

Regenerativer Wasserstoff Energieträger und Energiespeicher mit großer Zukunft - auch in Deutschland

- Impuls -

Online-Seminar, 21.01.2021

**Prof. Dr. Oliver Türk
Transferstelle Bingen**



Aktivitäten



Technische Hochschule Bingen
Professor für nachwachsende Rohstoffe und Nachhaltigkeit



Transferstelle Bingen
Wissenschaftlicher Leiter



Institut für Innovation, Transfer und Beratung
Geschäftsführer

AIM

Applied Innovative Materials
Angewandte Innovative Materialien

AIM – Angewandte Innovative Materialien
Gründer, Alleingesellschafter und Berater



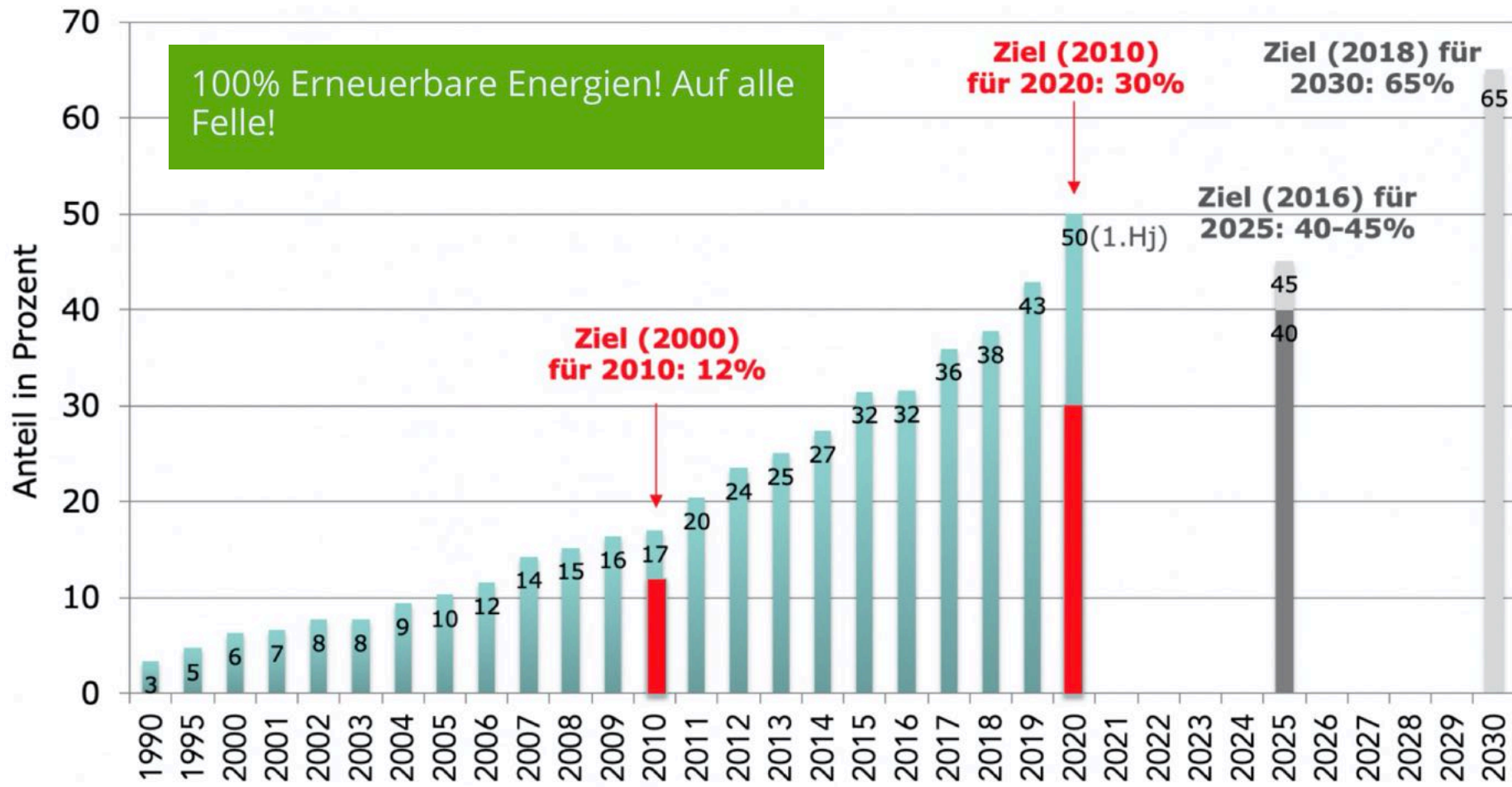
Bürgerenergiegenossenschaft
Aufsichtsrat (Ehrenamt)



Energiespeichernetzwerk
Vorstand (Ehrenamt)

Anteil Erneuerbarer Energien steigt

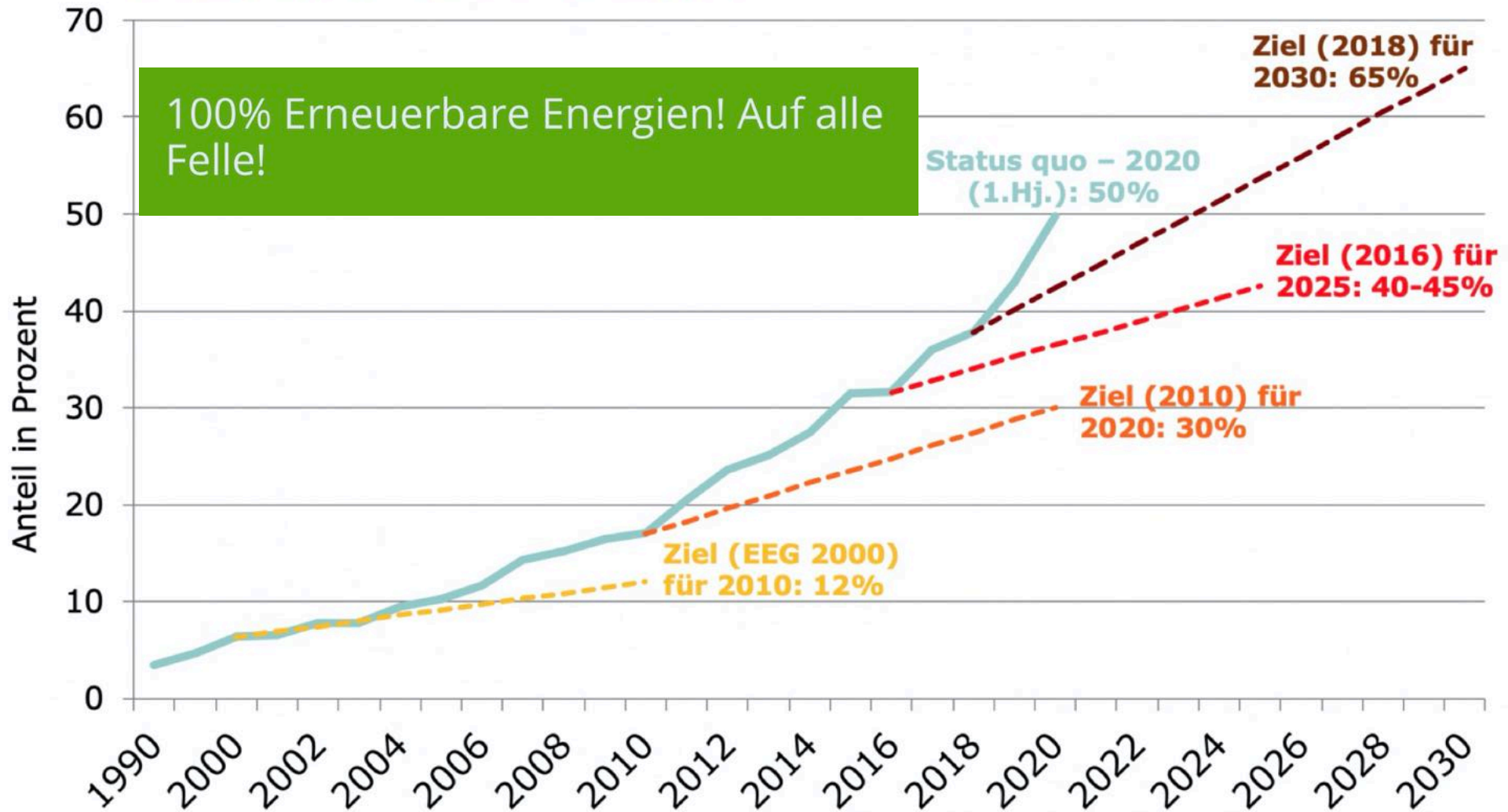
Grafik 1: Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland – Wachstum mit politischer Unterstützung (EEG)



