

Wasserstoff/Ammoniak usw. als „Die“ Speicherlösung für klimaneutrale Energien? - persönl. Fazit Folie 29

Vortrag im Rahmen des Dortmunder Klimabündnisses für die Energie-AG erstellt. Hierfür ein paar Folien eines Vortrags von Prof. Agar, TU-Dortmund 2020, sowie weitere frei zugängliche Folien aus dem Internet verwendet sowie -kenntlich- teils kommentiert

Peter Silberg, Martin Lindemann, für die Energie-AG des Dortmunder Klimabündnisses, 21. April 2023

<https://www.klimabuendnis-dortmund.de/>

Nur **Einige** der ff. **FOLIEN** - mit Genehmigung von Prof. Agar TU-Do. - teils ergänzt v. Martin Lindemann / Ln, 20.04.2023
sind aus dem Vortrag: **Wasserstoff: Klimaretter oder Fata Morgana?**

Vortragsreihe:

Klima:
Wandel,
Werte,
Wissenschaft

20.11.2020
16.00 Uhr

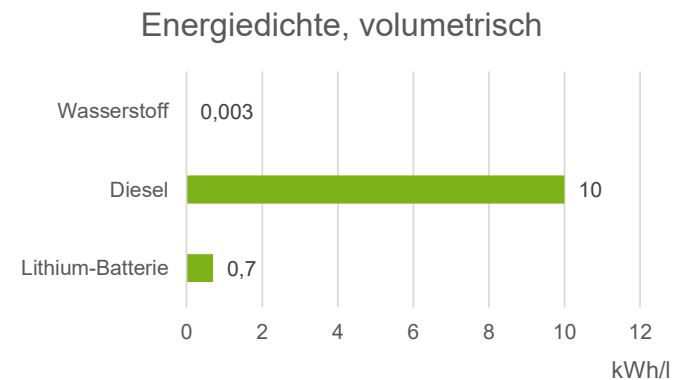
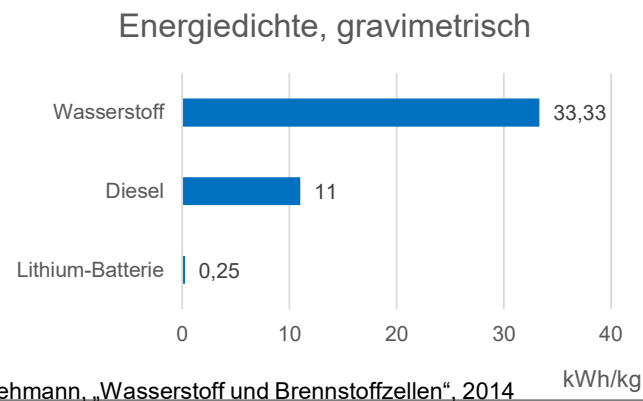


David W. Agar

Lehrstuhl
für Chemische
Verfahrenstechnik

Warum Wasserstoff?

Vorteile	Nachteile
Hohe Oxidationsenthalpie	Geringe Energiespeicherdichte (vol%)
Hohe Energiespeicherdichte (m%)	Anspruchsvolle Speichertechnik
Langzeitspeicherung	Leicht entflammbar
Vielfältig anwendbar	Spezielle Werkstoffe nötig
Nichttoxisch	Noch keine Infrastruktur vorhanden
Keine CO ₂ -Emissionen bei der Anwendung	



