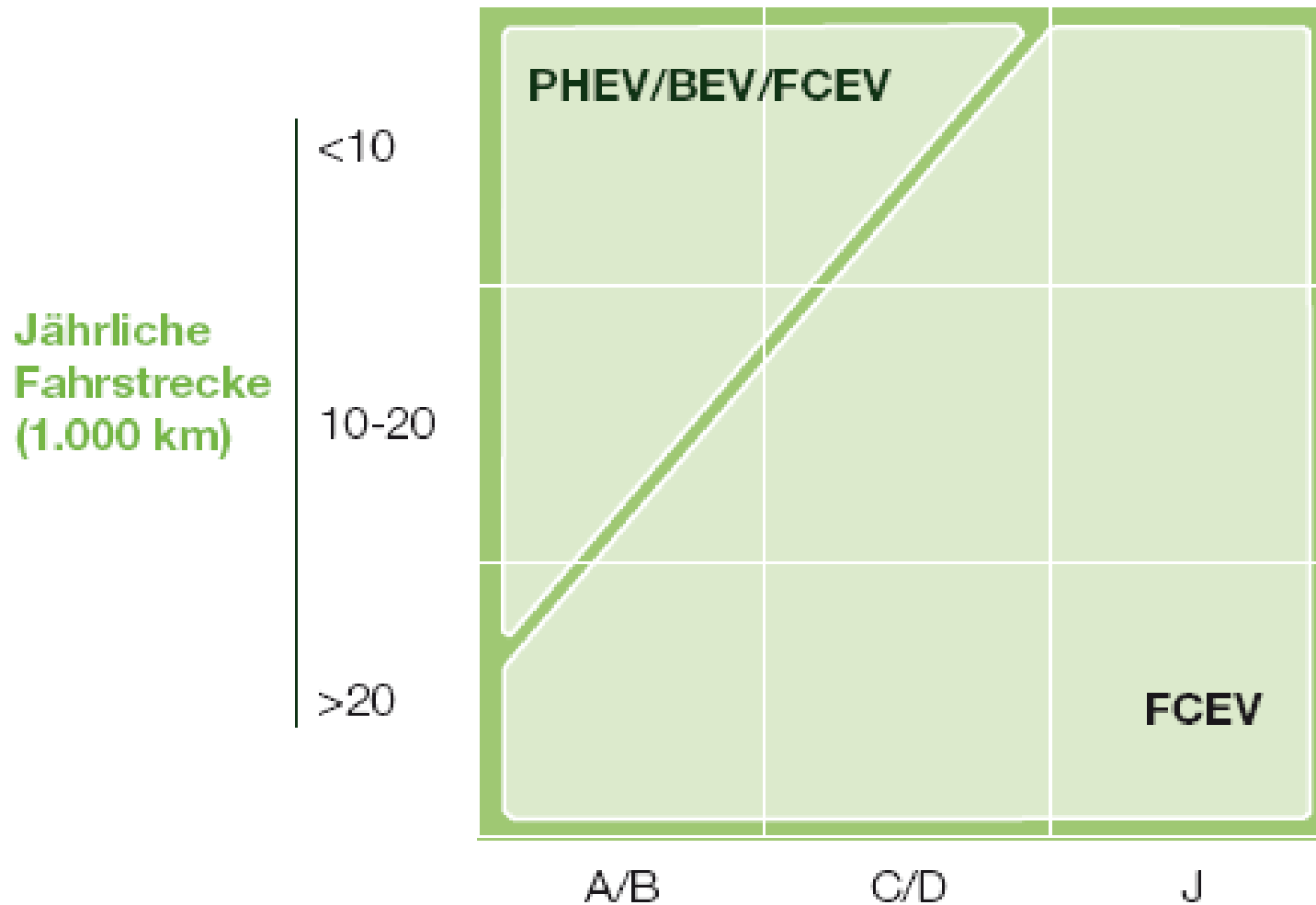
CO₂-Emissionen
gCO₂ / km



¹ ICE-Bereich für 2050, basierend auf verbesserten Treibstoffeinsparungen und davon ausgehend, dass die Tankgröße konstant bleibt.
Annahme einer Reduzierung von CO₂ um 6% bis 2020, um 24% bis 2050, bedingt durch Biotreibstoffe