Eigene Darstellung: Fell/EWG, 2020. Quellen: BMWI; AGEE-Stat; BEE; UBA; Fraunhofer ISE

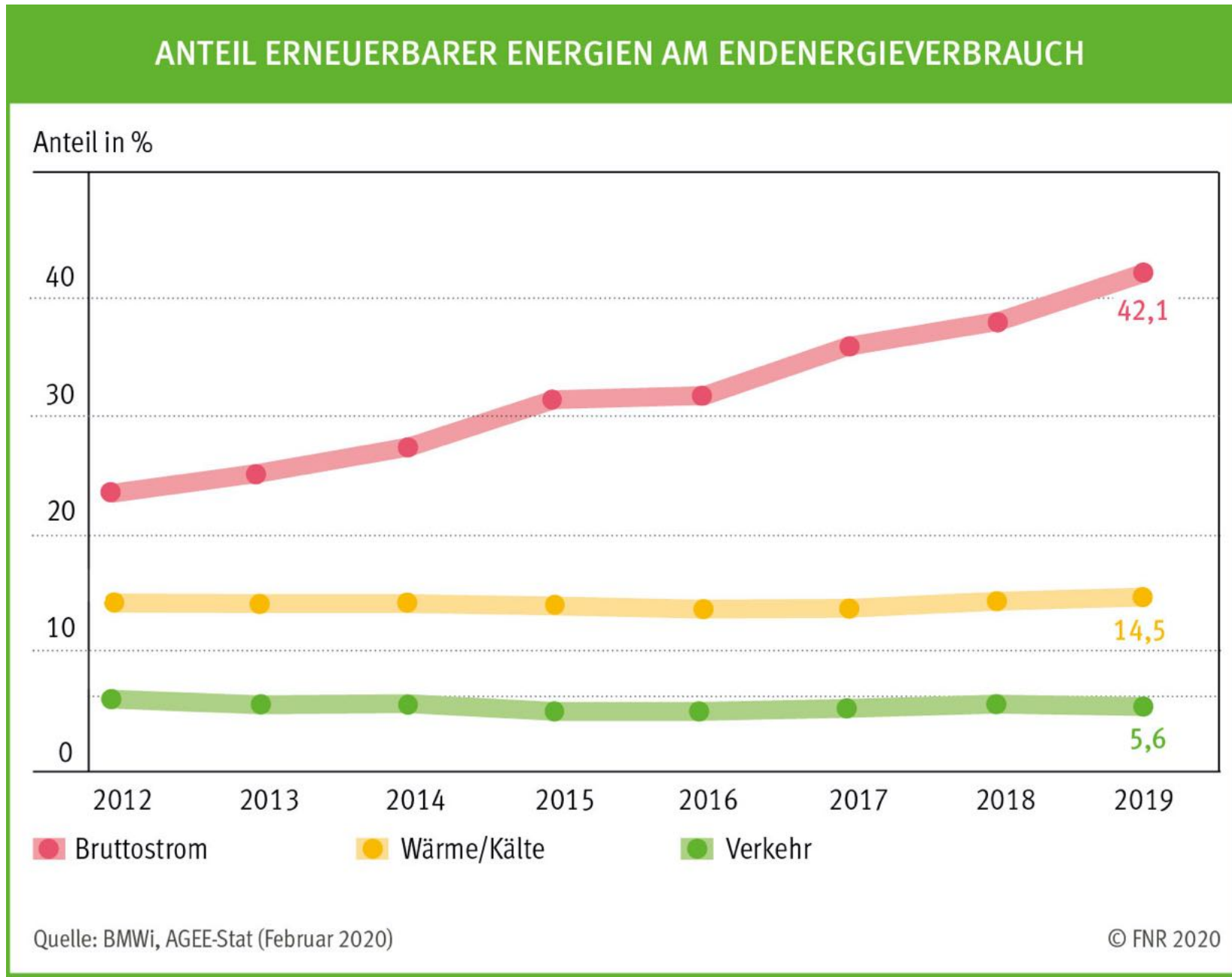
Anteil Erneuerbarer Energien steigt

Grafik 2: Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung – tatsächlicher Verlauf und Ziele



Eigene Darstellung: Fell/EWG, 2020. Quellen: EEG 2000; BMWi; BDEW; AGEE-Stat, BEE; UBA; Fraunhofer ISE

...Wärme und Verkehr bleiben Aufgabe!



...und die stoffliche Nutzung auch!

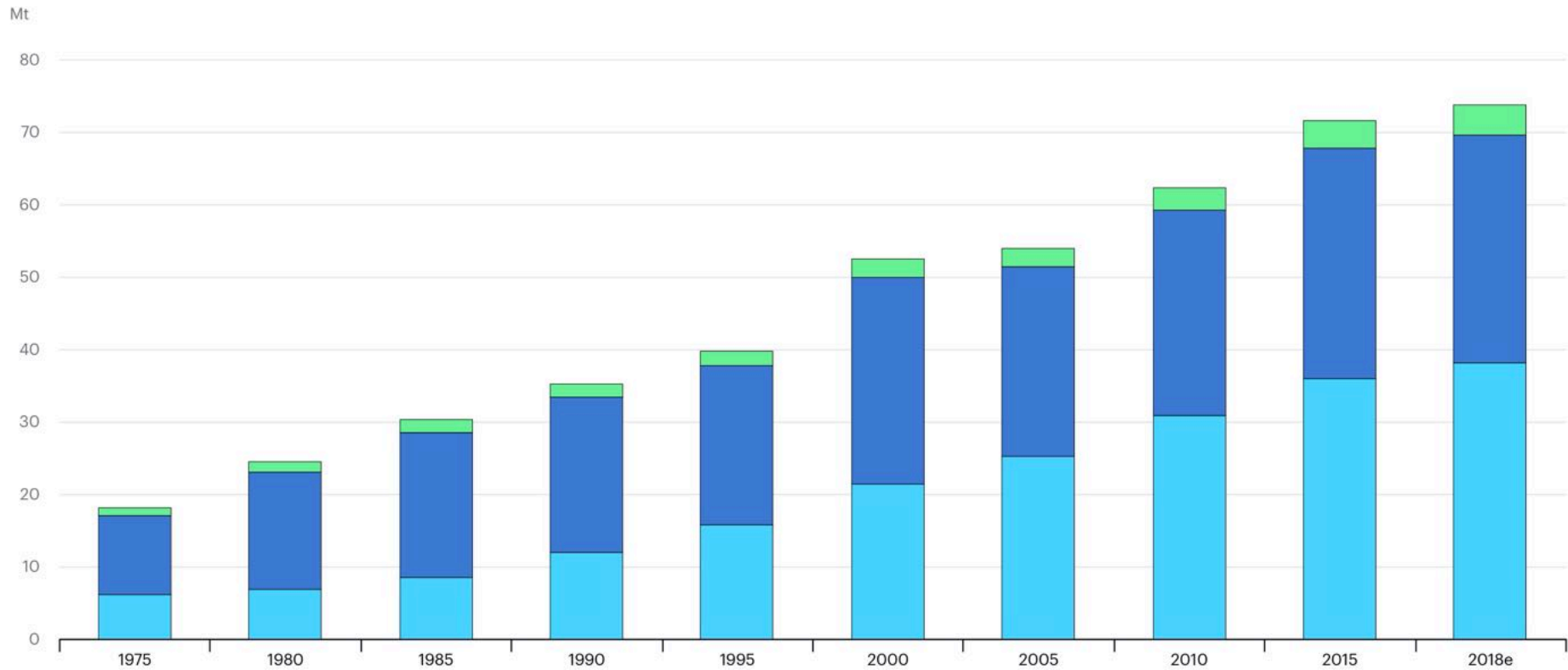
Tab. 2.1: Material flows of mankind 1, explanations see text.

material	volume (10 ⁶ t/a)	remark	reference
fertilizer (total)	313	world	FAO
sand and gravel (industrial)	300	world	USDGS
phosphate rock	270	2018	USDGS
beer	194	in 10 ⁶ m ³	Statista
vegetable oil (total)	187	2017	USDA
ammonia (as N)	187	2020	FAO
sugar	181	2019/2020 Marketing Year	USDA
fertilizers	181	2016	EU
ammonia	140	nitrogen fixed	USDGS
bioethanol	112	2018, in 10 ⁶ m ³	REN21
methanol	110	2015	Methanol Institute

...und die stoffliche Nutzung auch!