Warum Wasserstoff? Ammoniak besser? Lindemann ergänzt 03.03.2023

Sicherheit

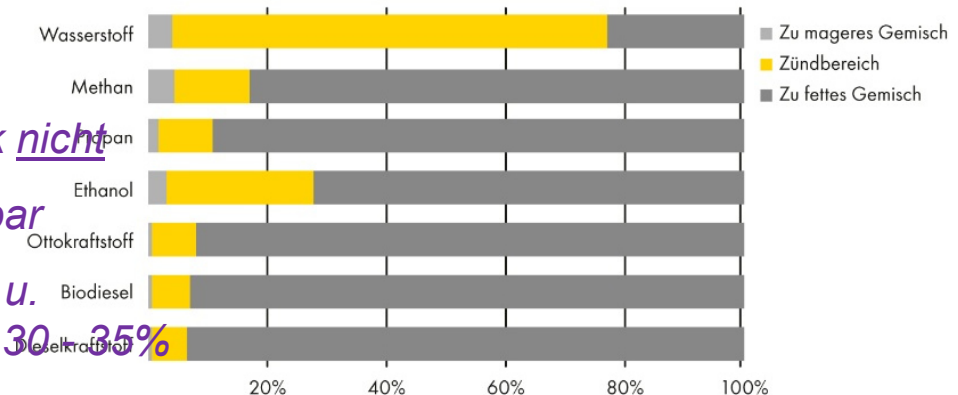
- Sicherheitsbetrachtung
- Nicht toxisch, aber extrem entflammbar
 - H_2 - Explosionsgrenze 4-75 vol-% in Luft
 - Methan Ex: 4,4-16,5
- Hohe Selbstentzündungstemperatur (585 °C)
- Ähnliche Risiken wie bei anderen gasförmigen Treibstoffen
- Werkstoffproblematik, *b. Ammoniak nicht*

*dafür Fisch-giftig, aber schnell abbaubar
durch Algenblüte, besser transportier- u.
lagerbar (Ln), Rückverstromungsgrad 30-35%
sowohl H_2 als auch NH_3*

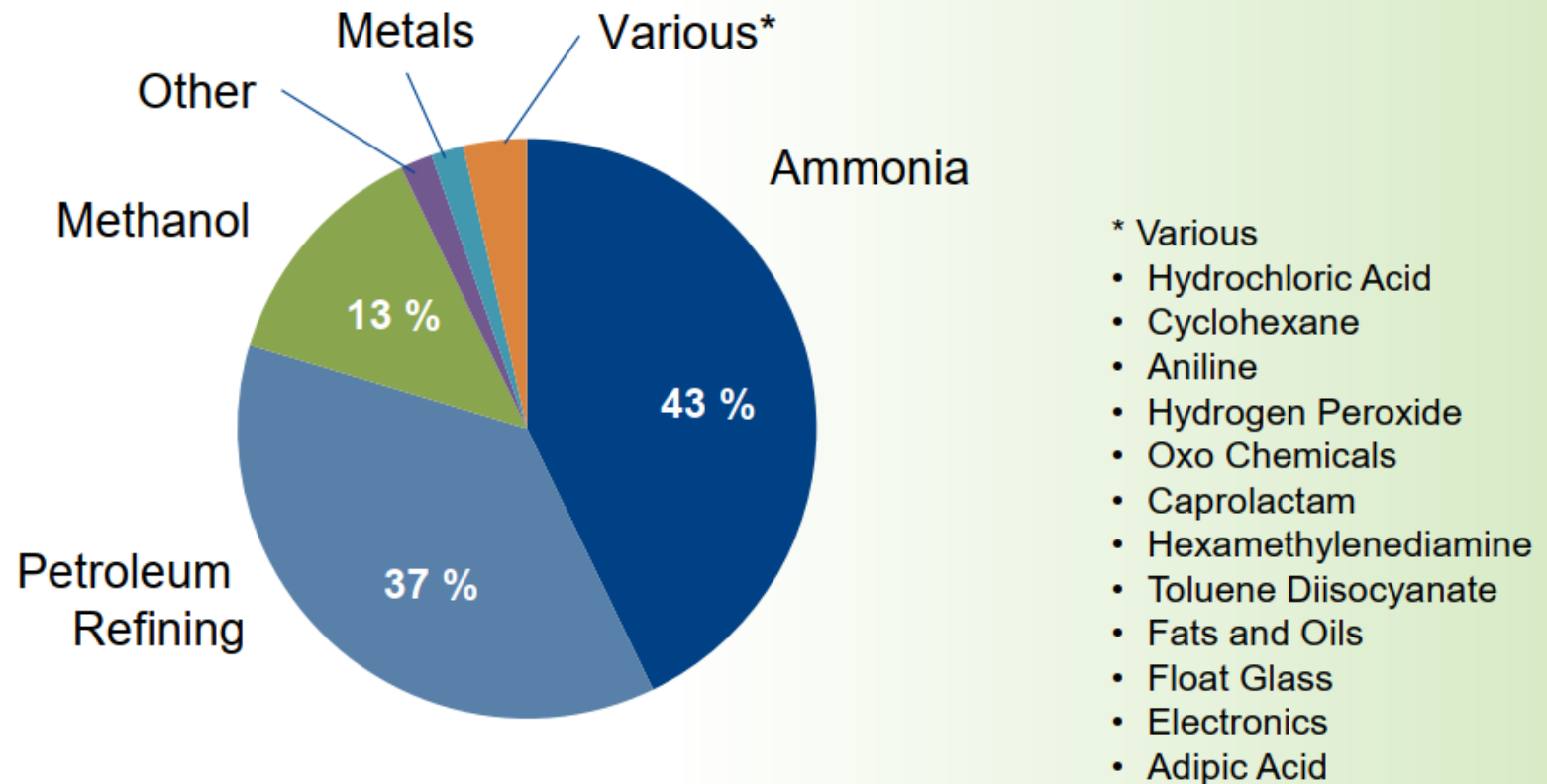
Shell Deutschland, „Shell Wasserstoff-Studie“, 2017