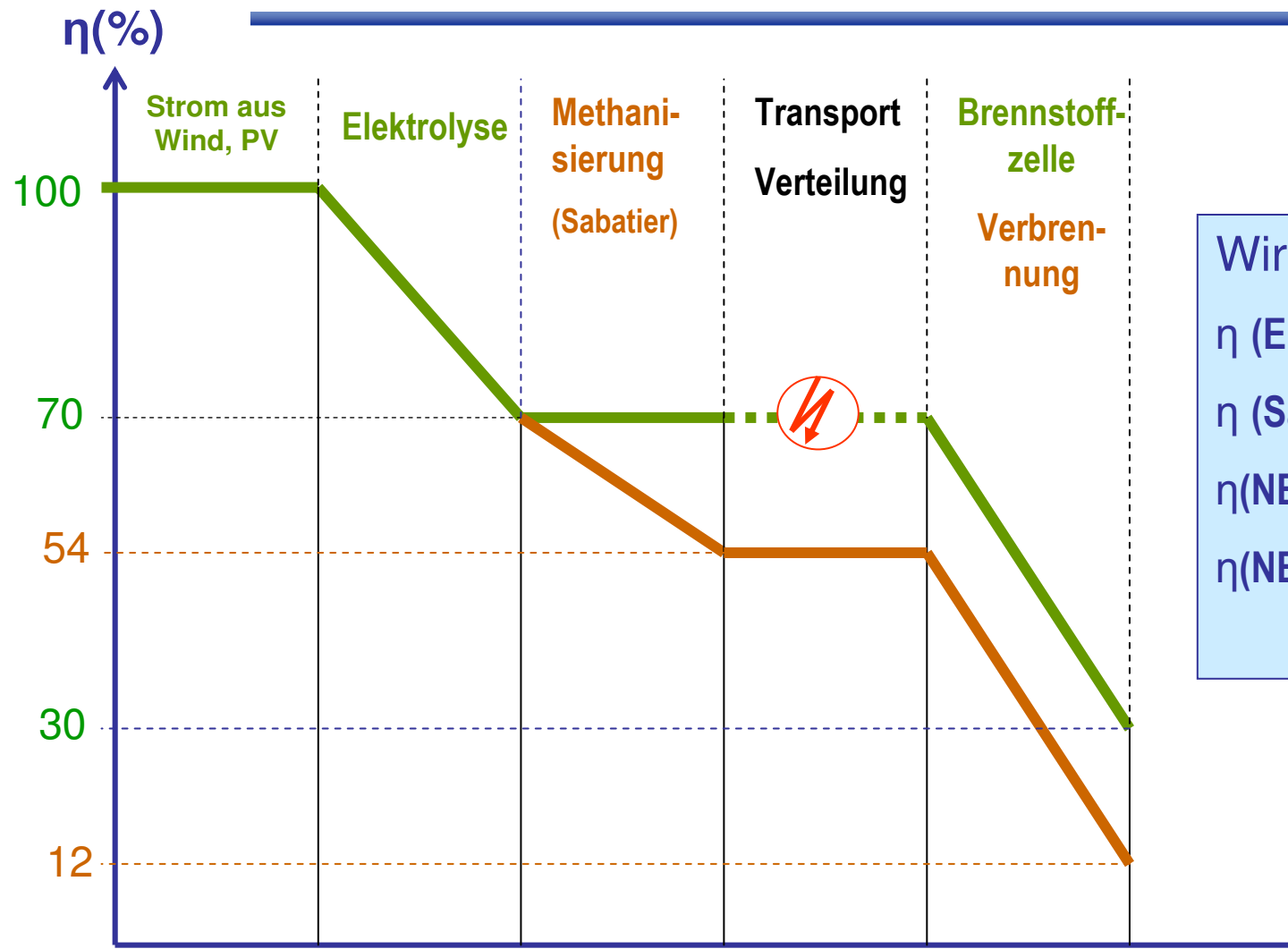
Marktsegmente für Batterie- und Brennstoffzellenfahrzeuge

Niedrigste CO₂ Abgasentsorgung
TCO Delta für ICE²



Quelle: Coalition Study

Vergleich Wasserstoff ↔ „Windgas“ für mobile Anwendung



Wirkungsgrade:

