

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

- Impuls –

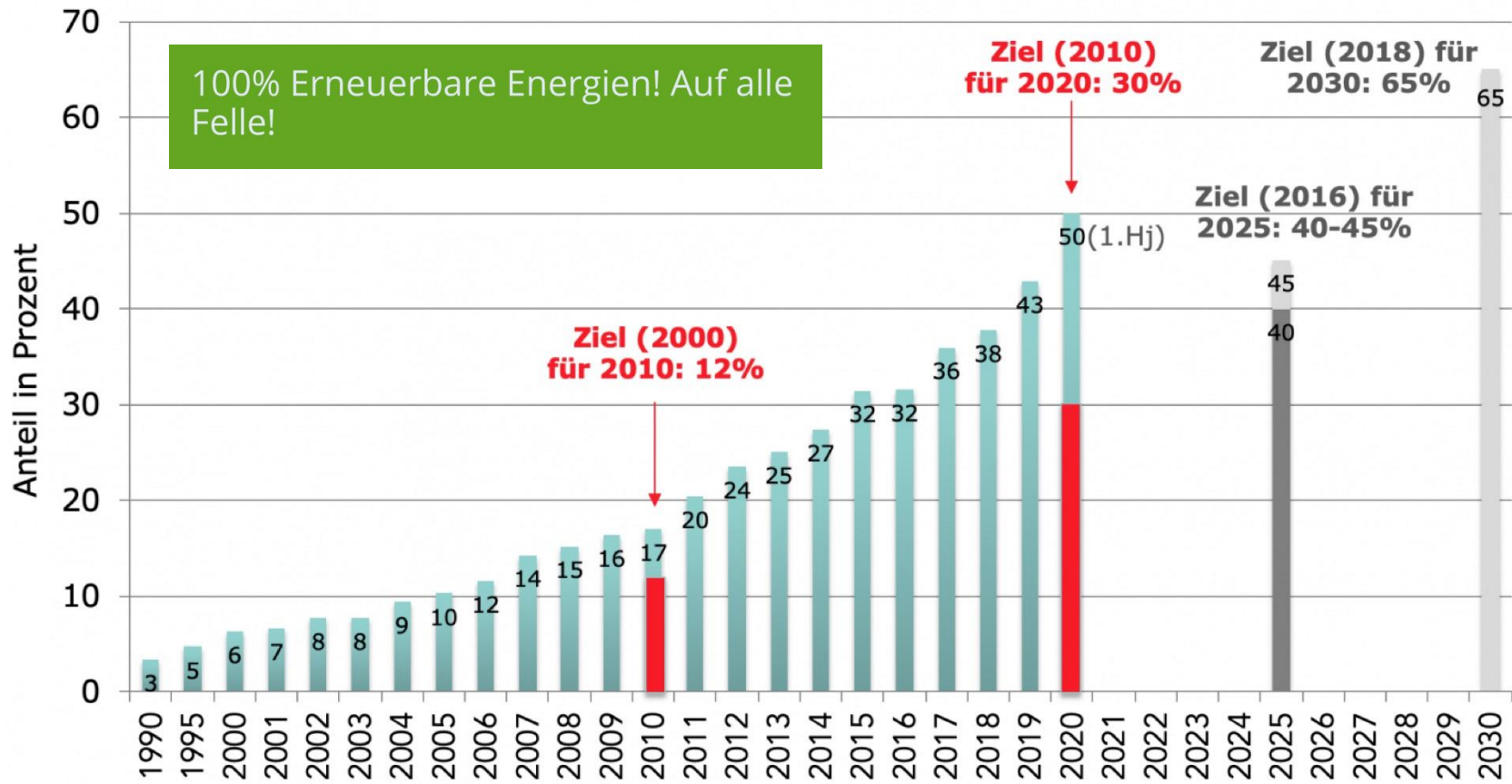
Energietag der TSB, 16.09.2021

Prof. Dr. Oliver Türk
Transferstelle Bingen



Anteil Erneuerbarer Energien steigt ...beim Strom!

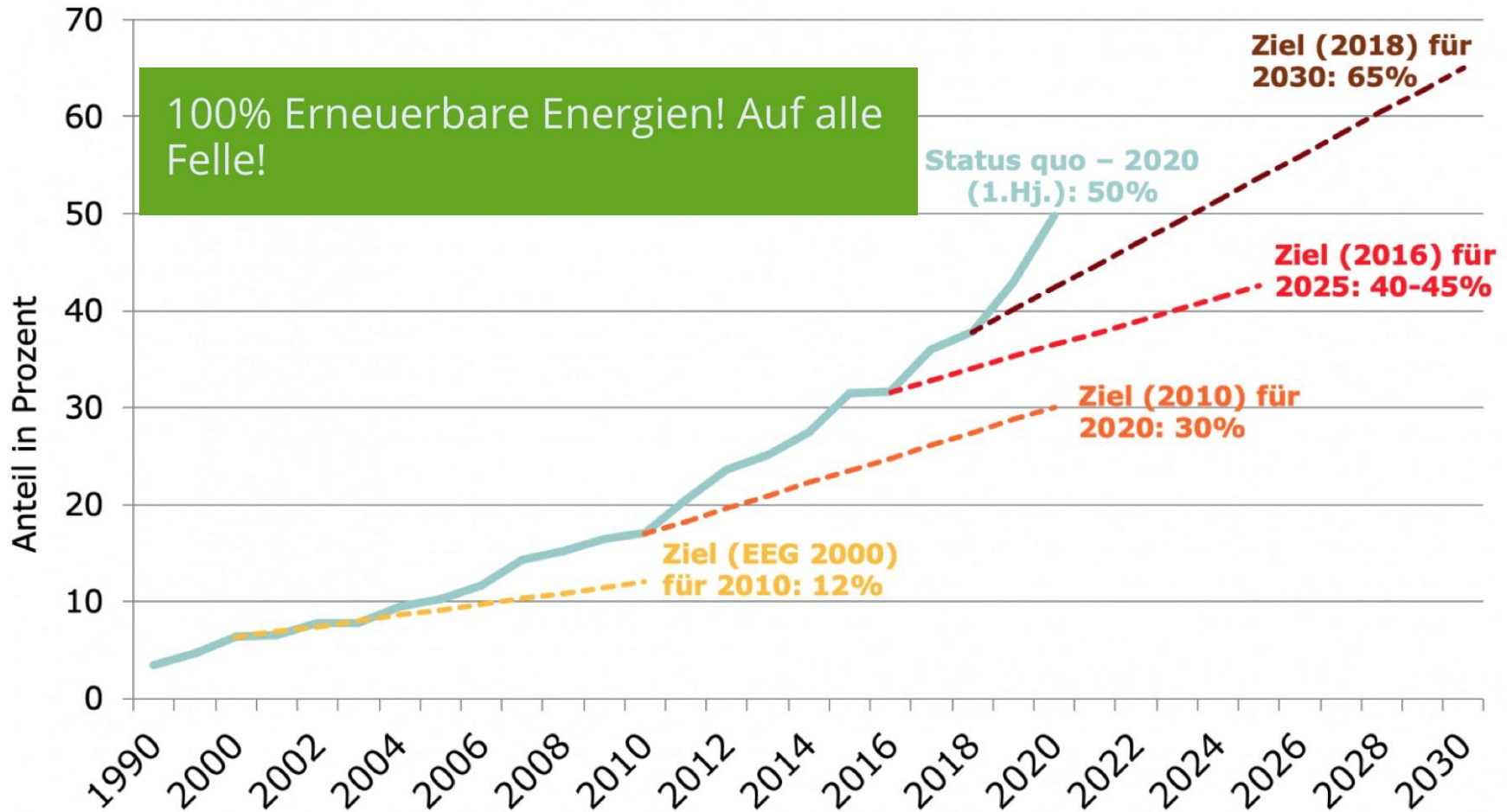
Grafik 1: Anteil Erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland – Wachstum mit politischer Unterstützung (EEG)