Global demand for pure hydrogen, 1975-2018

Open 

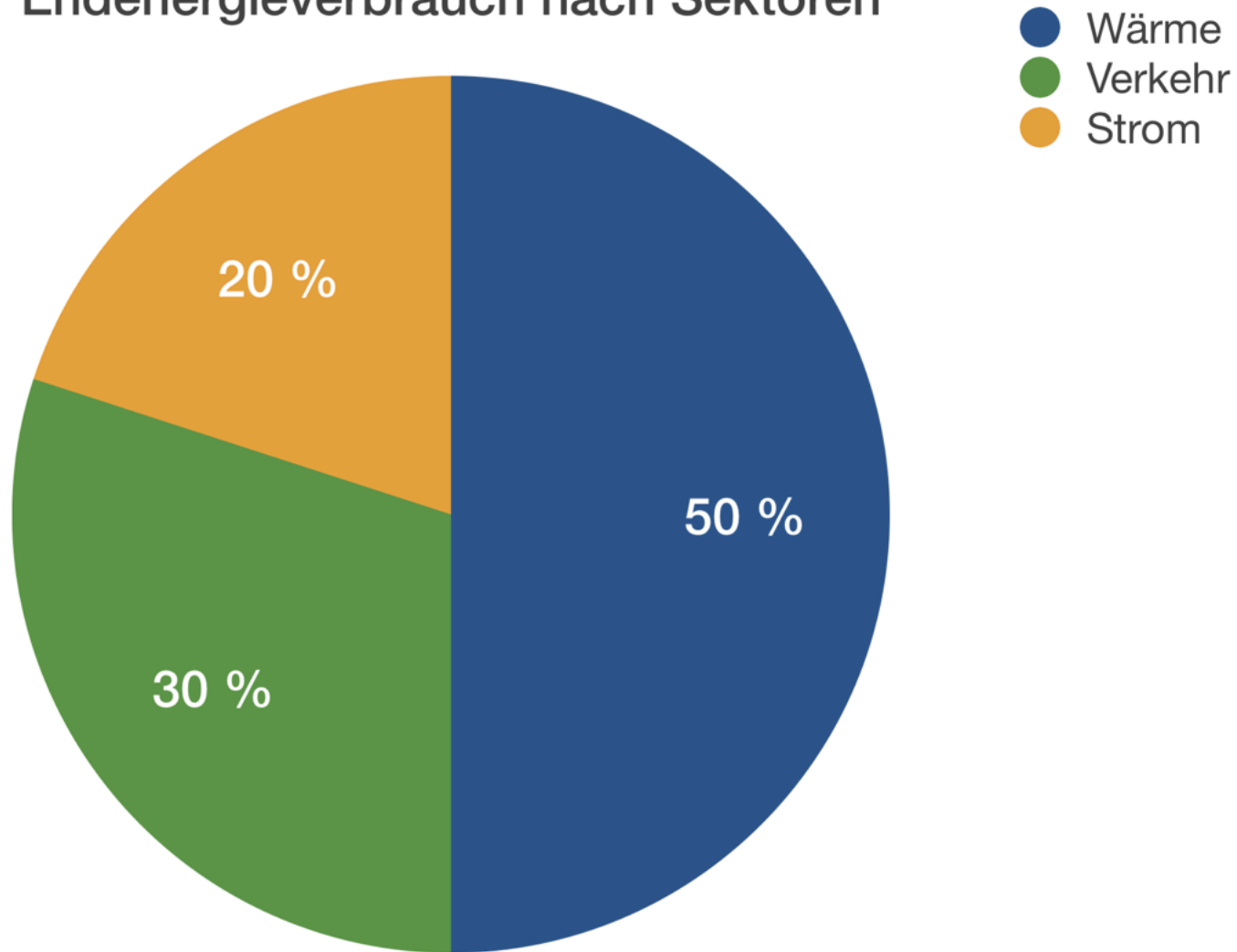


IEA. All Rights Reserved

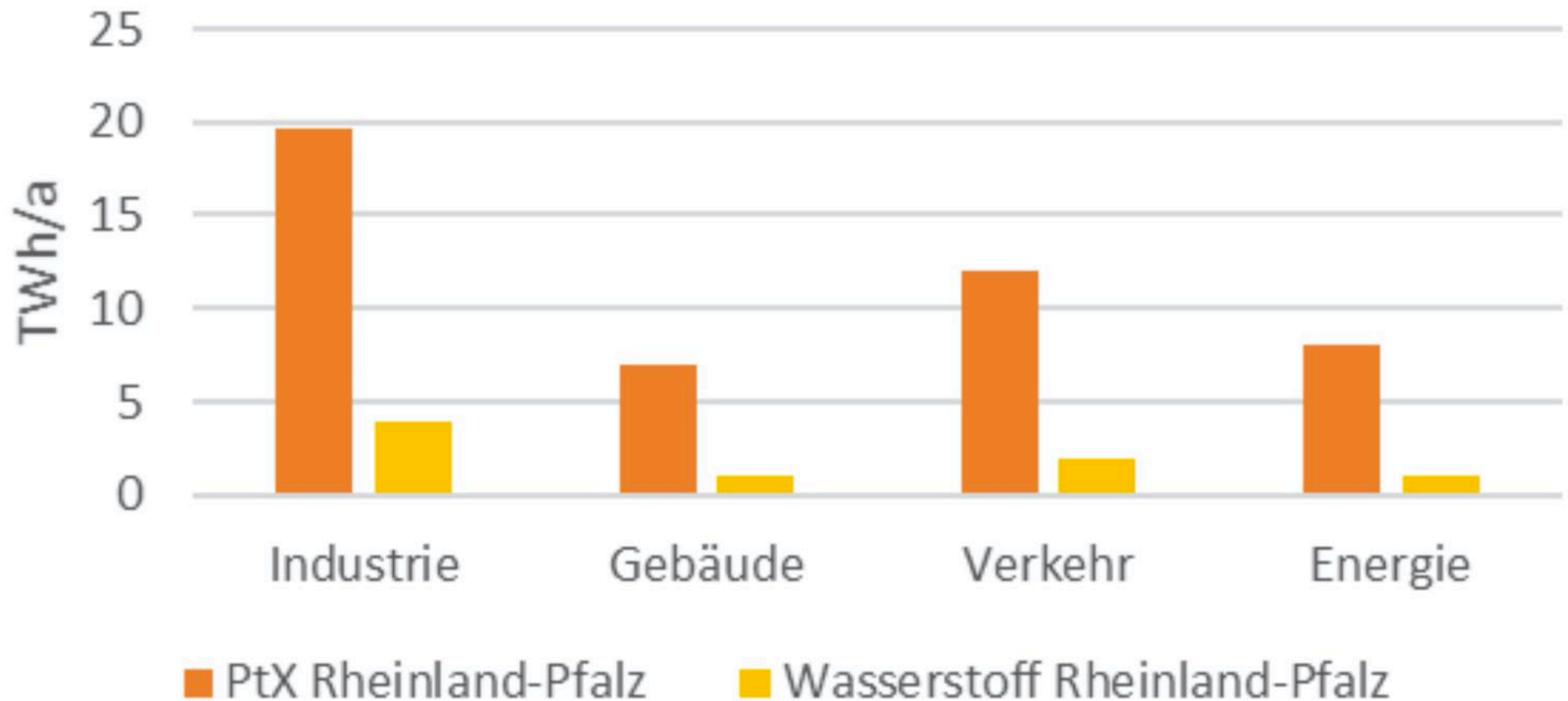
● Refining ● Ammonia ● Other

Endenergieverbrauch nach Sektoren

Endenergieverbrauch nach Sektoren



Bedarf an PtX und direktem Wasserstoff Rheinland-Pfalz (Prognose 2050)



Mobilität als Top-Sektorenkoppler mit hoher Wertschöpfung

Wirkungsgrad im Mobilitätssektor besonders schlecht

(Verbrennungsmotor etwa 15 – 18 %)