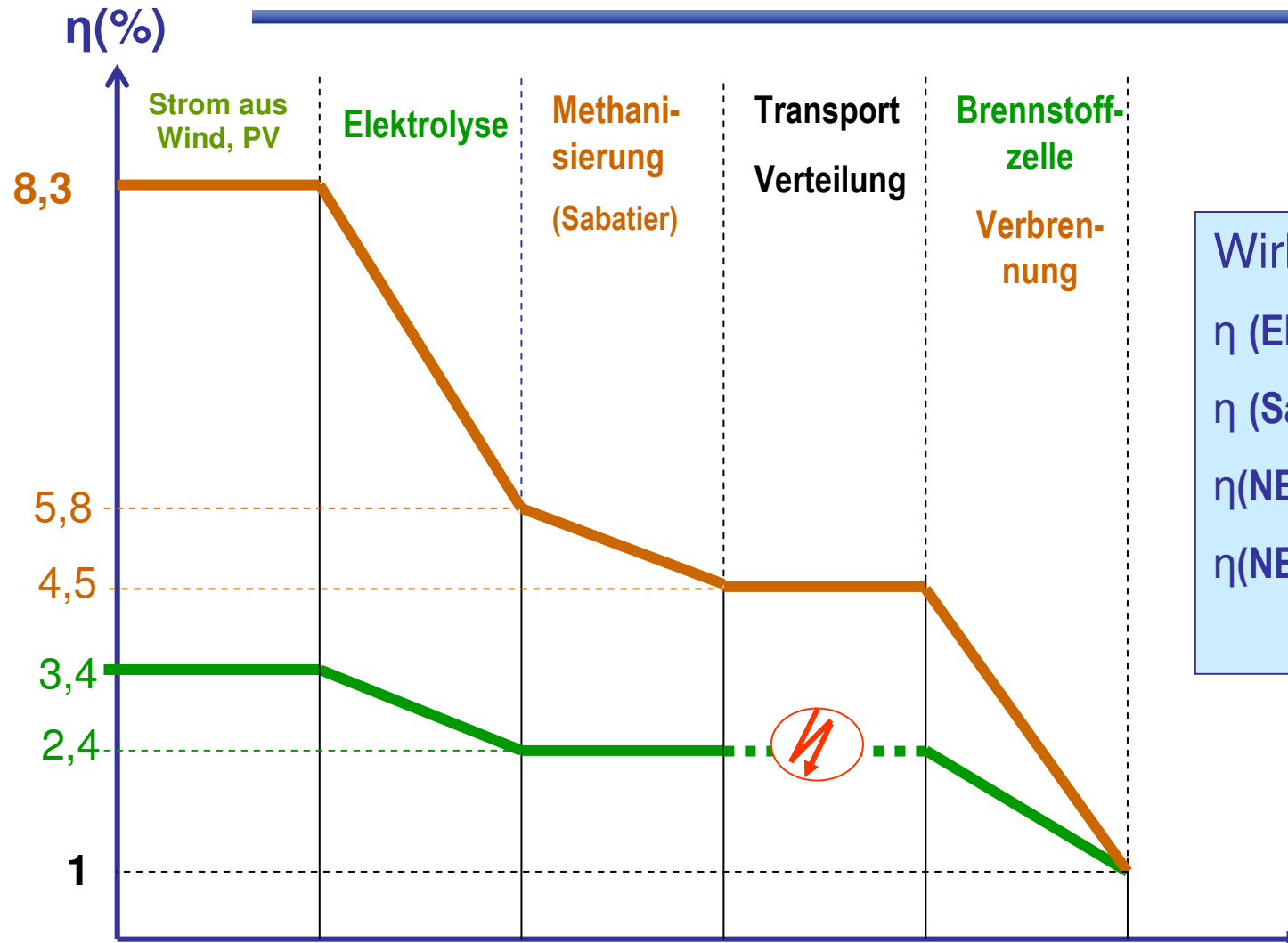
η (Elektrolyse) = 70%

η (Sabatier) = 78%

η (NEFZ, Otto) = 22%

η (NEFZ, BZ) = 42%

Vergleich Wasserstoff \leftrightarrow „Windgas“ für mobile Anwendung



Wirkungsgrade:

η (Elektrolyse) = 70%

η (Sabatier) = 78%

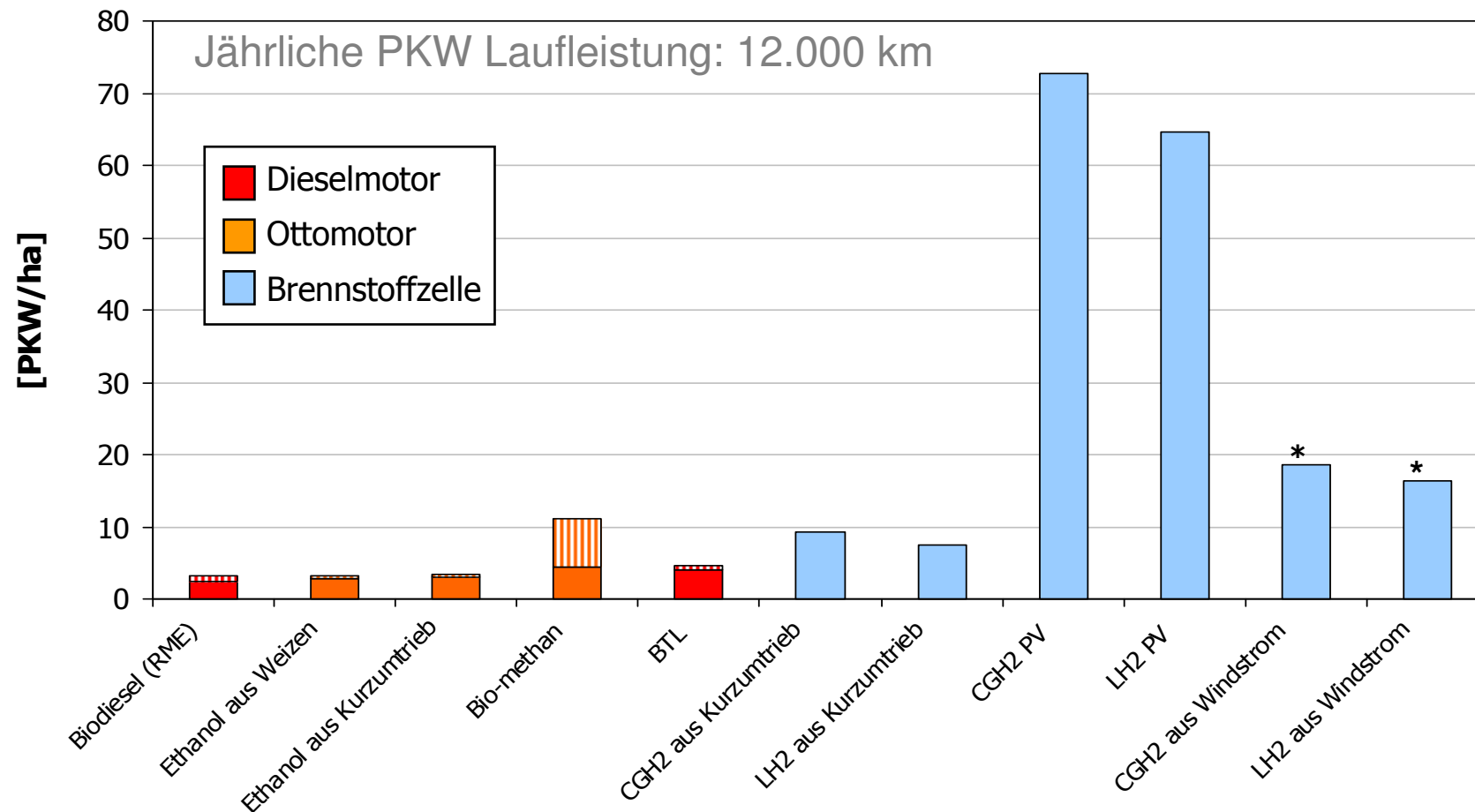
η (NEFZ, Otto) = 22%

η (NEFZ, BZ) = 42%

Wasserstoff

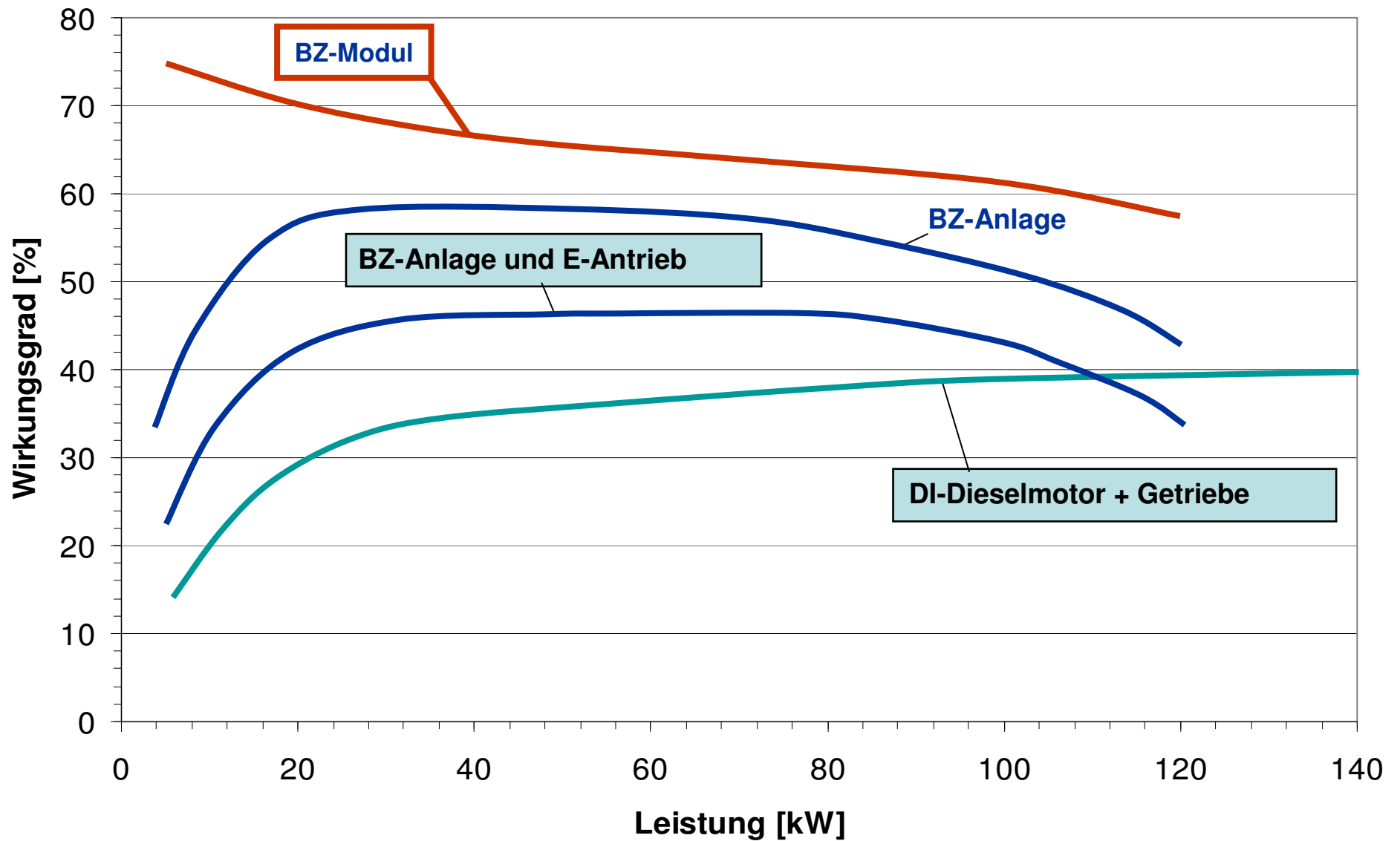
- Energieträger der Zukunft -

Anzahl an PKWs (Hybrid), die je ha versorgt werden können



*) mehr als 99% der Landfläche können zusätzlich für andere Nutzungen, z.B. Ackerbau, verwendet werden