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

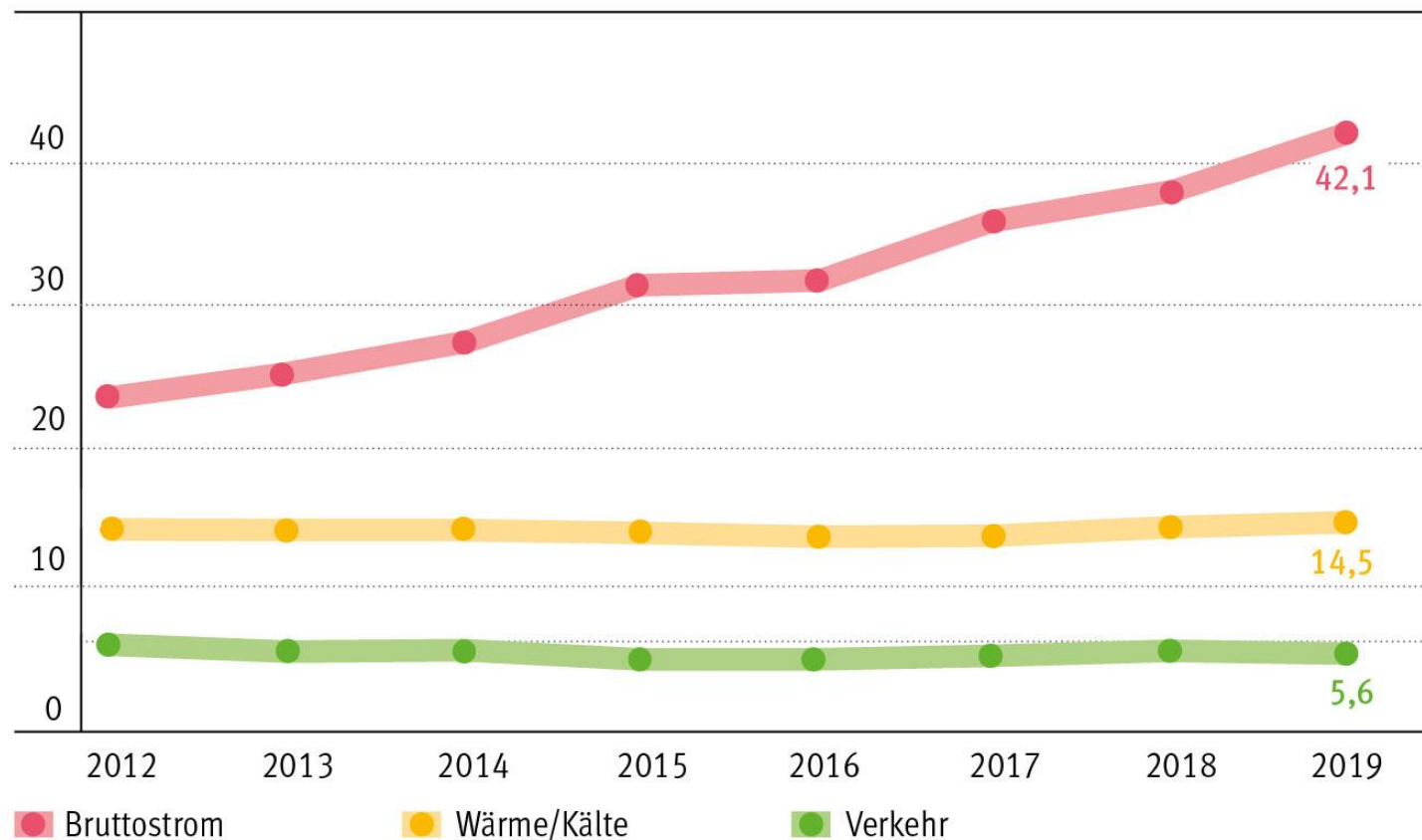


Eigene Darstellung: Fell/EWG, 2020. Quellen: EEG 2000; BMWi; BDEW; AGEE-Stat, BEE; UBA; Fraunhofer ISE

...Wärme und Verkehr bleiben Aufgabe!

ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIEN AM ENDENERGIEVERBRAUCH

Anteil in %

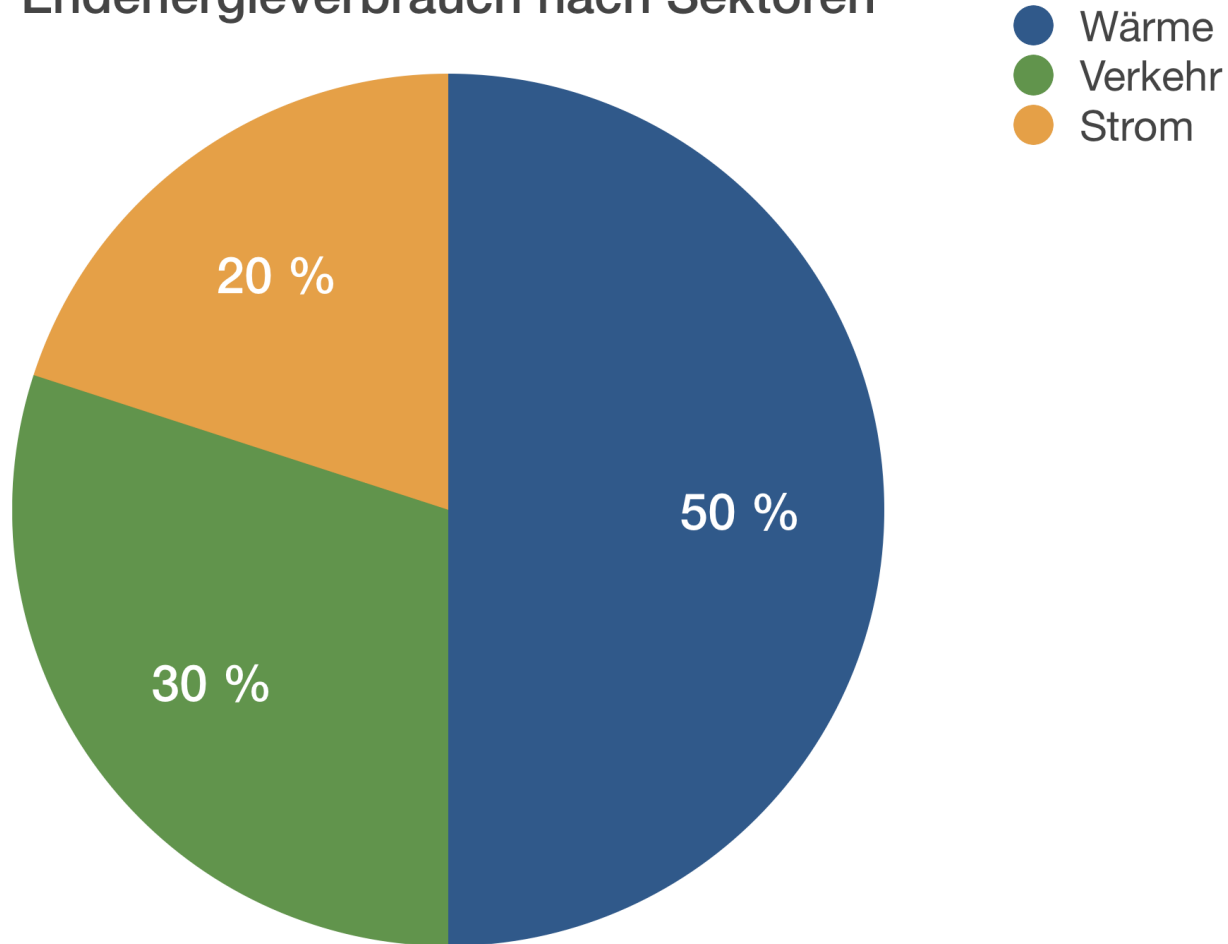


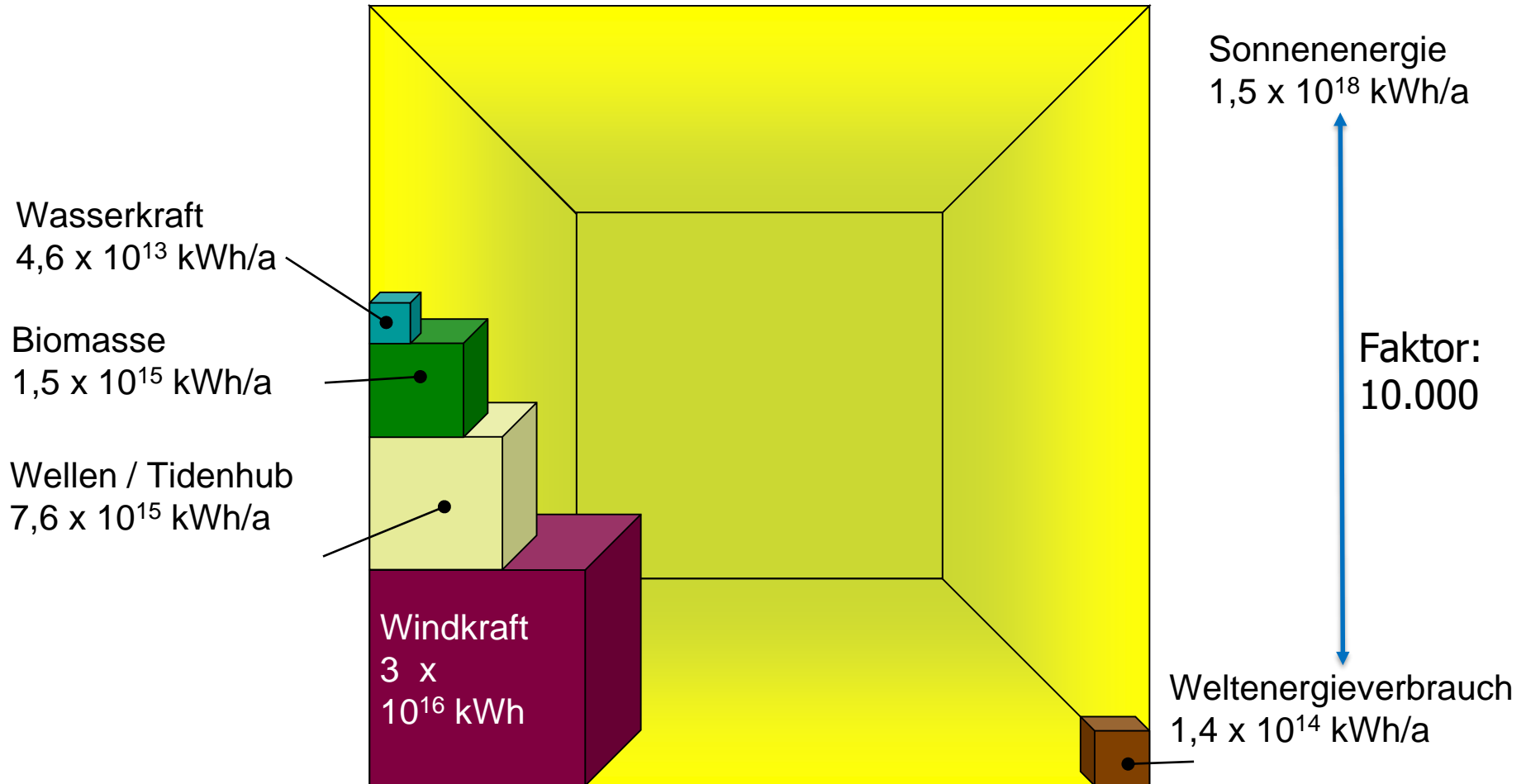
Quelle: BMWi, AGEE-Stat (Februar 2020)