Wert der Energie im Mobilitätssektor besonders hoch

Gas (-> Wärme, damit Exergie + Anergie): 6 ct/kWh
Strom (Exergie): 30 ct/kWh

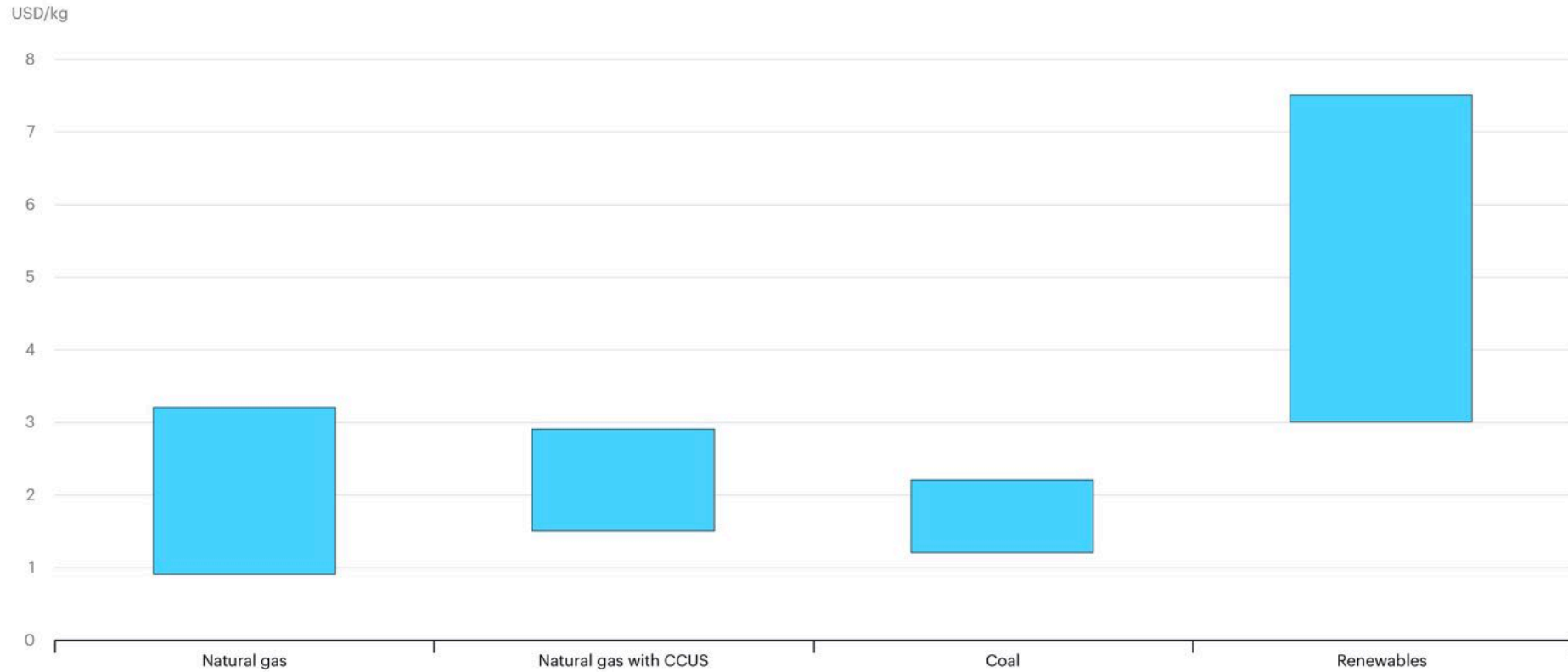
100 km Autofahrt bei 7 l/100 km etwa 10 €/100 km
Bei 15 kWh/100 km (E-Golf)

Wert einer kWh für die Elektromobilität: 67 ct

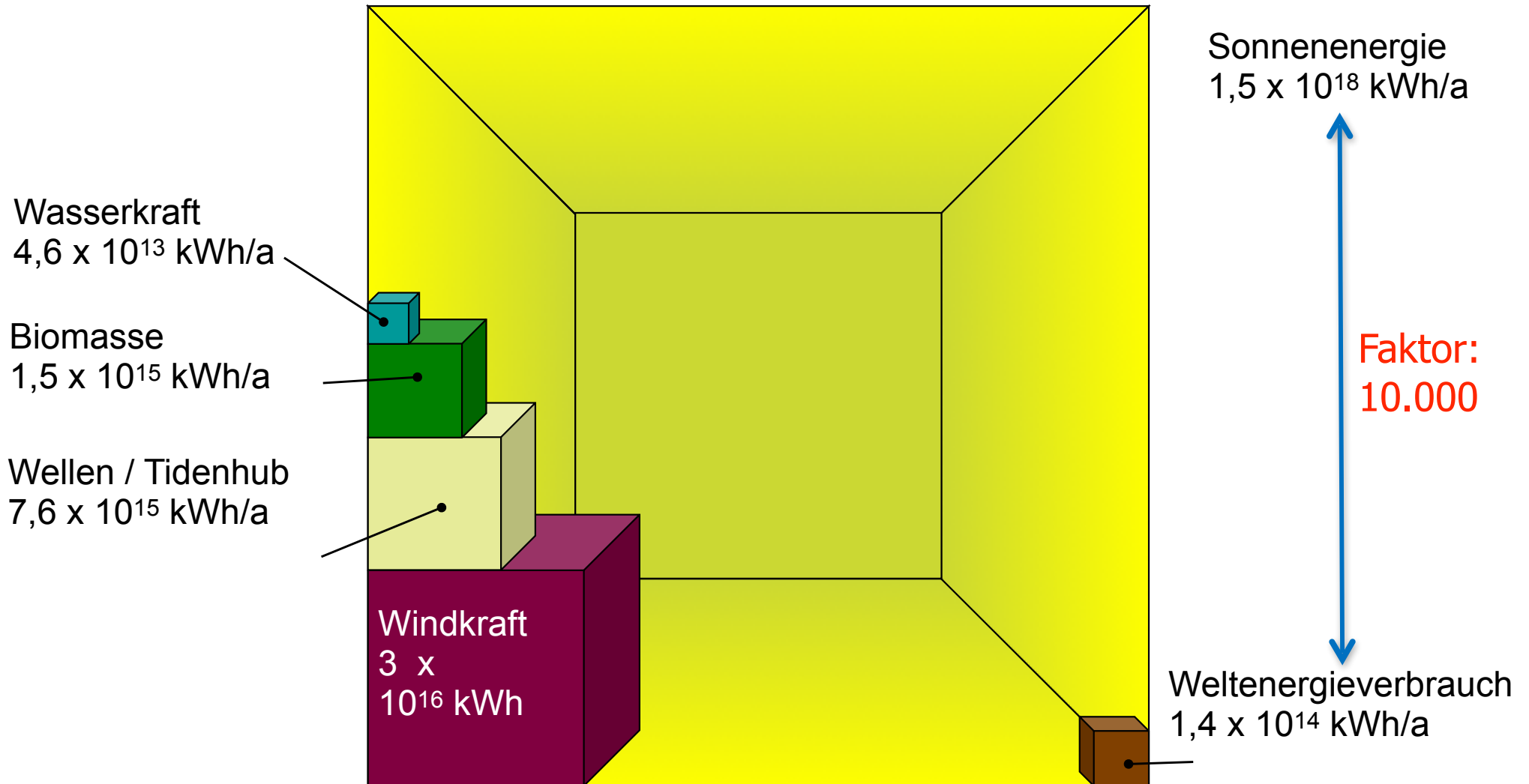
-> Das Beste, das man mit elektrischer Arbeit machen kann, ist, sie im
Transport/Mobilitätssektor einzusetzen!

Hydrogen production costs by production source, 2018

Open 



Weltenergieverbrauch/solare Energie



Faktor aktuell: 6.600

...elektrische Arbeit aus EinsMan...