LZ 129 "Hindenburg" am 6. Mai 1937 bei der Landung in Lakehurst (New Jersey, USA) [planet-wissen.de]



Wasserstoff: Weltweite Verwendung heute



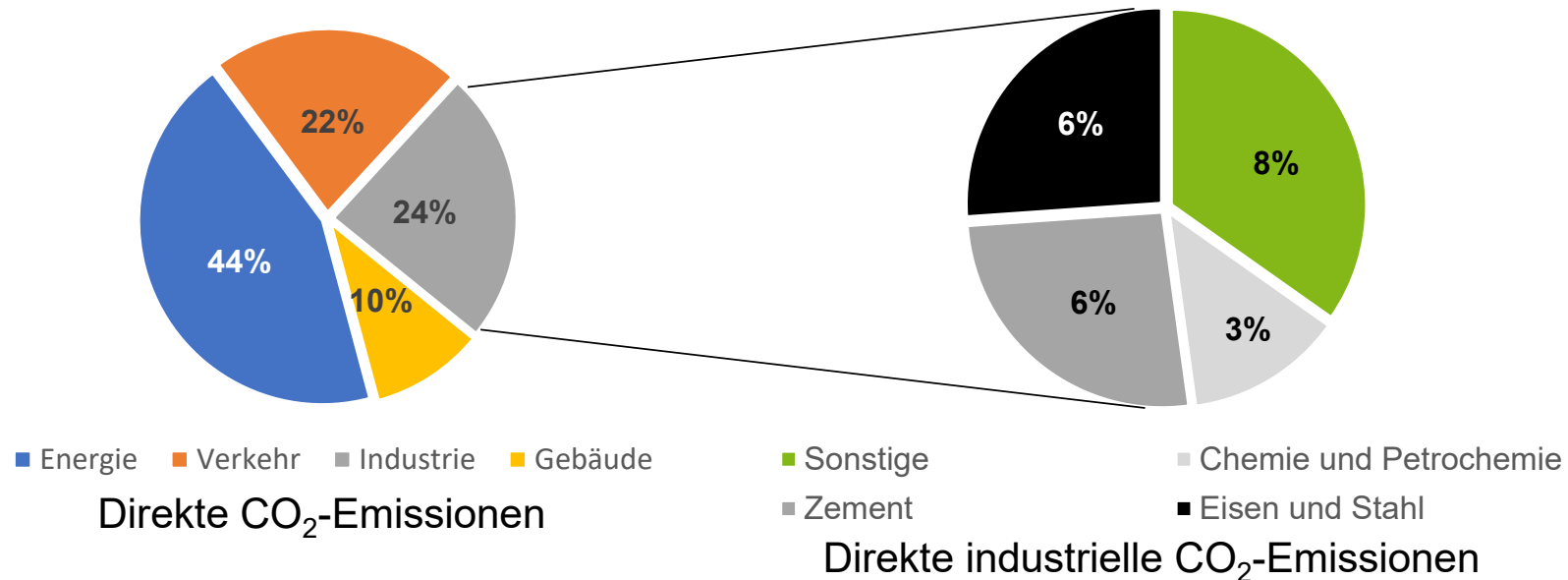
➤ **Market size 2019 ~ 70 Mt p.a.**

Wasserstoff-Anwendungen

Industrie

Stand. 2014, Quelle IEA 2017

AB



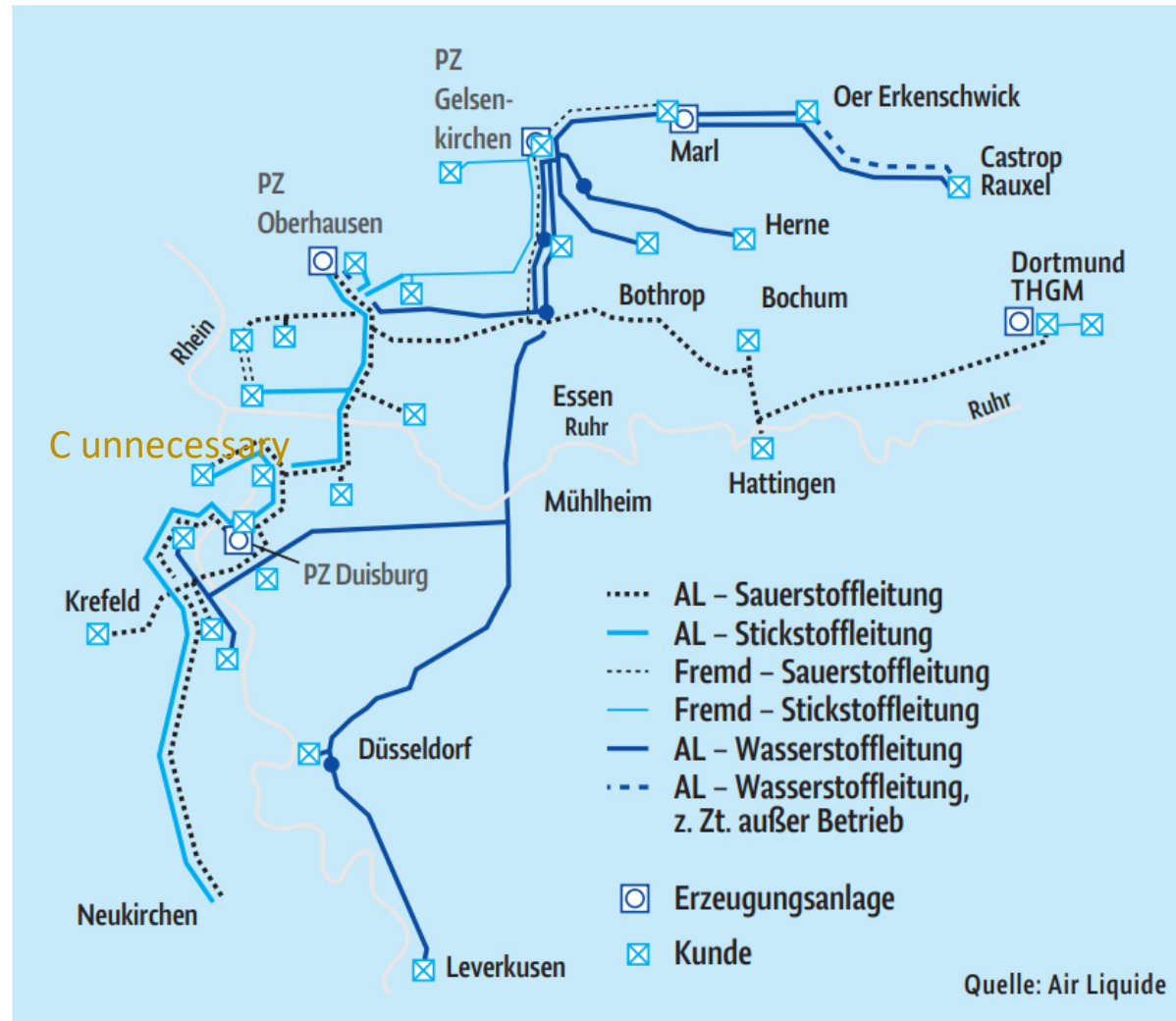
- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ Eisen und Stahl ➤ Umstellung auf alternative Hochofenprozesse ➤ Direktreduktion mit H₂ | <ul style="list-style-type: none"> ■ Chemie & Petrochemie ➤ Umstellung auf alternative Rohstoffe (CO₂, Abfälle,...) ➤ Synthese-Gas-Chemie | <ul style="list-style-type: none"> ■ Zement ➤ Umstellung auf alternative Brennstoffe ➤ CO₂-Verwertung |
|---|---|---|