© FNR 2020

Endenergieverbrauch nach Sektoren

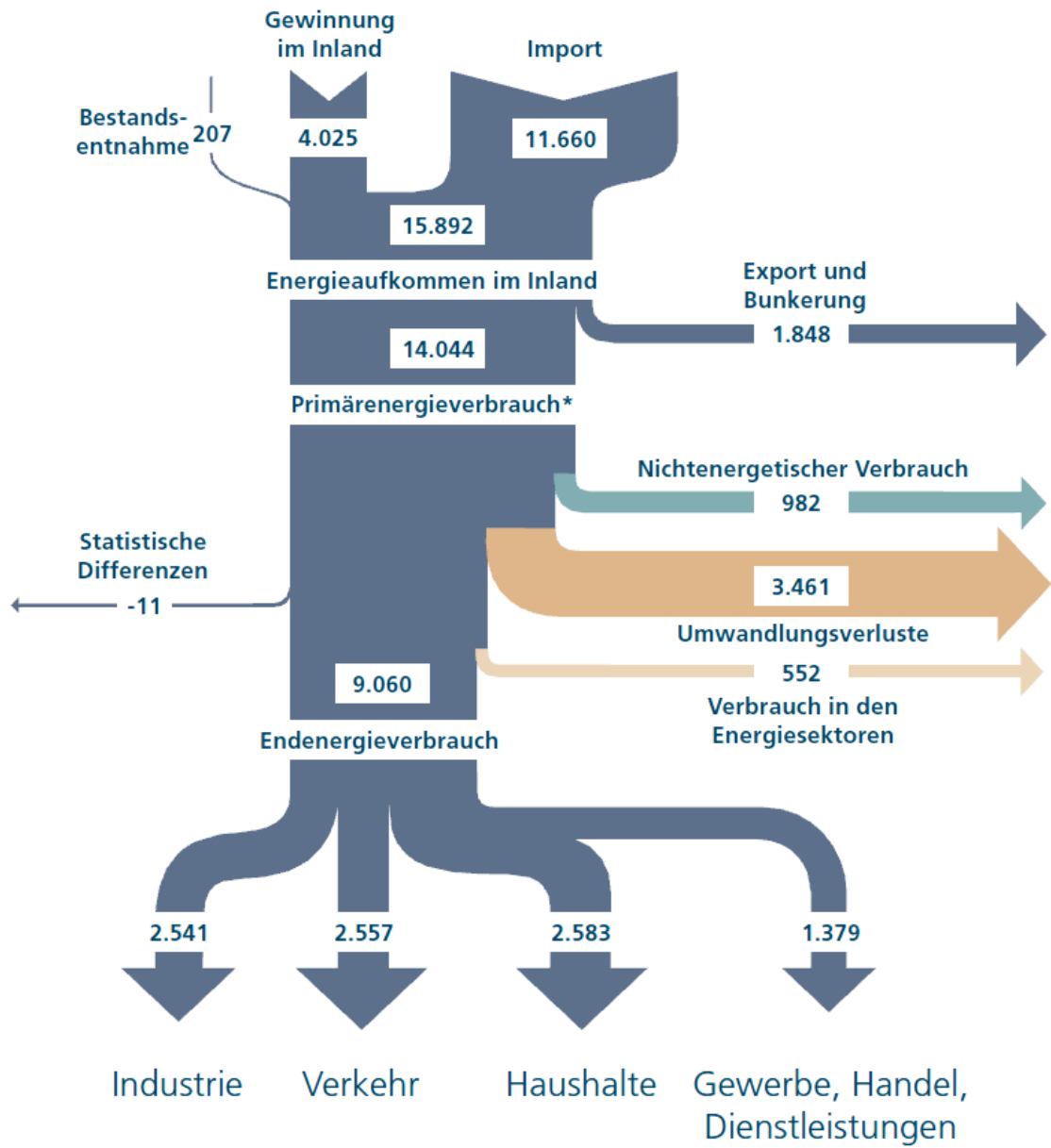
Endenergieverbrauch nach Sektoren





Faktor aktuell: 6.600

Wirkungsgrad Energiewelt Deutschland



4995/14044 = 35,57 %
Verluste

Power-to-Gas Wirkungsgrade - HELMETH

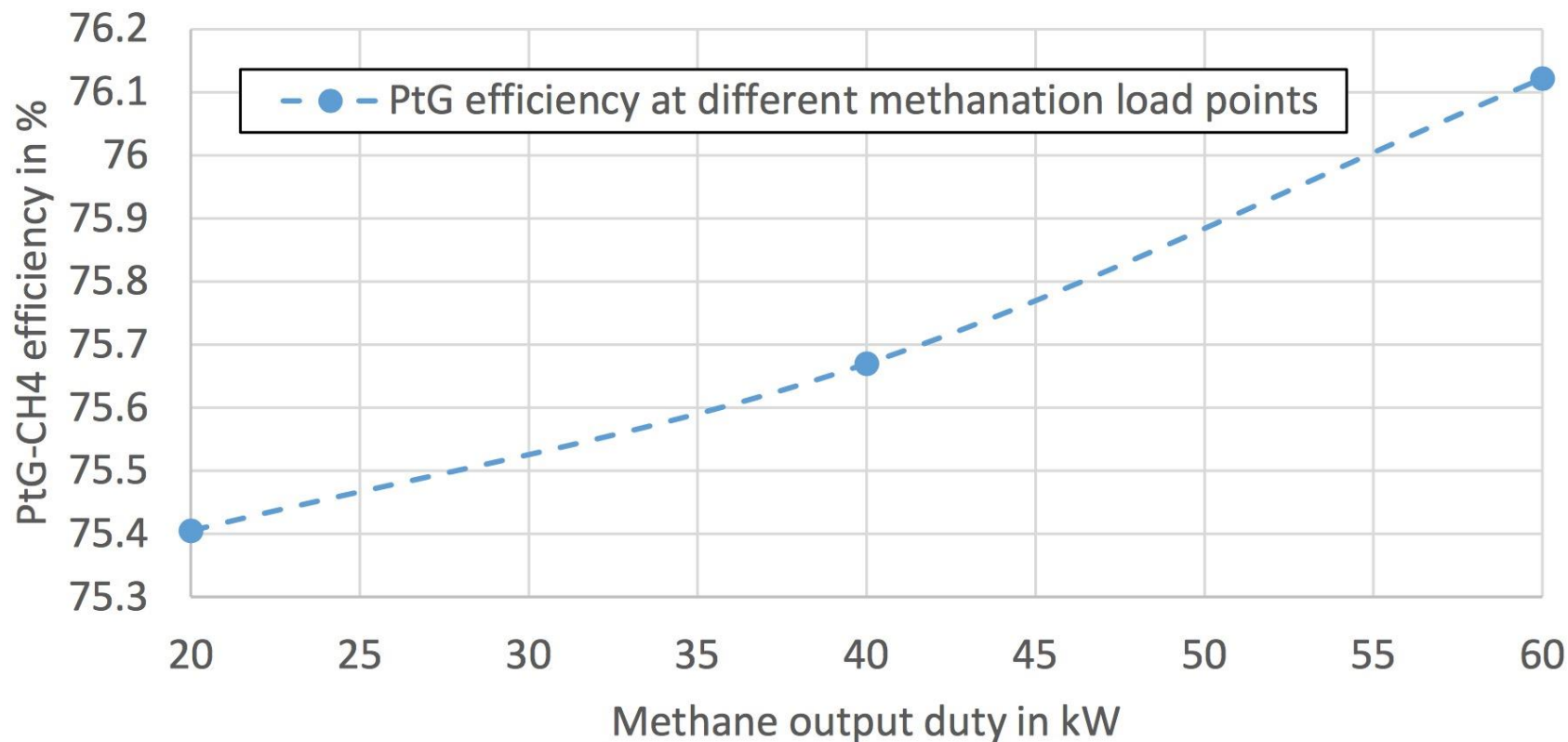
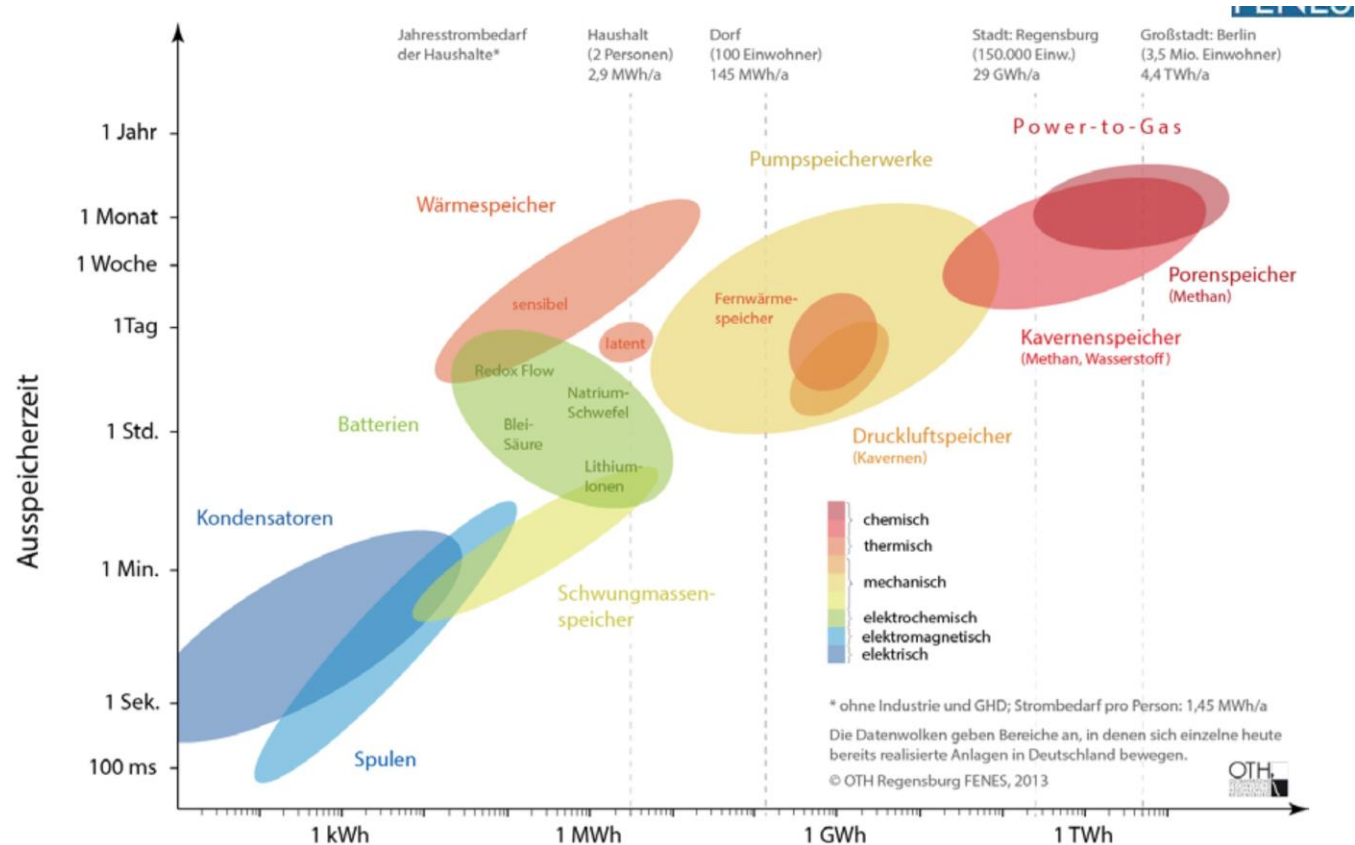


Figure 6-5: Calculated PtG efficiency



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.