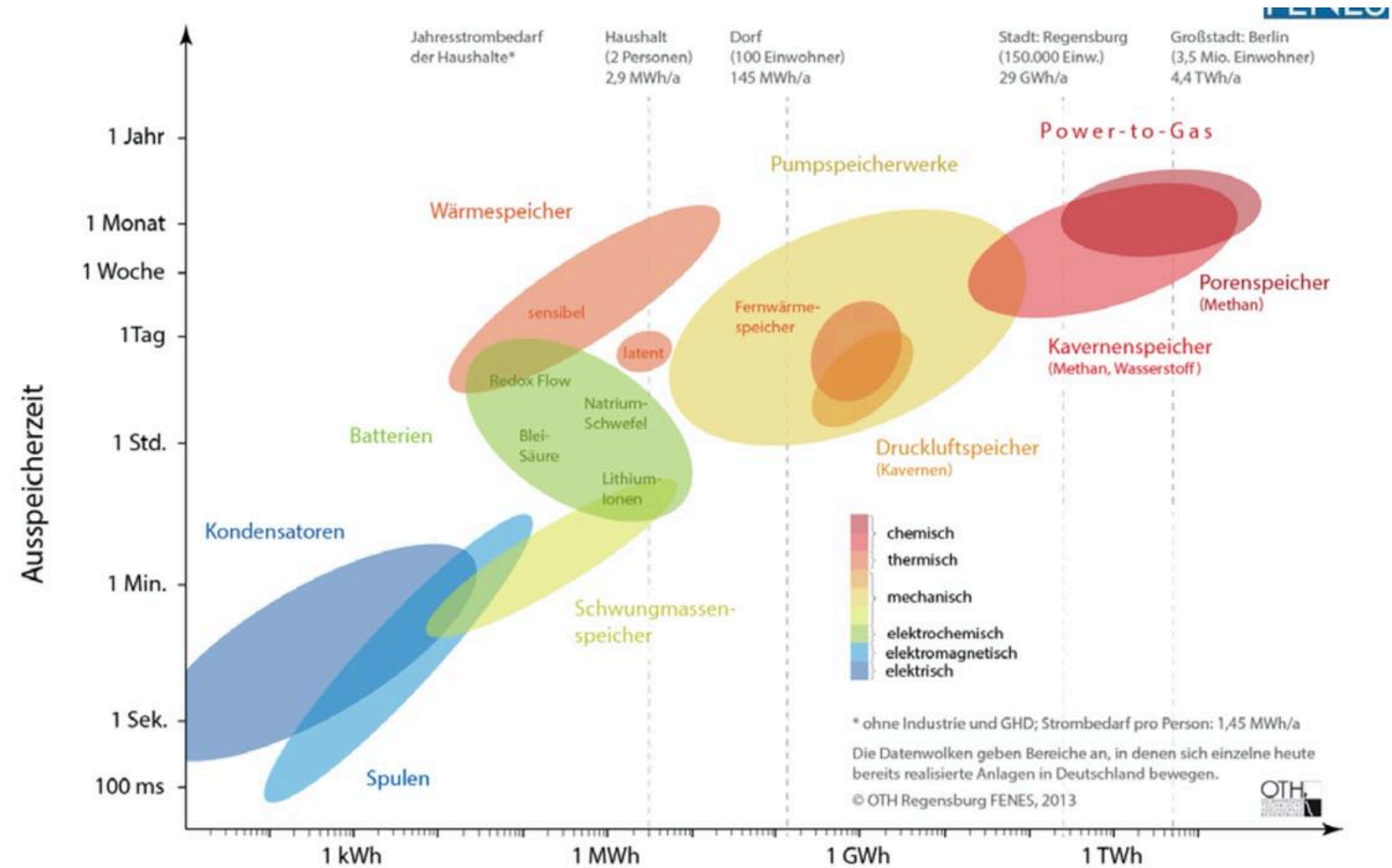
Jahr	Umfang in GWh	Kosten in Mio. Euro	Am häufigsten vom Einspeisemanagement betroffener Energieträger
2013	555	44	1) Windkraft (86,6 %) 2) Solar (11,8 %)
2014	1.581	83	1) Windkraft (77,3 %) 2) Solar (15,5 %)
2015	4.722	478	1) Windkraft an Land (87,3 %) 2) Biomasse (7,7 %)
2016	3.743	373	1) Windkraft an Land (94 %) 2) Solar (4,9 %)
2017	5.518	610	1) Windkraft an Land (81 %) 2) Wind auf See (15 %)
2018	5.403	635,4	1) Windkraft an Land (72 %) 2) Wind auf See (25 %)
2019	6.482	709,5	

Datengrundlage: [Monitoringberichte der BNetzA](#) >

...würde viele mobil machen.

Ausfallarbeit durch EinsMan-Maßnahmen	6.482,00	GWh
Energieverbrauch Elektro-PKW	15	kWh/100 km
Fahrleistung Privatperson Bundesrepublik	13.000	km/a
Ausfallarbeit Äquivalent in batterieelektrischen km	43.213.333.333	km
Anzahl Privatfahrer versorgt mit Ausfallarbeit	3.324.103	

Power-to-Gas



Erdgasspeicher Bundesrepublik: 230 TWh (2013)

Perspektivisch: 400 TWh = 1.440 PJ

Primärenergieverbrauch Bundesrepublik: 12.900 PJ (2018)

Die Bundesrepublik läuft 40 Tage weiter mit der Energie im Erdgasnetz.

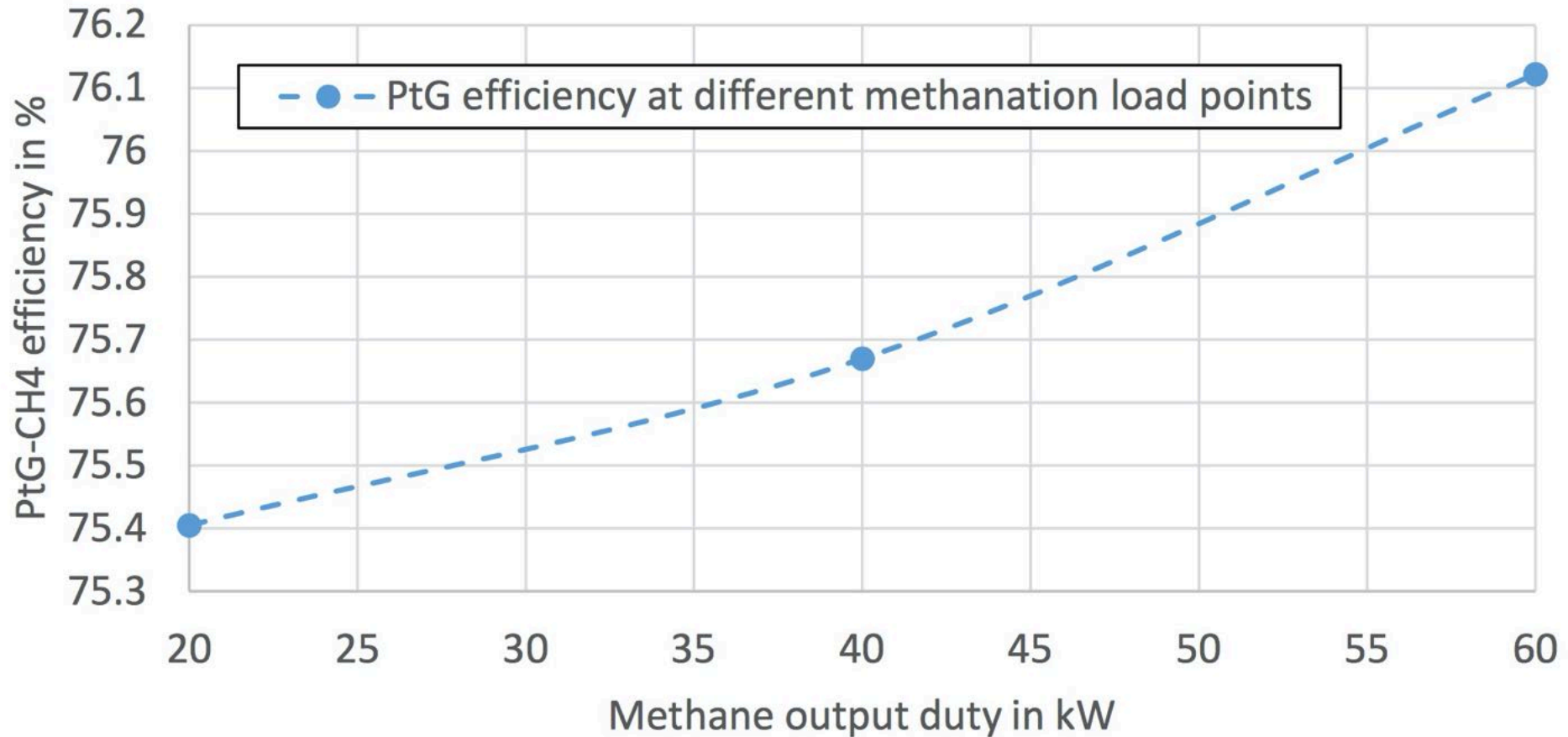
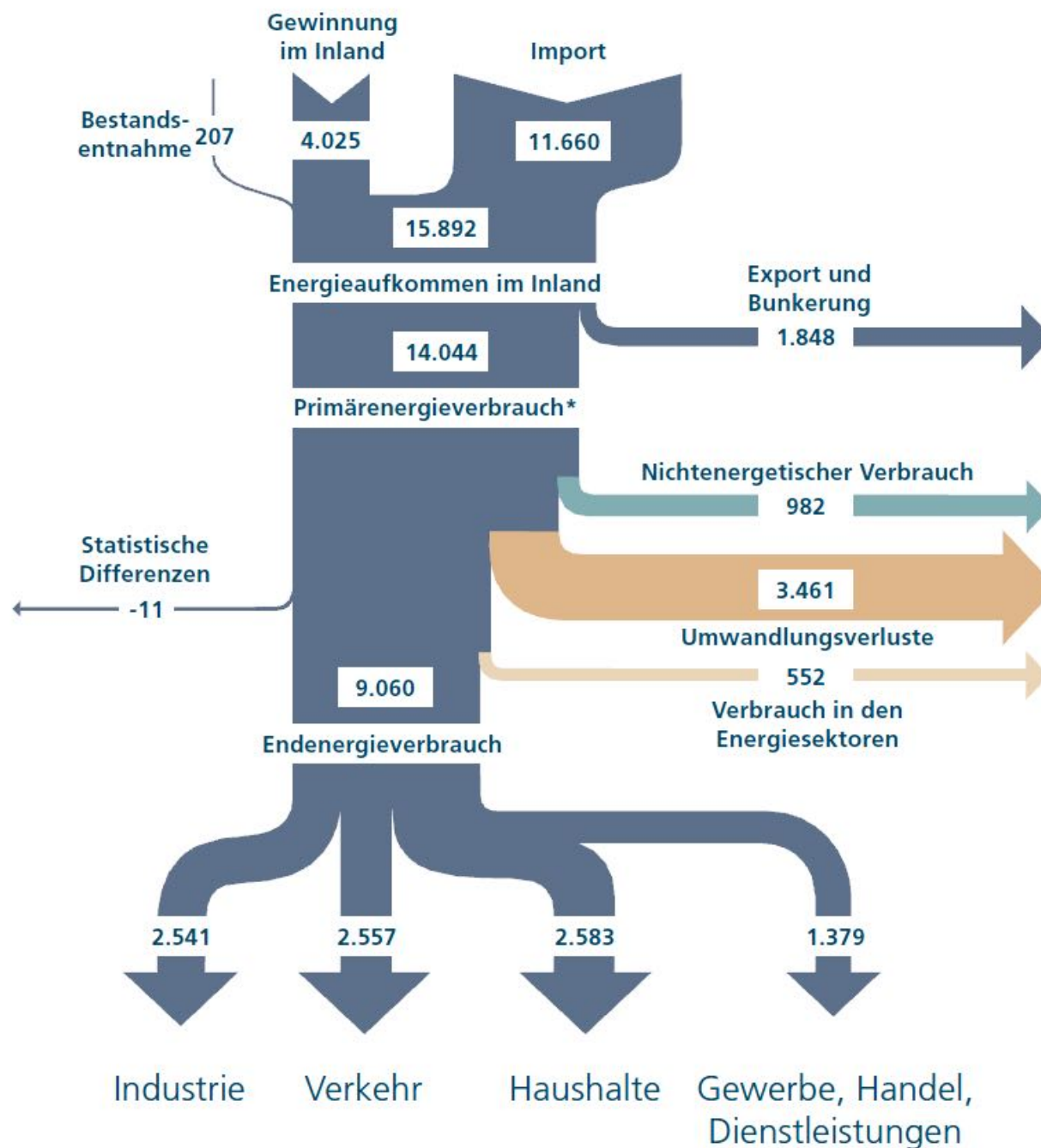