Beispiel Kennfeldvergleich: BZ-Bus-Antrieb mit H₂ und Dieselmotor



H₂-Anwendung und – Speicherung – spezielle Märkte –



BESEL



Derbi/Rucker



Masterflex



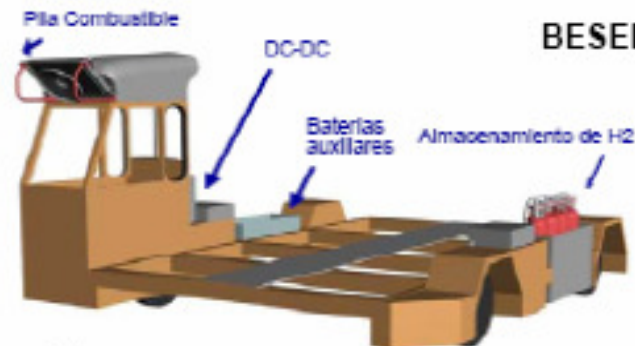
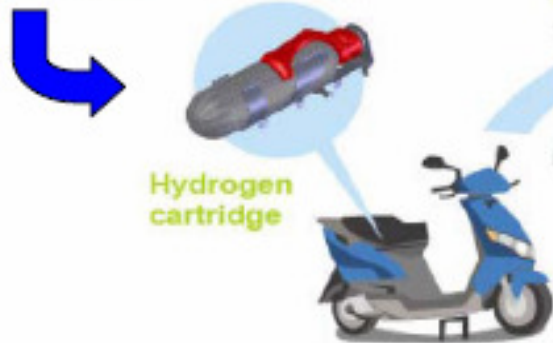
BESEL



BESEL



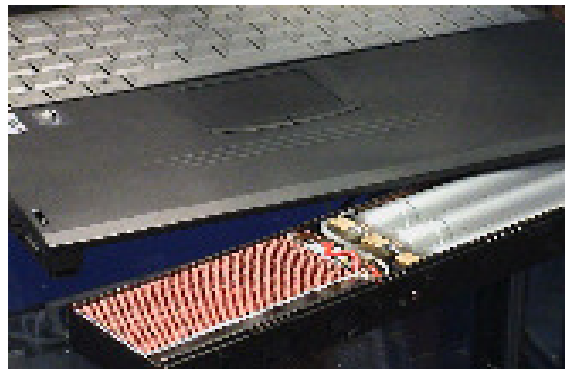
BESEL



Systeme mit Metallhydridspeichern

Kleinste Anwendung scheint ein Laptop zu sein, am häufigsten tragbare Lade- oder Notstromsysteme

Weitere Anwendungen sind U-Boote mit Brennstoffzellen oder emissionssensibler Betrieb von Booten (Naturschutzgebiete) und Arbeitsmaschinen (unter Tage, in reinen Produktionshallen)



1. Infrastruktur der Telekommunikation

- Notstromversorgung, BackUp-Power
- Dezentrale Stromversorgung



2. Kritische Infrastrukturen

- Telematik, Verkehrsleittechnik
- Tunnel, Bahnhöfe, Flughäfen
- Bergwerke, Pipelines
- Kliniken, Polizei, Katastrophenschutz
- Messtechnik, Umweltschutz