Stoffliche Nutzung von H₂!

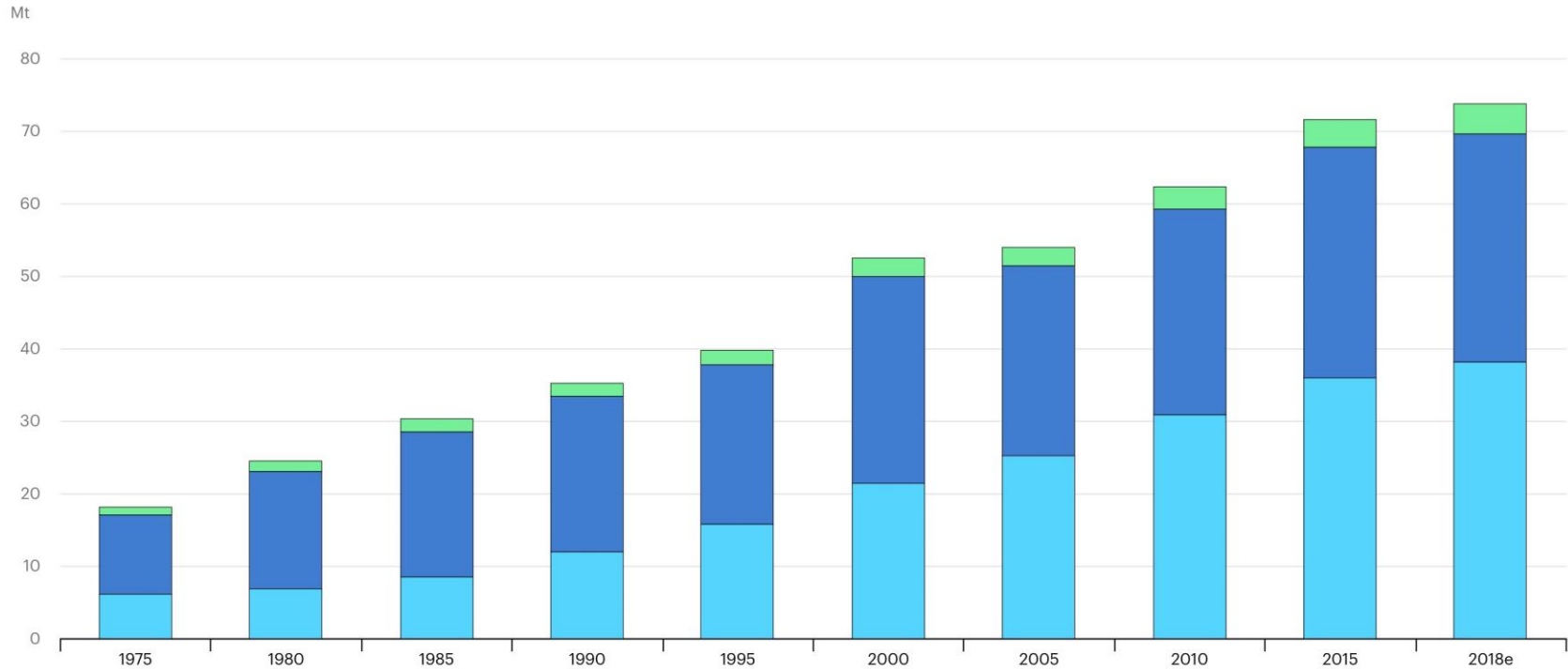
Tab. 2.1: Material flows of mankind 1, explanations see text.

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

Stoffliche Nutzung von H₂!

Global demand for pure hydrogen, 1975-2018

Open ↗



52 % „Refining“ (Stahl, Erdöl):
43 % Ammoniak:

38 Mio. t
32 Mio. t

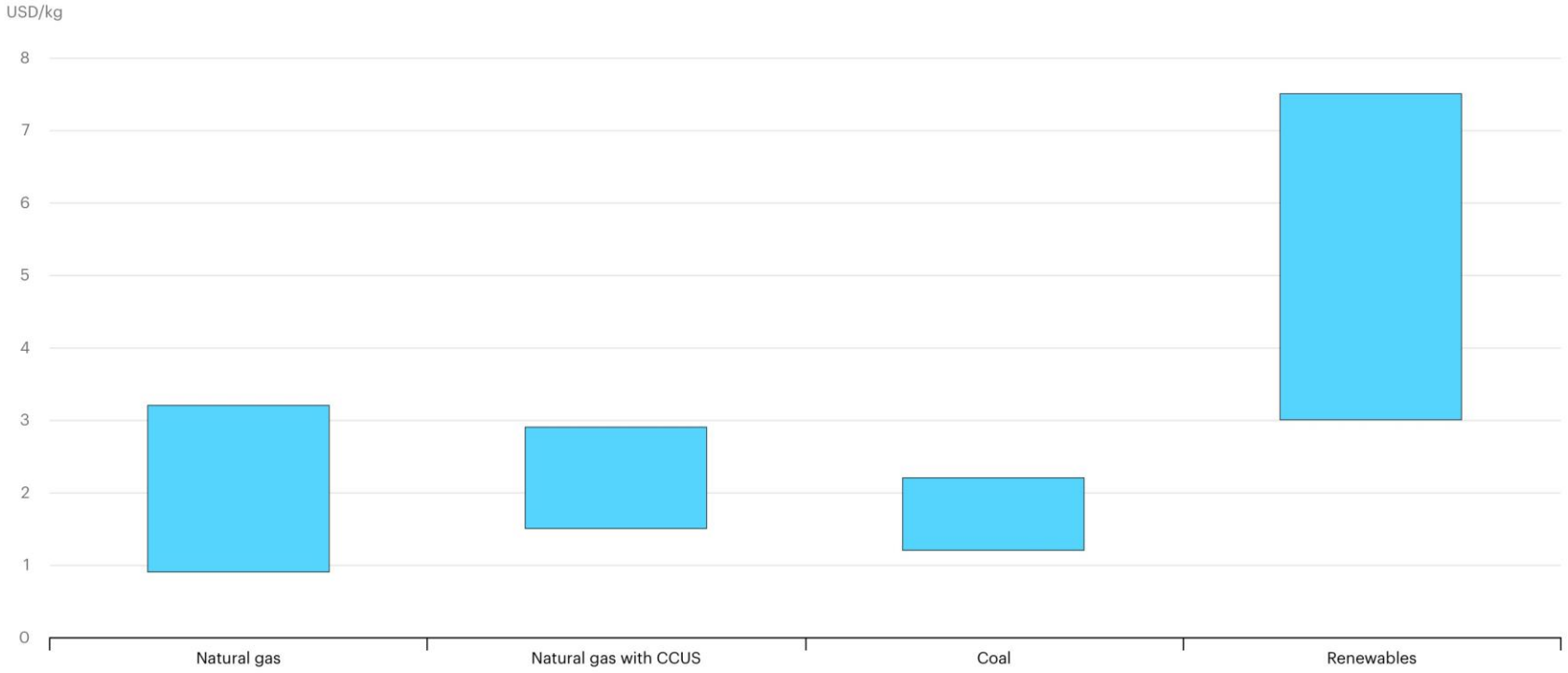
IEA. All Rights Reserved

● Refining ● Ammonia ● Other

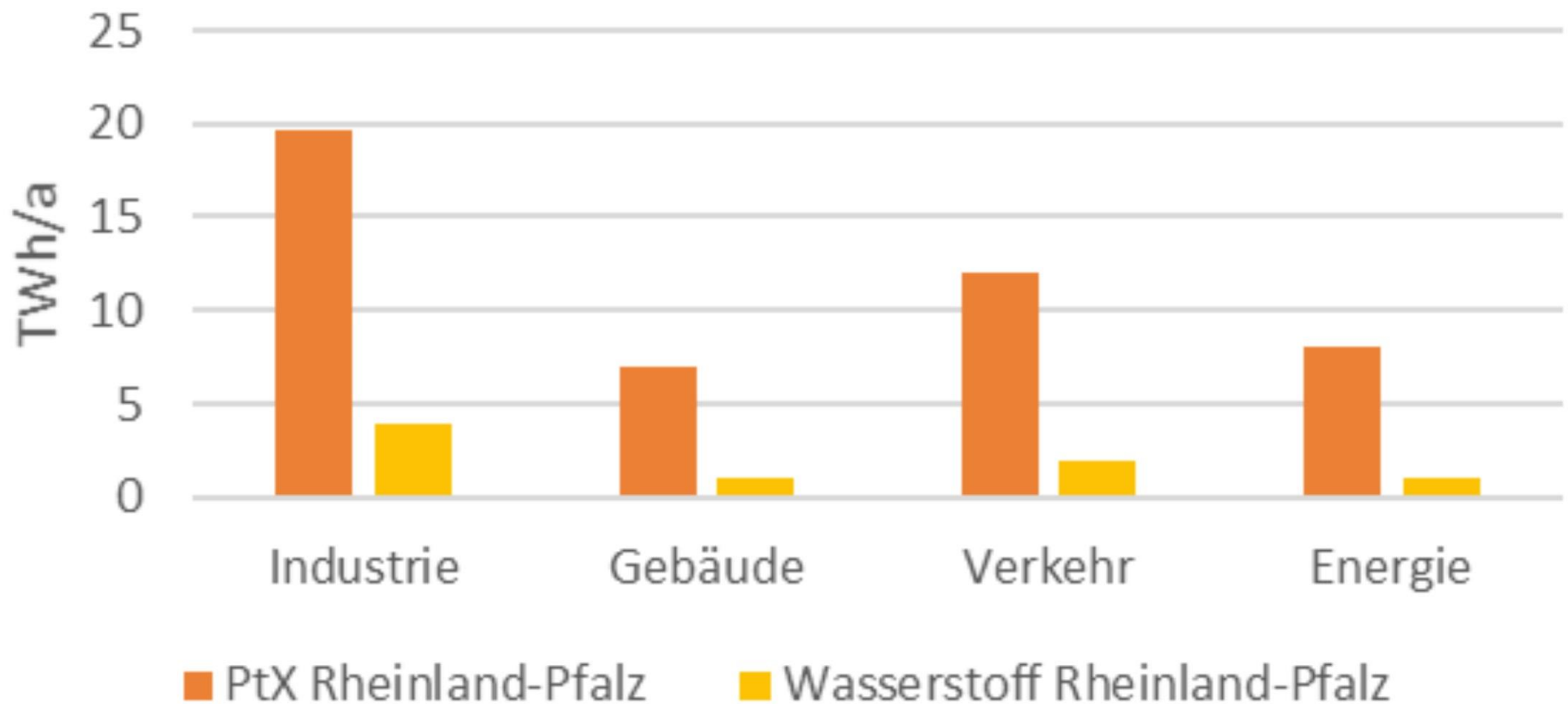
Herstellungskosten H₂

Hydrogen production costs by production source, 2018

Open 



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!