Figure 6-5: Calculated PtG efficiency

Wirkungsgrad Energiewelt Deutschland



4995/14044 = 35,57 %
Verluste

Wirkungsgradsketten

Pfad	Wirkungsgrad		Randinfos	Quelle
	Literatur	Projekte		
Strom zu Gas				
Strom → Wasserstoff Alkalische Elektrolyse	61 – 83 % Median: 74 %	62 – 83 % Median: 68 %	Jeweils bezogen auf den oberen Heizwert	(Milanzi, 2018)
Strom → Wasserstoff PEM-Elektrolyse	61 – 81 % Median: 67 %	48 – 80 % Median: 70 %		
Strom → Wasserstoff Hochtemperaturelektrolyse	65 – 89 % Median: 83 %	81 – 83 % Median: 82 %		
Strom → Methan	75 – 85 % Median: 80 %	77 – 86 % Median: 78 %		
Strom zu Gas zu Strom				
Strom → Wasserstoff → Strom	Ca. 43 %			(Blum, 2018)
Strom → Methan → Strom	36 – 38 %			
Strom zu Gas zu KWK				
Strom → Wasserstoff → KWK		>85 %		(2G Energy AG, kein Datum)
Strom → Methan → KWK	35 % th. 44 % el.		Biomethan	(Landwärme GmbH, 2018)

Brennstoffzellen oder Batterie?