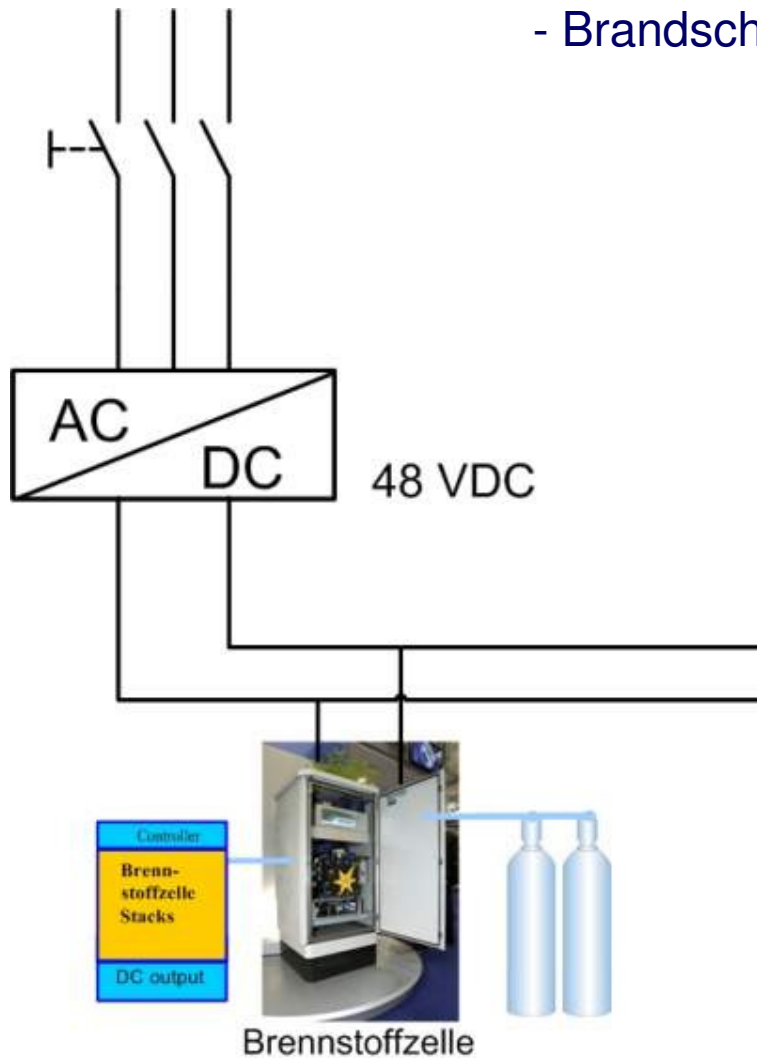
3. IT-Infrastrukturen

- BackUp-Power für kritische Systeme



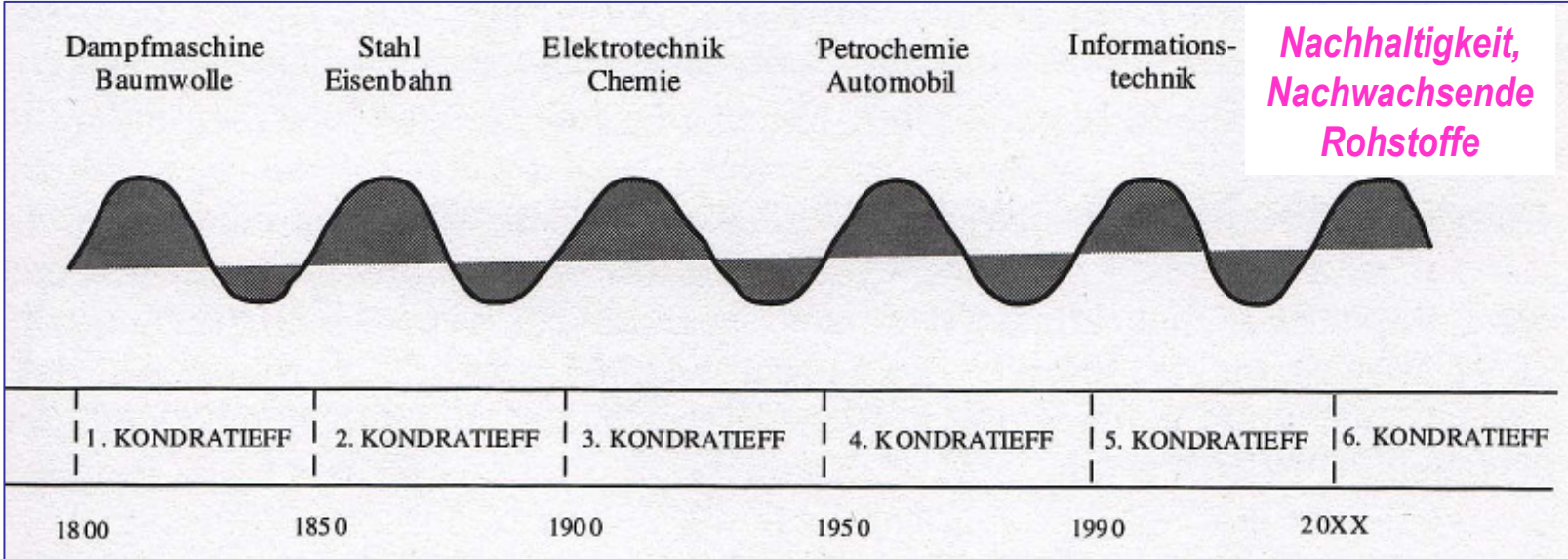
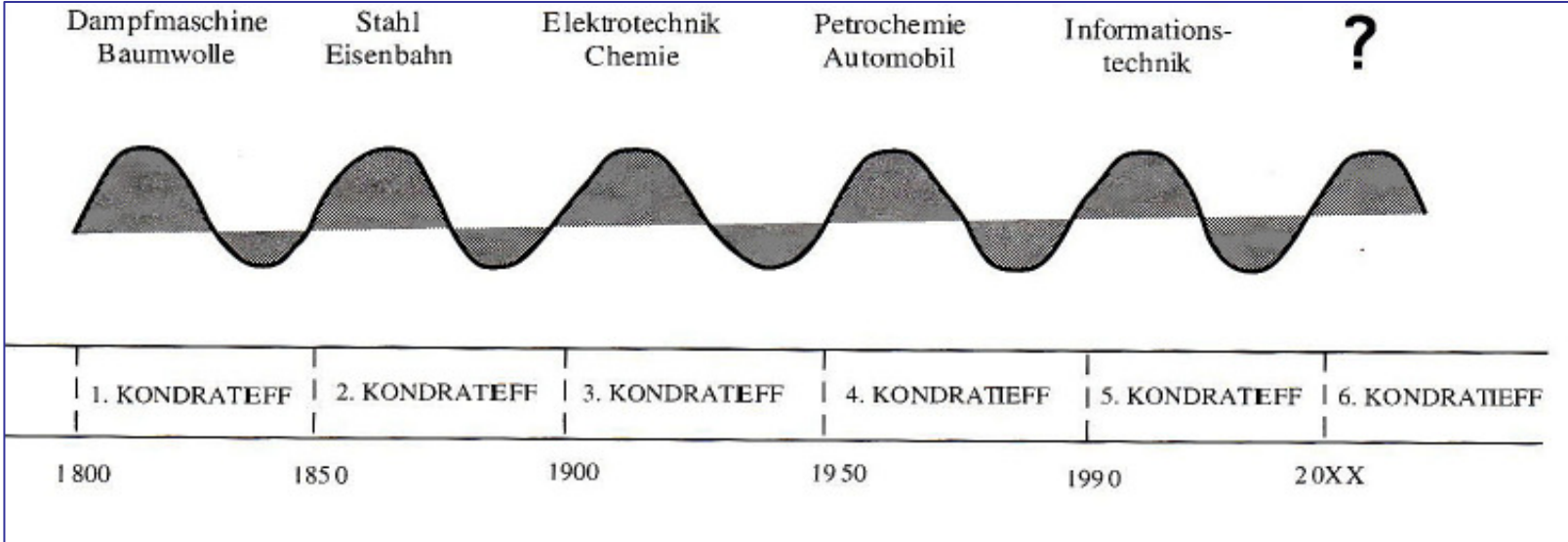
Anwendungen Brennstoffzelle 3kW / 5 kW