Die elektrische Arbeit aus dem Einspeisemanagement...

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		

Brennstoffzellen oder Batterie?

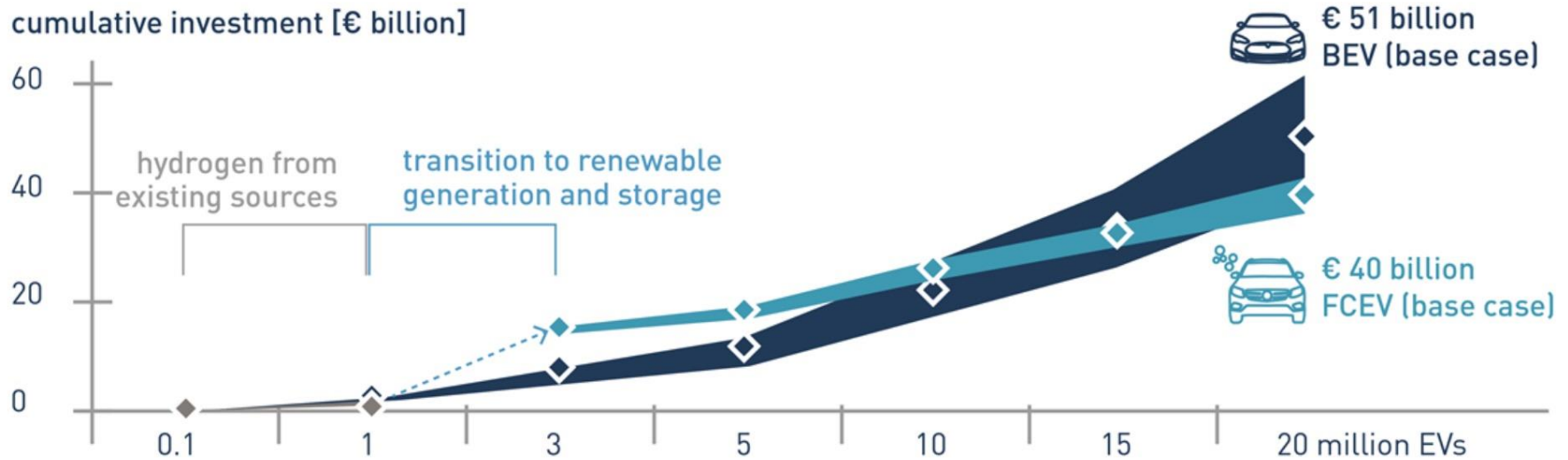


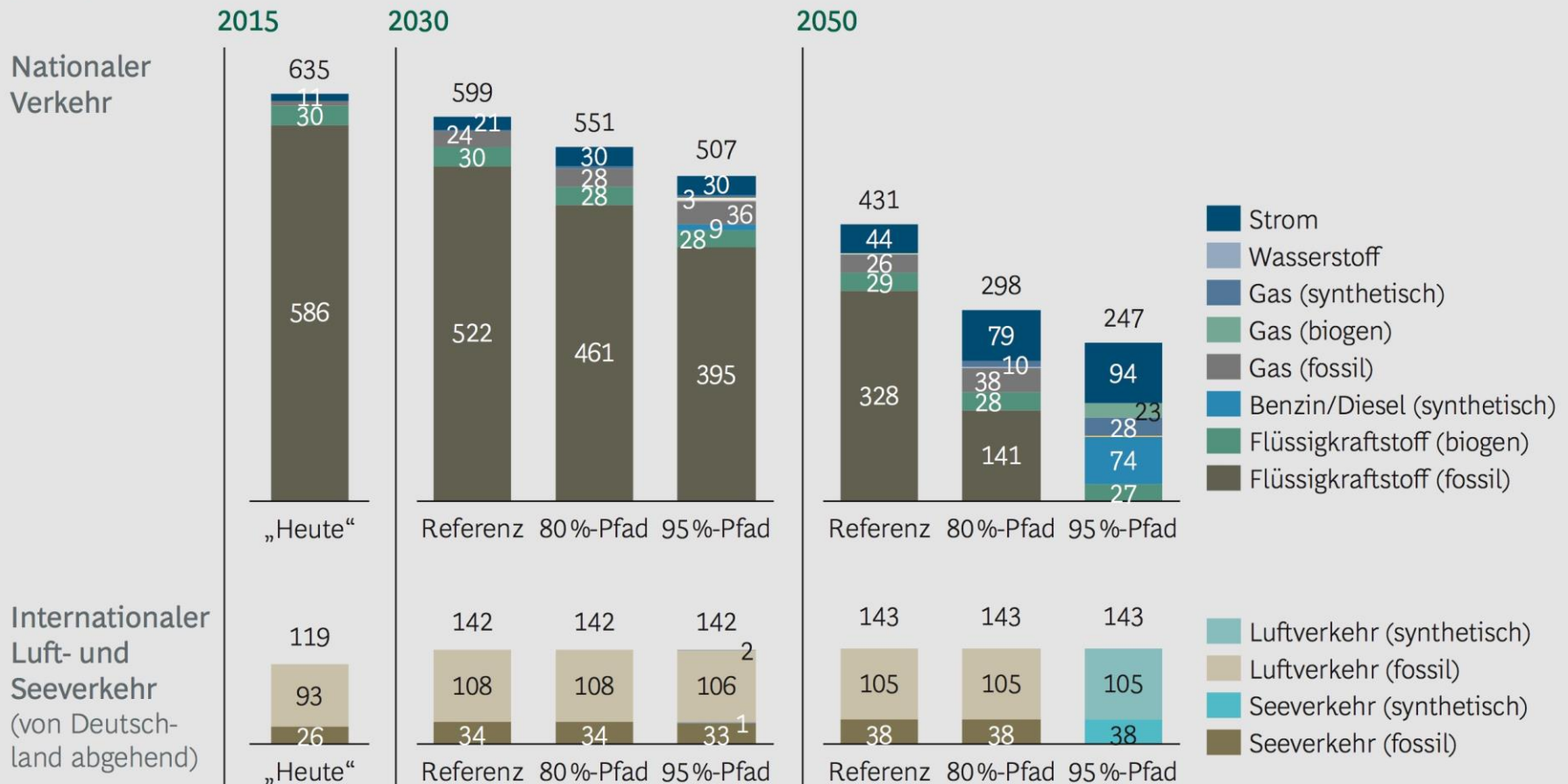
Figure 0-2: Comparison of the cumulative investment of supply infrastructures.

Power-to-Liquid / „e-fuels“

ENERGIEVERBRÄUCHE IM NATIONALEN VERKEHR SINKEN DEUTLICH

ABBILDUNG 50 | Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Verkehr

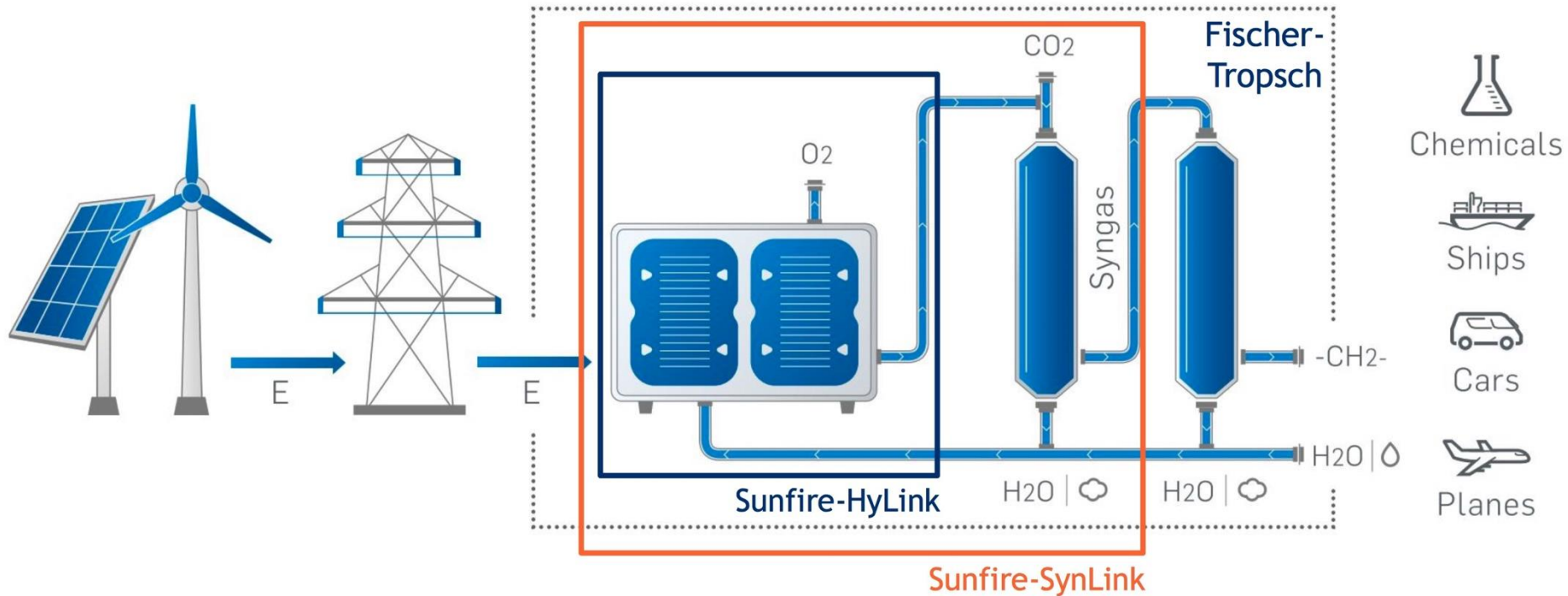
(TWh)