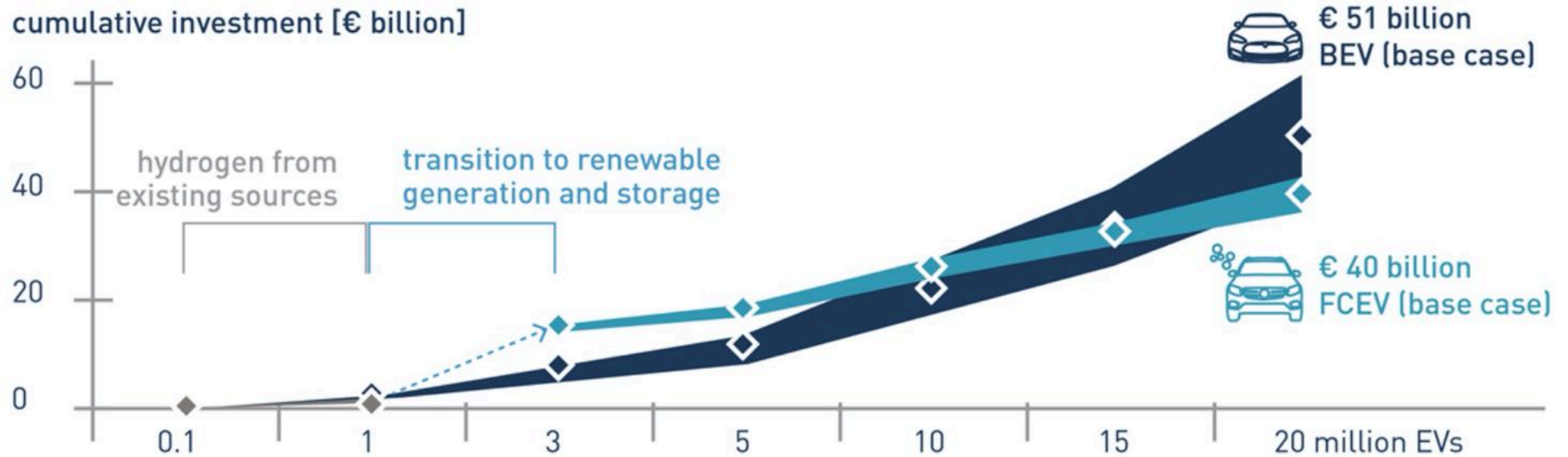


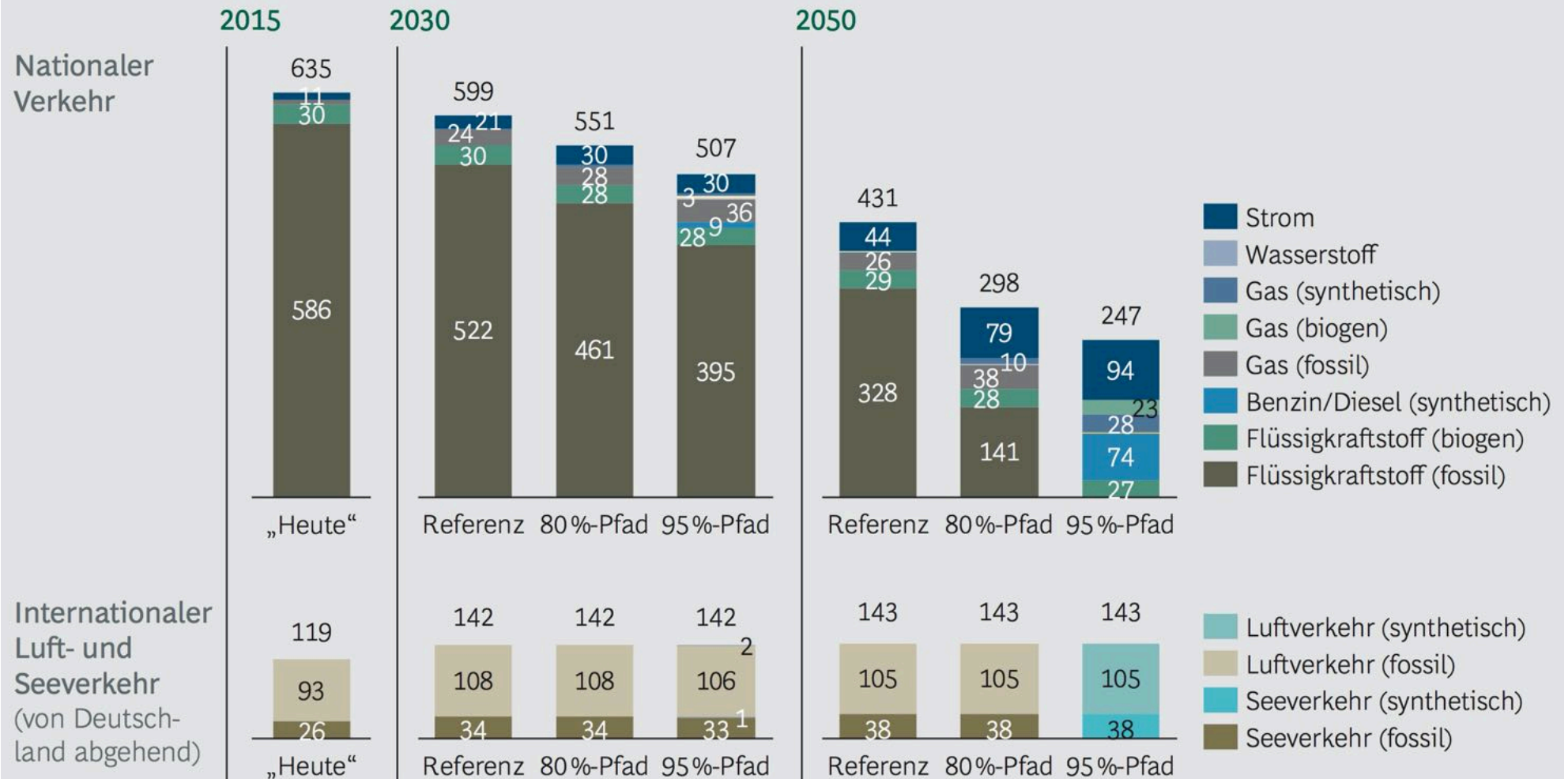
Figure 0-2: Comparison of the cumulative investment of supply infrastructures.

Power-to-Liquid / „e-fuels“

ENERGIEVERBRÄUCHE IM NATIONALEN VERKEHR SINKEN DEUTLICH

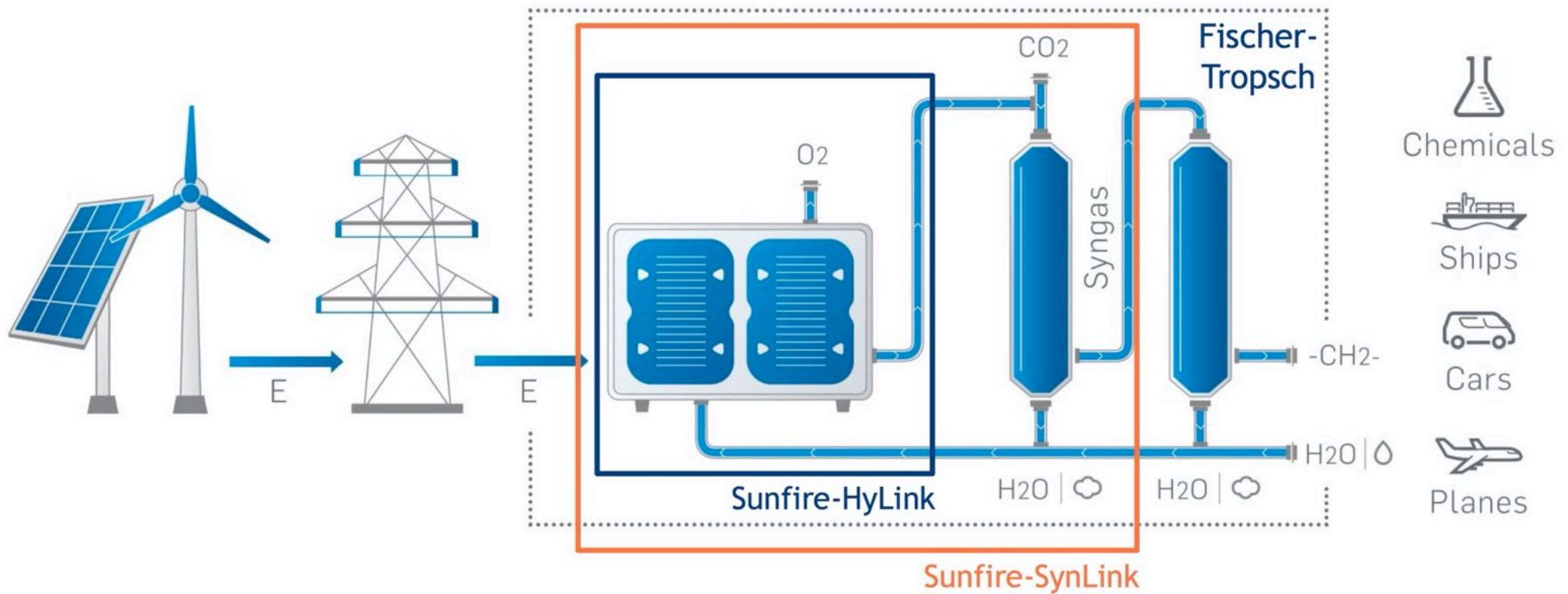
ABBILDUNG 50 | Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Verkehr

(TWh)



Quelle: Prognos; BCG

Power-to-Liquid Sunfire – Blue Crude



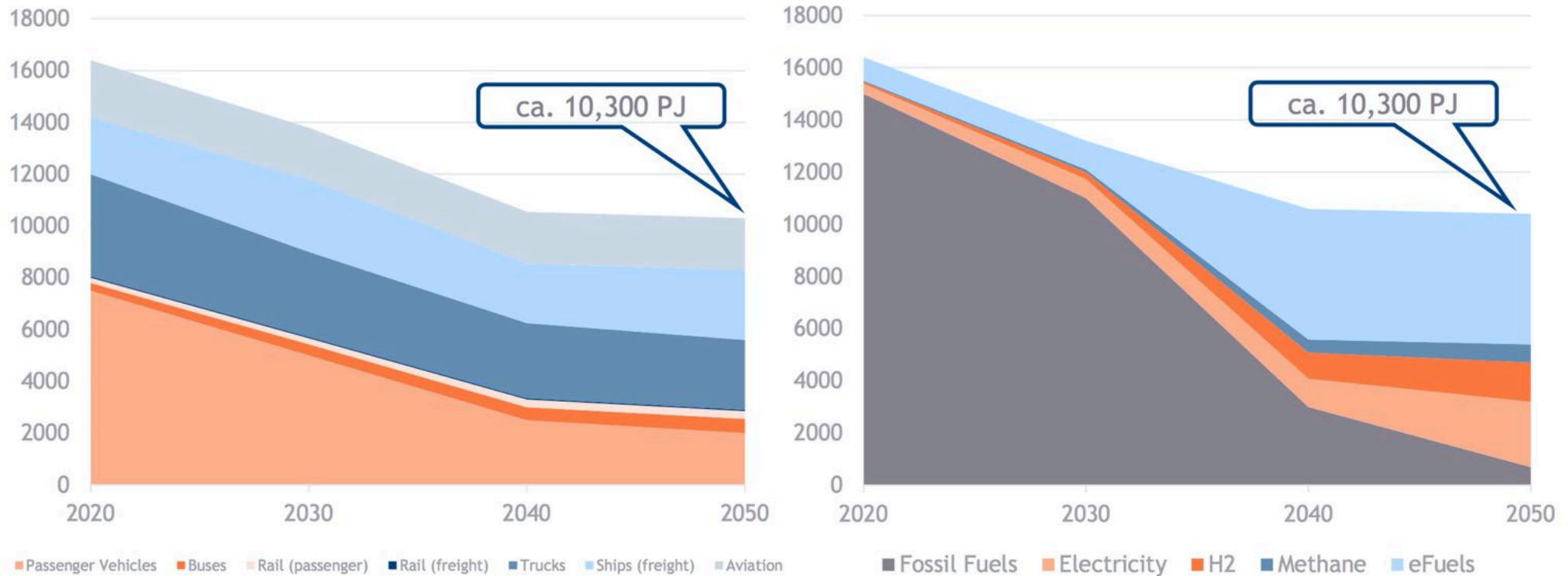
Gesamtwirkungsgrad: 55 – 61 %

BOP: 88 %

Co-Elektrolyse: 85 %

Fischer-Tropsch: 81 %

Power-to-Liquid Sunfire – „e-crude“



In 2050 wird der „schwer-zu-elektrifizierende Sektor“ („hard-to-electrify“) 5000 PJ ausmachen, die von E-Fuels abgedeckt werden könnten.