AB -maybe

Wasserstoff: Produktion Deutschland heute

Abb. 24

Wasserstoff-
Verbundsystem
Rhein-Ruhr,
ca. 210 km,
seit 1940



Wasserstoff-Erzeugung

Grau	Blau	Türkis	Grün
Aus fossilen Energieträgern unter Freisetzung von CO ₂ in die Atmosphäre	Aus fossilen Energieträgern, anschließende Abscheidung des CO ₂	Aus fossilen Energieträgern, anschließende Lagerung des Kohlenstoffs	Aus erneuerbaren Energien
Dampfreformierung von Erdgas	Dampfreformierung von Erdgas mit CCUS	Methanpyrolyse mit Kohlenstofflagerung	Wasserelektrolyse

heute
2050

„Farblehre vom Wasserstoffs“ T. Overbeck, BFI, 2020

Wasserstoff: Herstellungswege (nach dena)

AB

Einsatzenergie	Prozesstyp	Anlagengröße	Standort
Erdgas	Dampfreformierung (zentral und regional: mit CCS)	100.000 Nm³/h 890 Nm³/h 220 und 890 Nm³/h	Zentral Regional On-site
Kohle	Kohlevergasung (mit CCS)	100.000 Nm³/h	Zentral
Biomasse (Energiepflanzen, Restholz)	Biomassevergasung	1.750 Nm³/h	Regional
Netzstrom	Elektrolyse	20.000 Nm³/h 220 und 890 Nm³/h	Zentral On-site
Windstrom (on- und offshore)	Elektrolyse	20.000 Nm³/h 220 und 890 Nm³/h	Zentral
Nebenprodukt		Abhängig von der Quelle	Zentral
Wasserstoff-Import	Windkraft N + Elektrolyse Solarthermie E + Elektrolyse	20.000 Nm³/h	Zentral

Wasserstoff: Elektrolyse-Verfahren (Quelle: SRU 2021)