Quelle: Prognos; BCG

Prognos / BCC

Power-to-Liquid Sunfire – Blue Crude



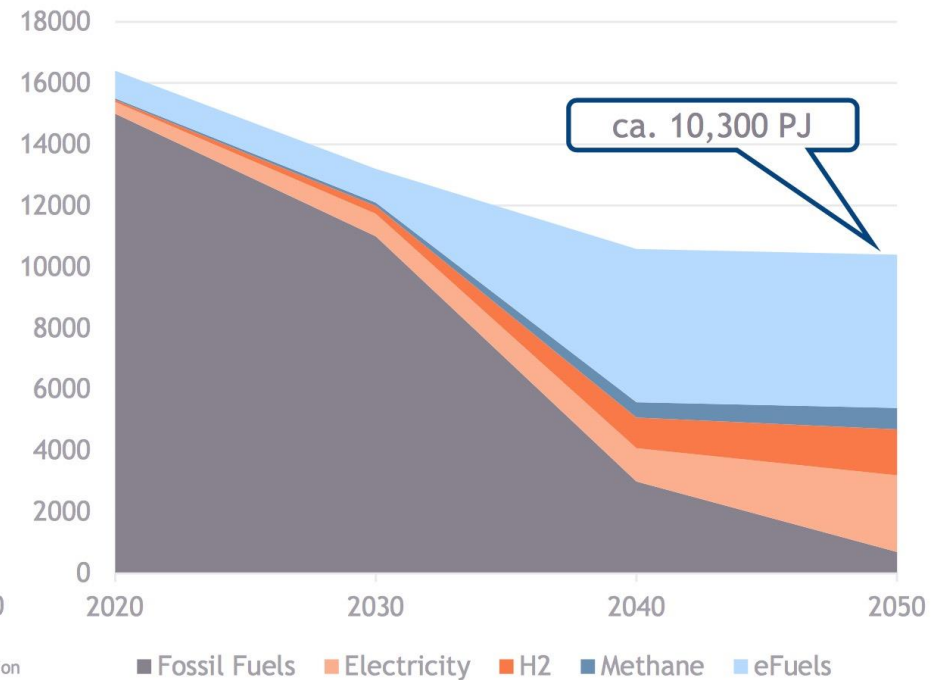
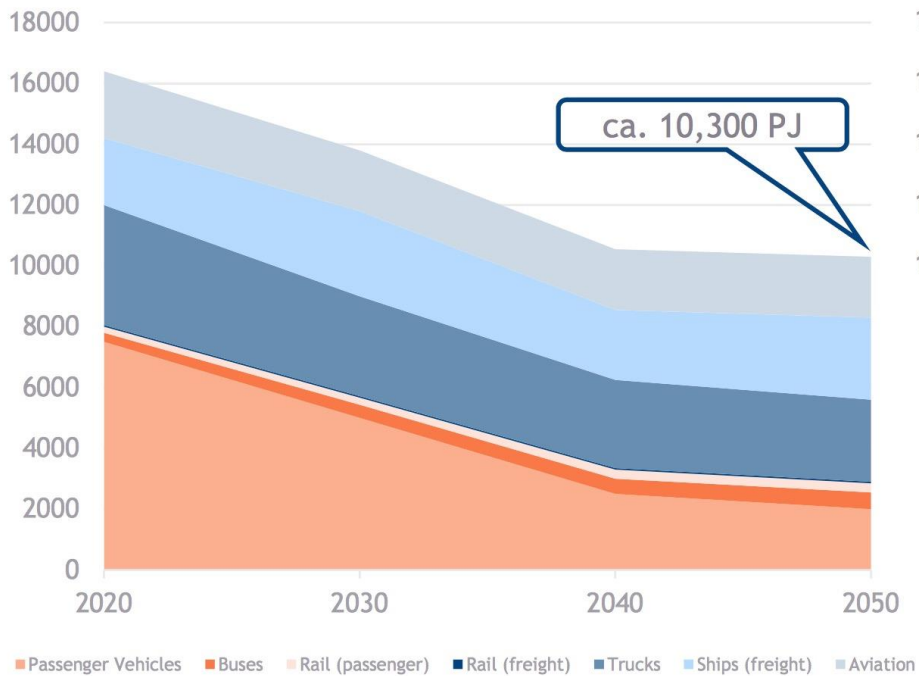
Gesamtwirkungsgrad: 55 – 61 %

BOP: 88 %

Co-Elektrolyse: 85 %

Fischer-Tropsch: 81 %

Power-to-Liquid Sunfire – Blue Crude



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

Der nachfolgende Text ist ein wissenschaftspolitischer Beitrag des Autors. Er ist, wie alle Meinungsäußerungen von Wissenschaftlern, kein offizielles Statement der Hochschule.

Rohstoffe

Lithium ist in großen Vorkommen in allen Erdteilen vorhanden. Die heute bekannten Reserven und Ressourcen reichen für eine vielfache Ausrüstung aller weltweit fahrenden Pkws (1,2 Mrd.) mit großen Batteriespeichern (75 kWh) aus⁶.

Hinzu kommt zukünftig die Nutzung von recyceltem Sekundärlithium, wodurch sich die Reichweite weiter erhöht. Außerdem findet sich Lithium auch in unvorstellbar großen Mengen im salzhaltigen Meerwasser. Befürchtungen hinsichtlich einer grundsätzlichen Knappheit von Lithium sind daher völlig unbegründet.

⁶ Bekannte Lithium Reserven + Ressourcen (Stand 2018) ca. 70 Mrd. kg. Lithium Bedarf in der Batterie ca. 0,17 kg/kWh. Somit können **ca. 5,5 Mrd. Batterien mit je 75 kWh Kapazität** gebaut werden. Weltweit gibt es rund 1,2 Mrd. Pkws.

Reicht das Lithium?

Lithium - Stoffströme für Elektromobilität		
Lithiumbedarf	0,200	kg/kWh
NFZ Produktion	25.100.000	/a
PKW Produktion	70.500.000	/a
Batteriekap. NFZ	150	kWh
Batteriekap. PKW	70	kWh
Lithiumbedarf	30	kg/Batterie
Lithiumbedarf	14	kg/Batterie
Lithiumbedarf	753.000	t/a
Lithiumbedarf	987.000	t/a
Lithiumbedarf Summe	1.740.000	t/a
Jahresproduktion 2018	85.000	t
Reserven	14.000.000	t
Reserven, wirtschaftlich	6.000.000	t
Ressourcen	62.000.000	t

Weltproduktion Lithium heute ausreichend für etwa 5 % der Fahrzeugproduktion

Heute wirtschaftlich gewinnbare Reserven ausreichend für drei komplette Jahresproduktionen

Ganzheitliche Betrachtung: Nachhaltigkeit der Batterierohstoffe

Lithium-Abbau in Südamerika

Kehrseite der Energiewende

Im Dreiländereck Bolivien, Chile, Argentinien sollen 70 Prozent der weltweiten Lithium-Vorkommen lagern. Der Rohstoff wird gebraucht, um Elektro-Auto-Batterien herzustellen. In Zeiten der Energiewende wächst der Bedarf nach Lithium rasant. Doch dessen Abbau zerstört die Lebensgrundlage der indigenen Bevölkerung.

Von Susanne Götze

Hören Sie unsere Beiträge
in der Dlf Audiothek 



Pozuelos, ein Salzsee in Argentinien, in dem 1,5 Millionen Tonnen Lithium lagern sollen, auf einem undatierten Handout von Posco, Südkoreas größtem Stahlproduzenten (pa / Yonhap)

Ionity – Laden mit 350 (475) kW



350 kWh in einer Stunde:

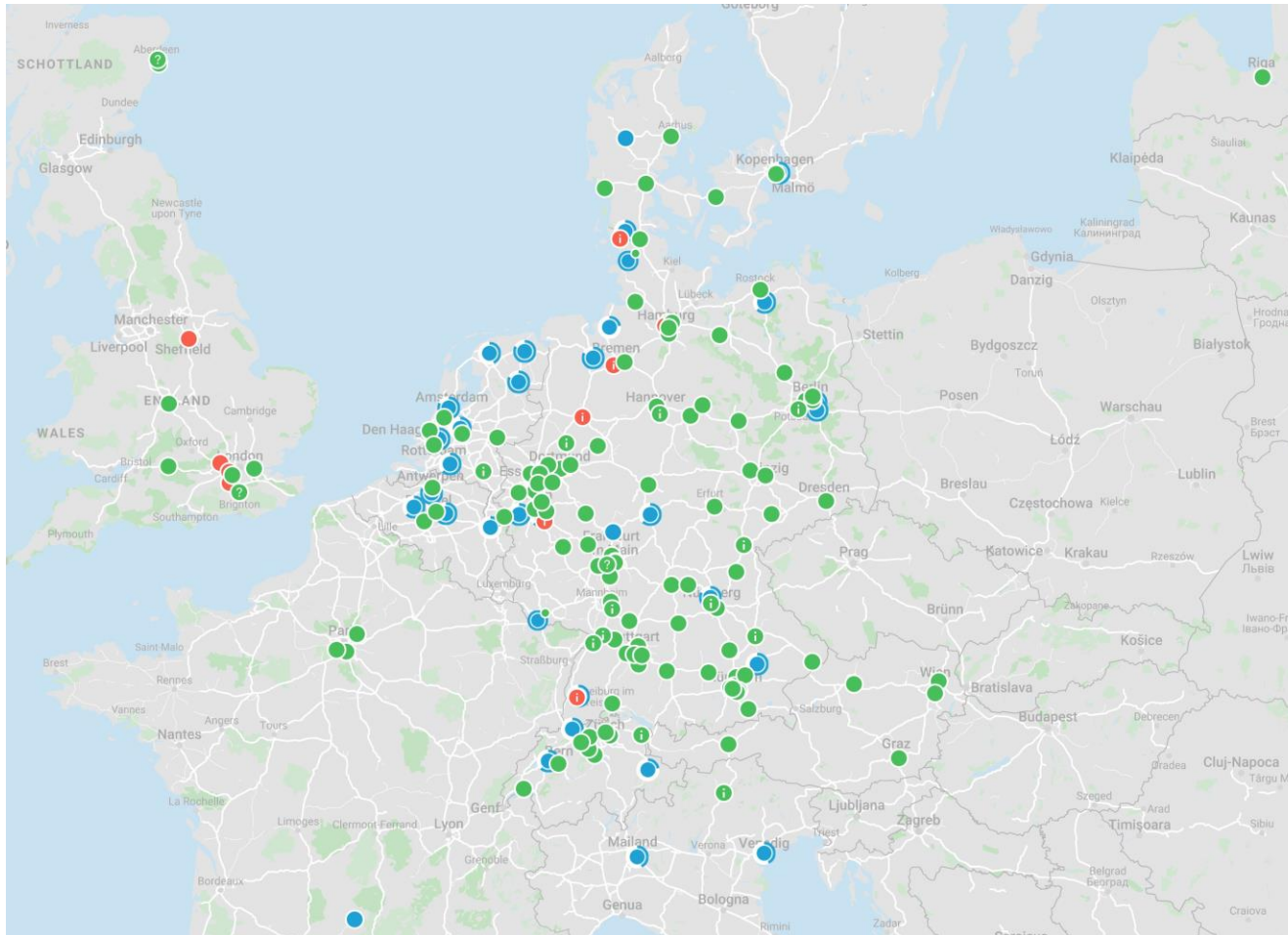
Also 35 kWh in 6 Minuten

-> in 6 Minuten die Energie
Für 200 km nachladen
Oder in 12 Minuten für
400 km

Ionity:

Audi
BMW
Daimler
Ford
Porsche
Volkswagen

Wasserstoff-Tankstellen



92 eröffnet
3 in Planung
2 in Genehmigung
7 im Bau
3 Inbetriebnahme

CleanEnergyPartnership:

Air Liquide
Audi
BMW
Daimler
GP Joule
H2 Mobility
Honda
Hyundai
Linde
OMV
Shell
Total
Toyota
Westfalen-Gruppe

BASF – Windpark für Antwerpen



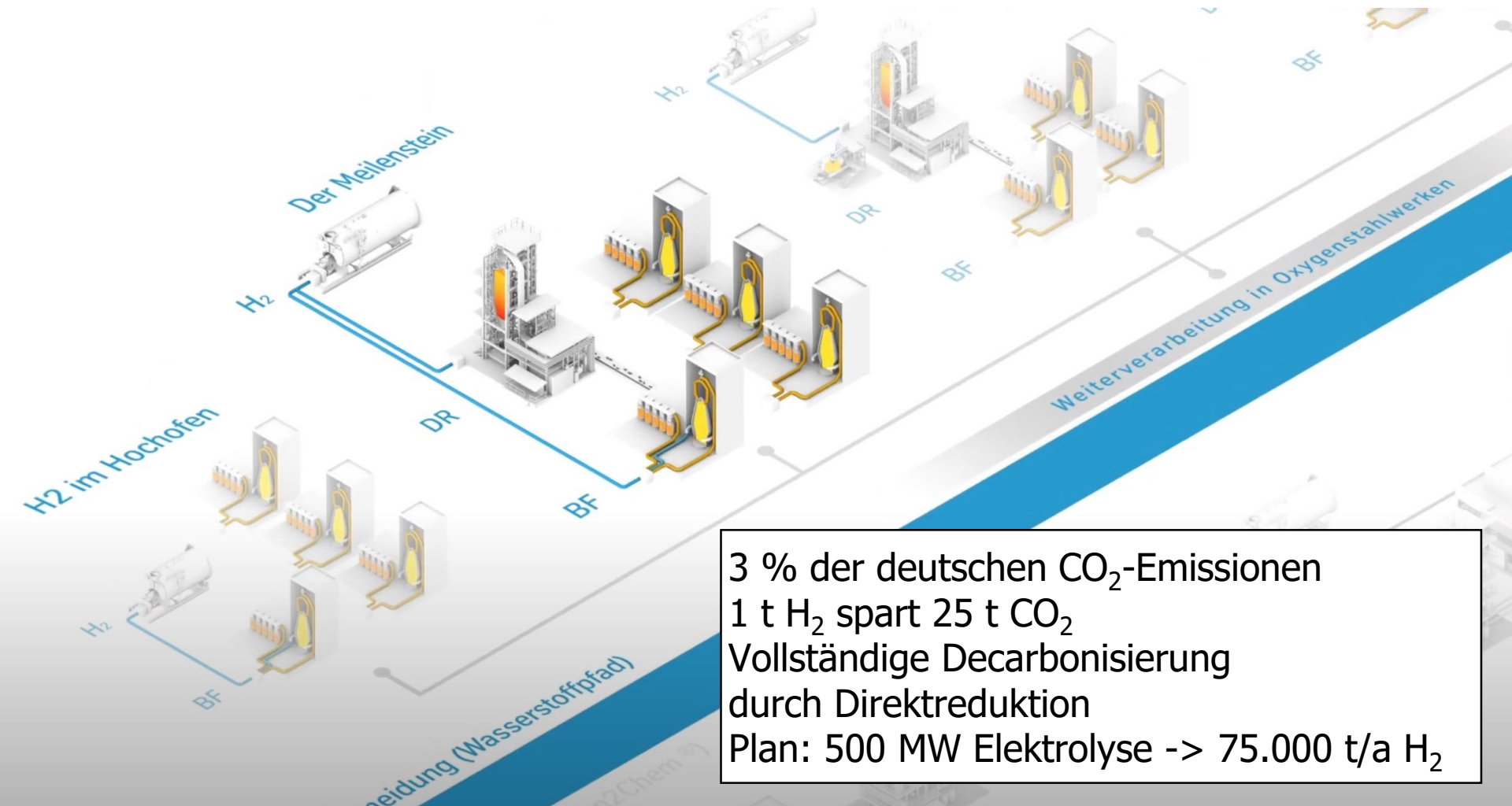
Auf hoher See

BASF und Vattenfall bauen weltgrößten Windpark

Stand: 24.06.2021 15:39 Uhr

Der Chemiekonzern BASF investiert über eine Milliarde Euro in einen Offshore-Windpark vor der niederländischen Nordseeküste. Der Strom soll dem Unternehmen dabei helfen, seine Klimaziele zu erreichen.

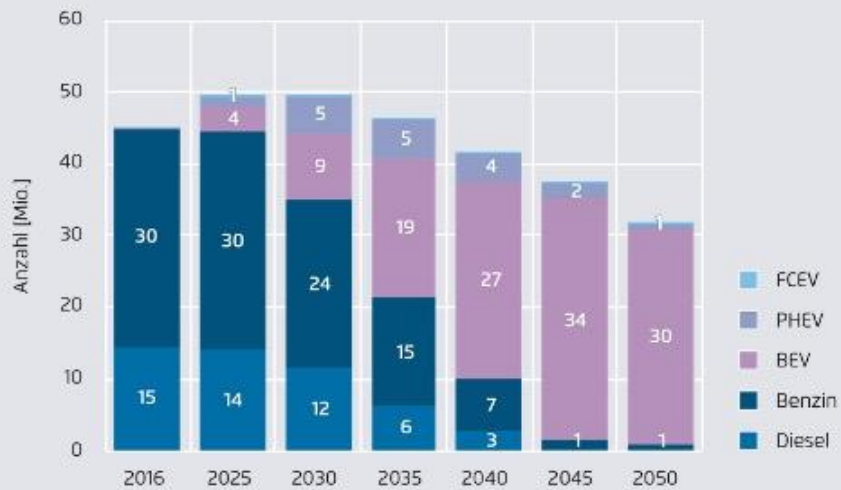
Thyssen Krupp – Grüner Stahl



3 % der deutschen CO₂-Emissionen
1 t H₂ spart 25 t CO₂
Vollständige Decarbonisierung
durch Direktreduktion
Plan: 500 MW Elektrolyse -> 75.000 t/a H₂

Wasserstoff für Nutzfahrzeuge

PKW-Bestand (links) und LKW-Bestand bis 2050



Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2021)

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 ERNEUERBARE 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