Innovationspolitik

Ptl - „e-crude“



10 Mio. l bis 2023
100 Mio. l bis 2016
(50 % der Emissionen der Top5-Flugrouten)

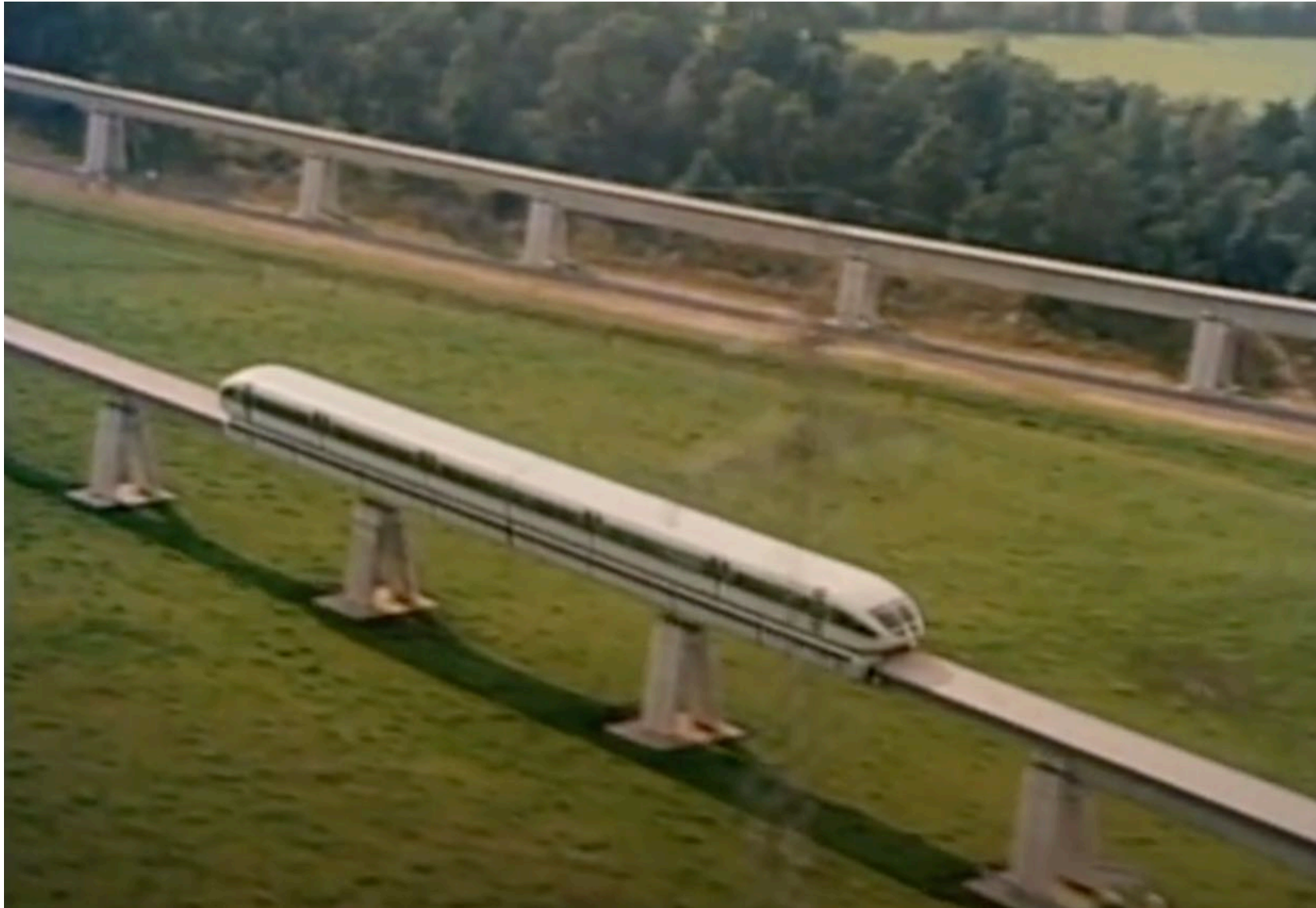
NORSK E-FUEL PLANT DIE ERSTE KOMMERZIELLE ANLAGE FÜR WASSERSTOFFBASIERTE ERNEUERBAREN FLUGKRAFTSTOFF IN NORWEGEN

- Führendes Industriekonsortium vereint Kräfte, um klimaneutralen Transport durch die Bereitstellung von erneuerbaren Kraftstoffen zu ermöglichen
- Norsk e-Fuel erzeugt erneuerbare Kraftstoffe aus CO₂, Wasser und 100 % Ökostrom
- Bau der ersten Anlagen in Herøya, Porsgrunn mit Produktionskapazitäten um die CO₂ Emissionen von Norwegens fünf wichtigsten Inlandsflugrouten um 50 % zu reduzieren

09. Juni 2020, Oslo, Dresden, Zürich, Luxemburg, Stavanger

Norsk e-Fuel AS, ein europäisches Industriekonsortium mit Sitz in Oslo, hat angekündigt, Power-to-Liquid-Technologie (PtL) für den europäischen Markt zu industrialisieren. Das weltweit erste kommerzielle Projekt dieser Art wird die Umwandlung von Norwegens umfangreichen erneuerbaren Stromressourcen in erneuerbare Kraftstoffe ermöglichen.

Innovationspolitik Transrapid



ENERGIEWENDE

Irrsinn in Irsching

VON GEORG MECK - AKTUALISIERT AM 17.03.2015 - 13:45



In Bayern steht die beste, größte, effizienteste Gasturbine der Welt. Dass sie nicht läuft, ist ein Jammer. Und verrät einiges über den Wahnsinn der Energiepolitik.

Busspur overfylt?



NYE BILER I KØ: Elbilene hopper seg i kollektivfeltet på E18 inn mot Oslo. Foto: Lise Åserud, NTB scanpix

Stadig flere elbiler på veiene:

Regjeringen frykter at vi dropper bussen

Pragmatismus statt Lamento!



Oder...die machen`s einfach!



Oder...die machen`s einfach!



„Die Energie ist da“ - der Intelligenztest liegt in der Zusammenführung von Erzeugung und Nutzung - räumlich und zeitlich. Der Rest muss intelligent - d.h. ökonomisch und ökologisch sinnvoll - gespeichert werden.

Wasserstoff ist dafür ein idealer Energieträger und auch Energiespeicher in der erneuerbaren Energiewelt der Zukunft.

Neben der energetischen Nutzung ist bei Wasserstoff auch die stoffliche Nutzung von großer Bedeutung.

Das Erdgasnetz ist ein vorhandener, riesiger und nutzbarer Speicher.

Wenn die Potentiale (Wasserstoff) erschöpft sind, erfolgt Methanisierung.

Wirkungsgradverluste sind „kein Thema“ wenn die Alternative heißt „Windrad anhalten“.

Es wäre wünschenswert, Innovationspotentiale in Deutschland umzusetzen und damit auch langfristig technologisch „vorn zu sein“ und auf ökologisch überlegene Weise ökonomisch erfolgreich zu sein und unseren Wohlstand zu erhalten.

**Die TSB:
mit Energie und Effizienz
in mehr als 2.200 Projekten seit 1989!**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!