- z.B. Power-Backup Telekommunikation
- Unterbrechungsfreie Stromversorgung
 - Brandschutz



Quelle: Rittal

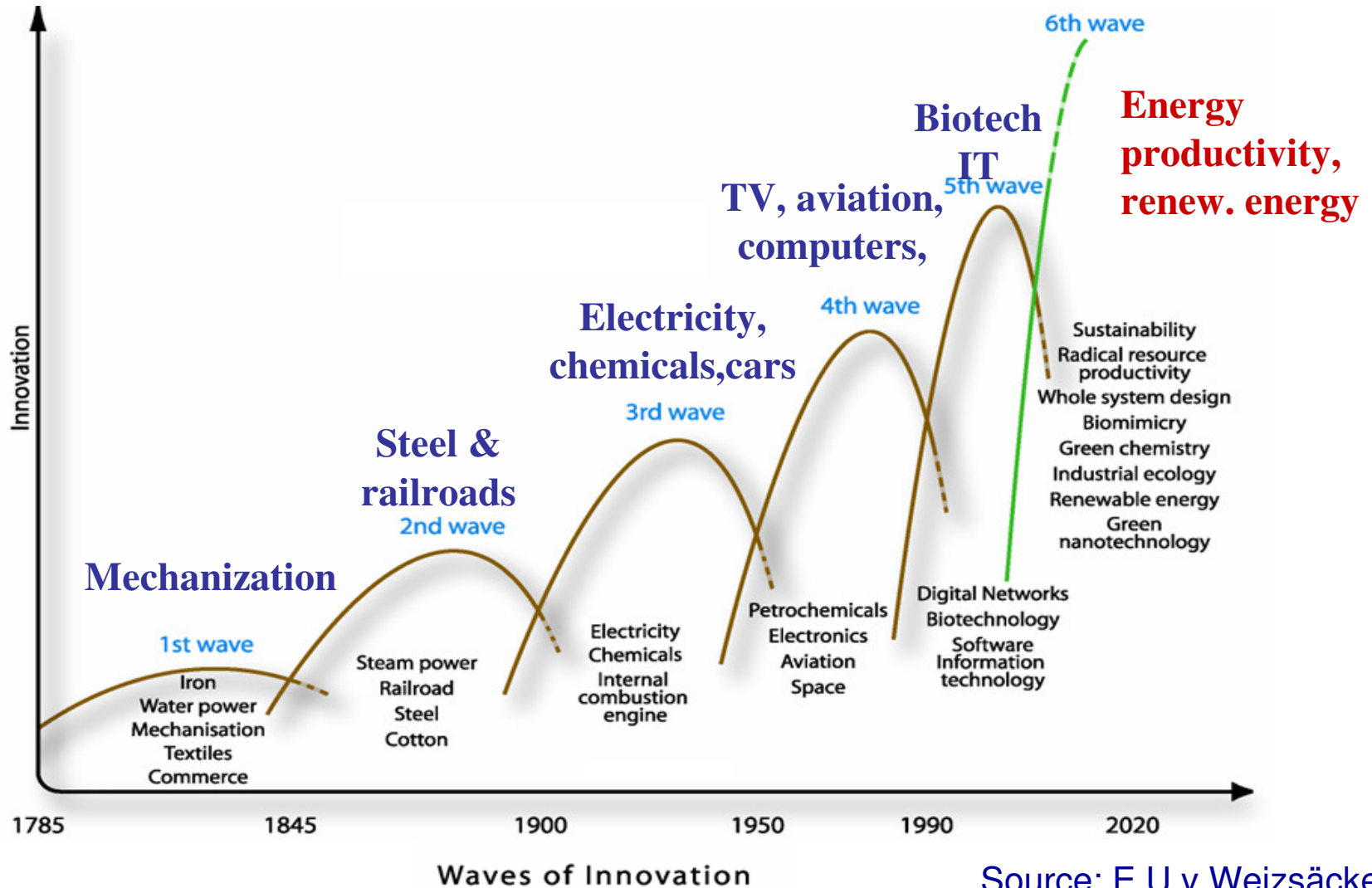
Kondratieff-Zyklen



Quelle: Nefiodow, „Der sechste Kondratieff“

The sixth Kondratiev: Energy productivity

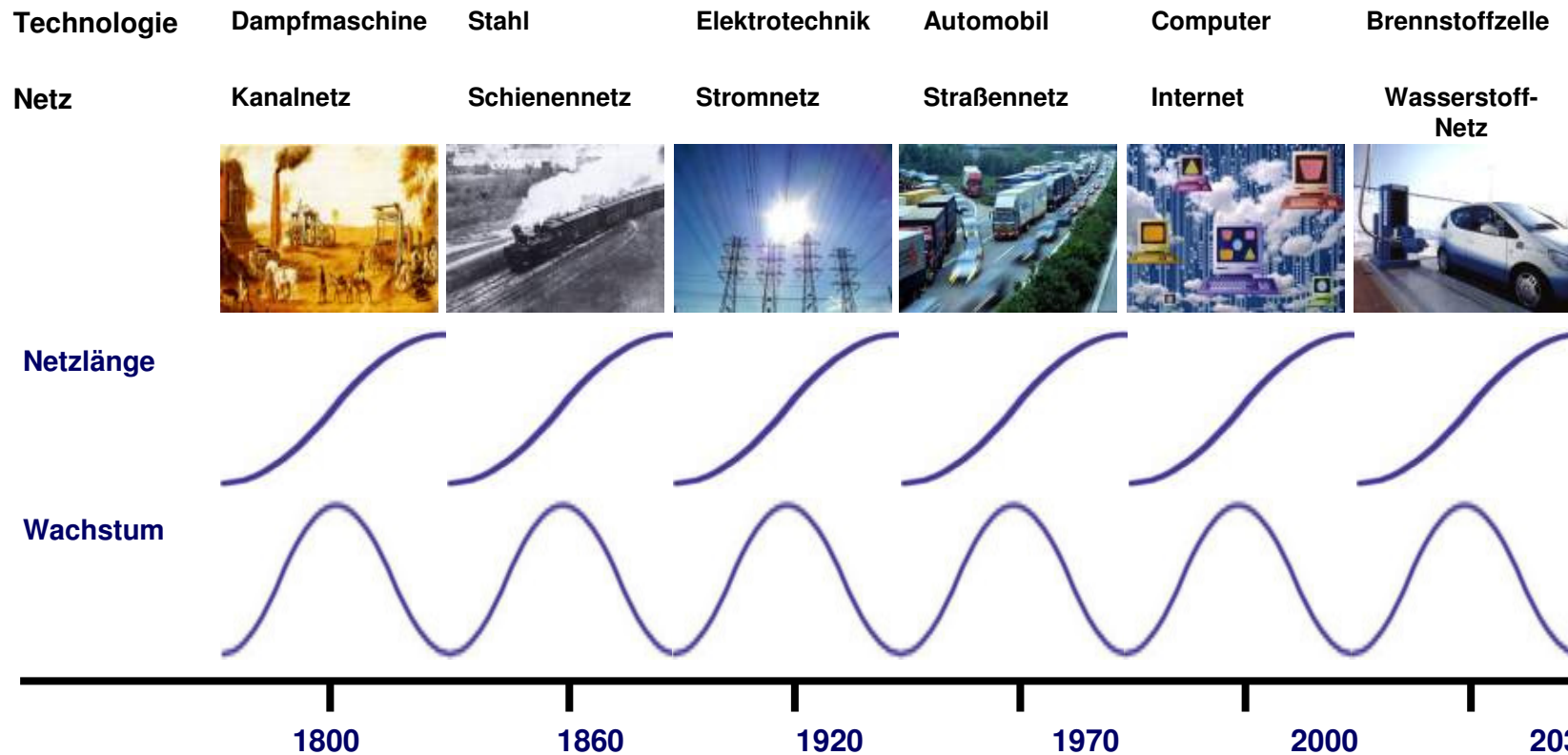
(after Charlie Hargroves, Brisbane, Australia)



Das Kondratieff - Prinzip



Kondratieff-Wellen sind durch technologische Innovationen getriebene langzeitliche Wirtschaftszyklen. Sie dauern etwa 40-60 Jahre und werden nach dem russischen Wirtschaftstheoretiker Nikolai Kondratieff (1892-1938) benannt.



Quelle: Dr. Rossmann, Rittal

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Und besuchen Sie uns mal unter

www.dwv-info.de!



Welche Fragen darf ich Ihnen jetzt schon beantworten?