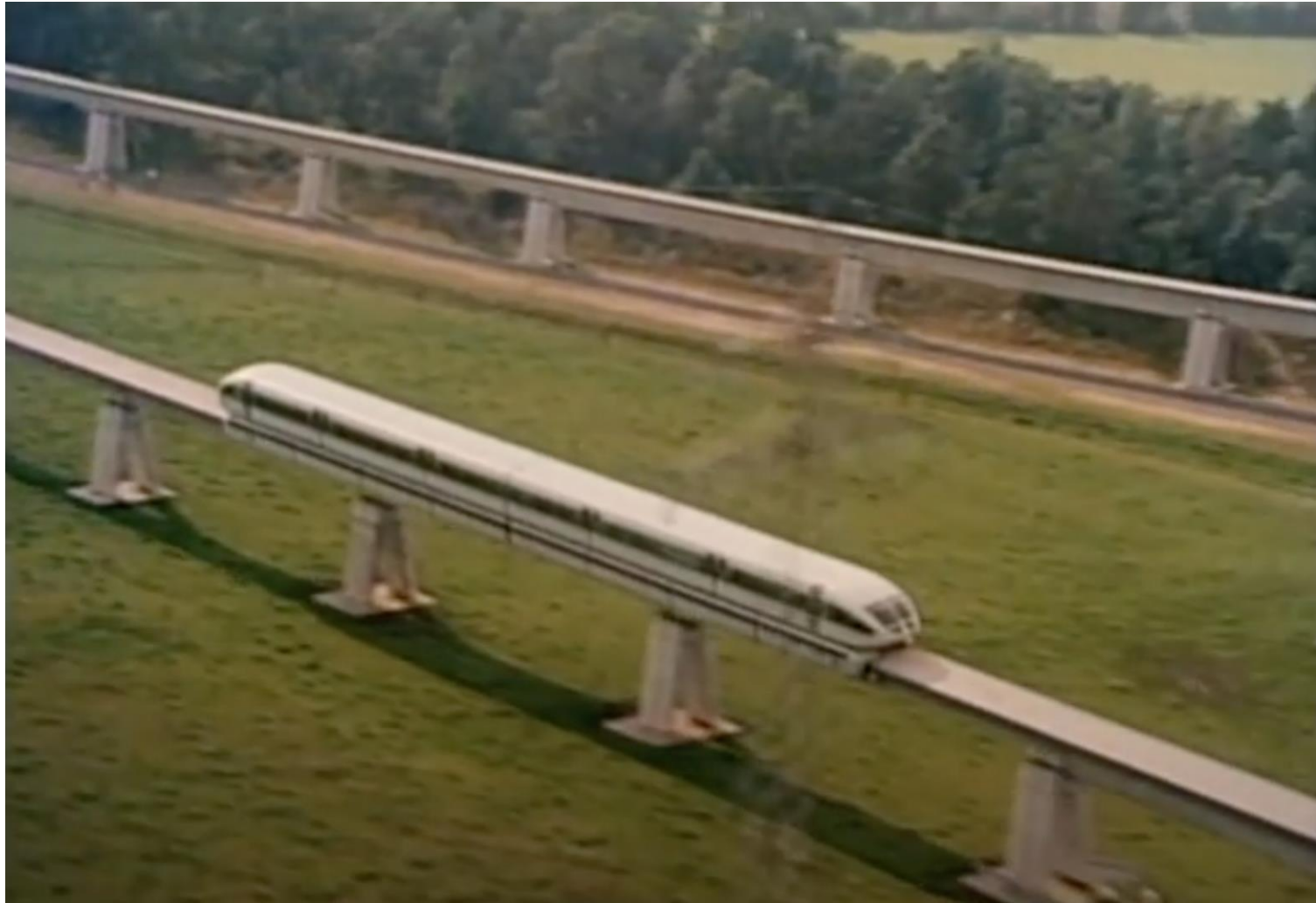
09. Juni 2020, Oslo, Dresden, Zürich, Luxemburg, Stavanger

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.

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

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Innovationspolitik Transrapid



Wasserstoff-Brennstoffzellenfähre für die Fährverbindung Bingen – Rudesheim Ergebnisse der Machbarkeitsstudie

RHyntal
H₂ Fähre



Prof. Dr. O. Türk , Dipl.-Ing. (FH) J. Walter, Dipl.-Ing. (FH) J. Schied
Transferstelle Bingen, 24.02.2016

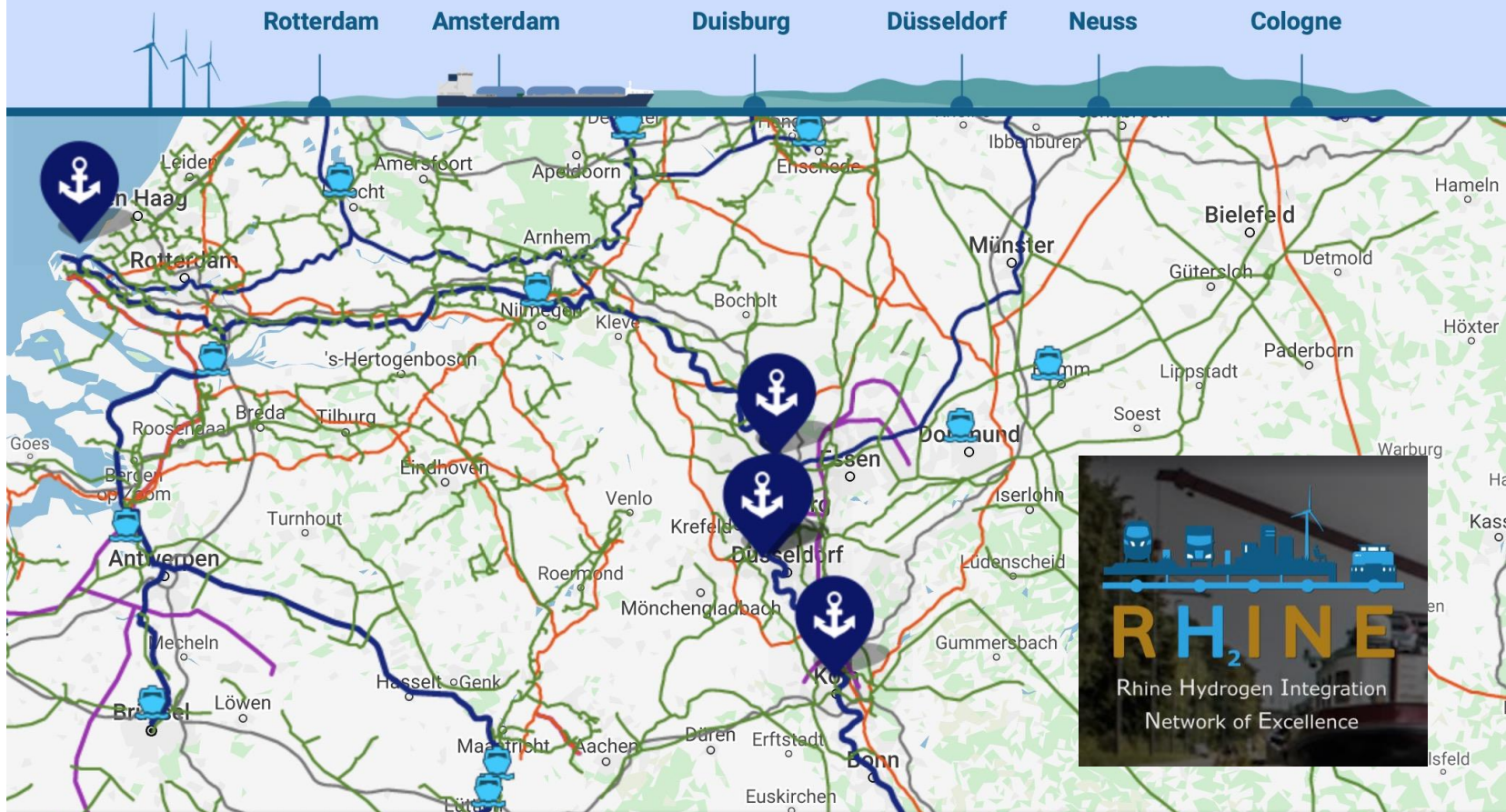


Stadt Mainz wird „HyExperts“

Wasserstoffregionen in Deutschland: HyExperts ab sofort gesucht!

Locations of primary ports

Click on a port for more info or use the map below



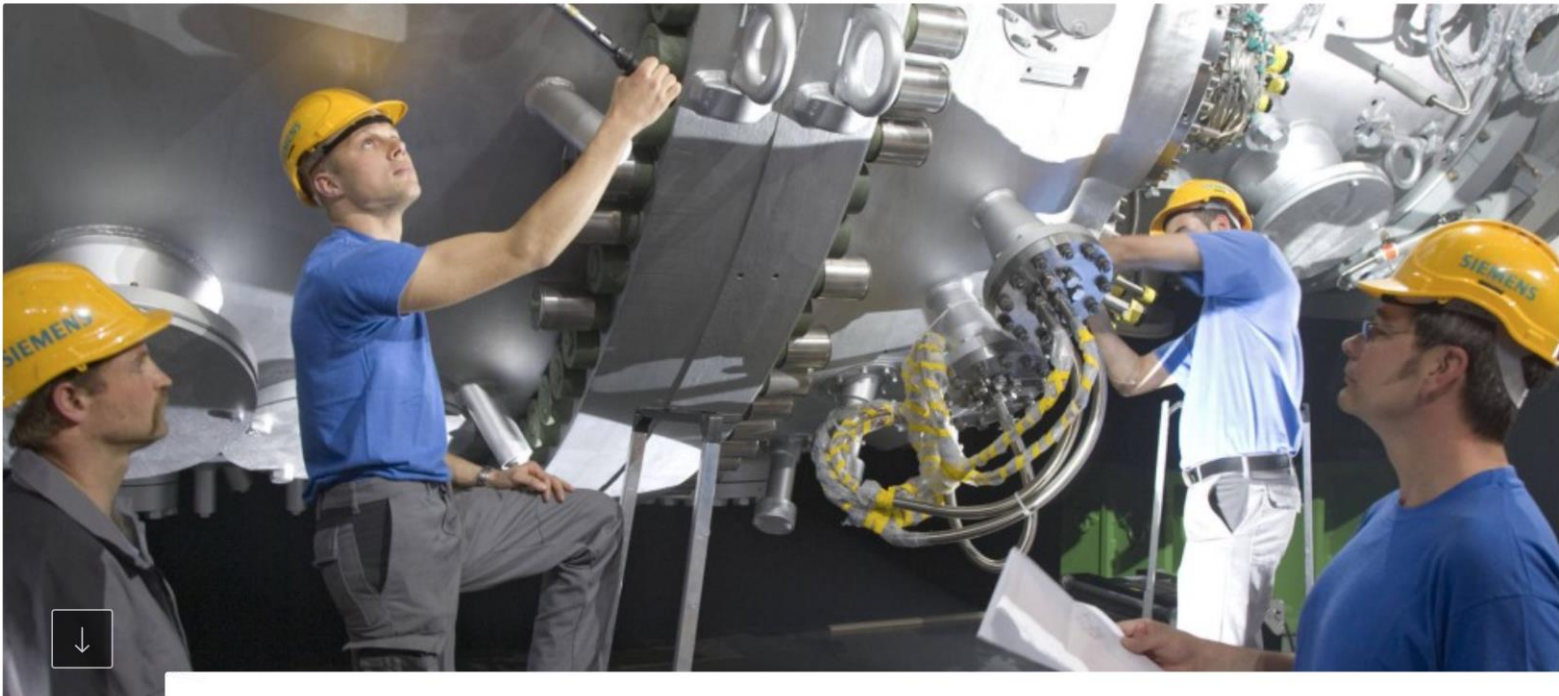
Backup



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 hoper 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!

TSB
Transferstelle Bingen