ThyssenKrupp: Wirkungsgrad bis 80%

(bis 85% Wiki), Lindemann

		Alkali-Elektrolyse	PEM-Elektrolyse	HT-Elektrolyse
Technologische Reife (TRL – Technology Readiness Level (von 1 bis 9))		TRL = 9 ⁴ (ausgereiftes Verfahren)	TRL = 6–8 ⁴ (im industriellen Maßstab kommerziell verfügbar) ¹	TRL = 4–6 ⁴ (bisher nur Pilotanlagen) ¹
Investitionen (€/kW_{el})^{1, 3, 5}	Derzeit	500–1.500	900–1.850	2.200–6.500
	Langfristig	200–700	200–900	270–1.000
Prozesstemperatur² (°C)		50–80	50–80	700–1.000
Kaltstartzeit		Etwa 50 Minuten	Etwa 15 Minuten	Mehrere Stunden
Wirkungsgrad in %	Derzeit	63–70 ³ ; 62–82 ⁵	56–60 ³ ; 65–82 ⁵	74–81 ³ ; 65–85 ⁵
	Langfristig	70–80 ³ ; 78–84 ⁵	67–74 ³ ; 75–84 ⁵	77–90 ³ ; 87–95 ⁵
Nachteile des Verfahrens¹		Im Teillastbetrieb sinkt die Gasreinheit, es treten Degradationsprobleme auf ¹	Bedarf an seltenen Metallen (Iridium und Platin) ^{1, 4}	Technologie eher für hohe Zahl an Volllaststunden geeignet; hohe Prozesstemperaturen ⁵
Vorteile des Verfahrens¹		Lange Lebensdauer der Elektrolyseure, Verfahren kommt praktisch ohne kritische Rohstoffe aus	Hohe Reinheit des Produktes auch im Teil- und Überlastbetrieb	Verfahren geeignet zur Kopplung mit Industrieprozessen (Abwärmee-nutzung)

Wirkungsgrad: elektrische Effizienz bezogen auf den unteren Heizwert

SRU 2021; Datenquelle: ¹ ROEB et al. 2020; ² HEINEMANN et al. 2019; ³ IEA 2019, S. 44 f.; ⁴ HEBLING et al. 2019; ⁵ dena 2017

Wasserstoff-Erzeugung

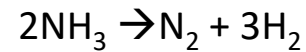
Elektrolyse

- Kosten erneuerbaren Wasserstoffs bei verschiedenen Auslastungen

Ln	Production costs AEL 2030 (€ t ⁻¹ H ₂), CAPEX 450 € kW ⁻¹						
	Load factor	25 %	40 %	50 %	60 %	75 %	90 %
	25 €/MWh	3,600	2,800	2,500	2,300	2,100	2,000
	40 €/MWh	4,400	3,500	3,200	3,000	2,800	2,700
	50 €/MWh	4,800	4,000	3,700	3,500	3,300	3,200
	60 €/MWh	5,300	4,500	4,200	4,000	3,800	3,700
	75 €/MWh	6,100	5,200	5,000	4,800	4,600	4,400
6 ct / kWh	100 €/MWh	7,300	6,500	6,200	6,000	5,800	5,700
	125 €/MWh	8,600	7,700	7,400	7,200	7,000	6,900
12,5 ct / kWh	Production costs PEM 2030 (€ t ⁻¹ H ₂), CAPEX 810 € kW ⁻¹						
	Load factor	25 %	40 %	50 %	60 %	75 %	90 %
	25 €/MWh	5,300	4,000	3,500	3,200	2,900	2,700
	40 €/MWh	6,200	4,800	4,400	4,100	3,800	3,600
	50 €/MWh	6,700	5,400	4,900	4,600	4,300	4,100
	60 €/MWh	7,300	5,900	5,500	5,200	4,900	4,600
	75 €/MWh	8,100	6,700	6,300	6,000	5,700	5,500
	100 €/MWh	9,400	8,100	7,600	7,300	7,000	6,800
	125 €/MWh	10,800	9,500	9,000	8,700	8,400	8,200
	Production costs SOEC 2030 (€ t ⁻¹ H ₂), CAPEX 800 € kW ⁻¹						
	Load factor	25 %	40 %	50 %	60 %	75 %	90 %
	25 €/MWh	4,000	3,000	2,600	2,400	2,200	2,000
	40 €/MWh	4,600	3,600	3,200	3,000	2,800	2,600
	50 €/MWh	5,000	4,000	3,600	3,400	3,200	3,000
	60 €/MWh	5,400	4,400	4,000	3,800	3,600	3,400
	75 €/MWh	6,000	5,000	4,600	4,400	4,200	4,000
	100 €/MWh	7,000	6,000	5,600	5,400	5,200	5,000
	125 €/MWh	8,000	7,000	6,600	6,400	6,200	6,000
	Production costs Carbon2Chem® SOEC 2030 (€ t ⁻¹ H ₂), CAPEX 800 € kW ⁻¹						
	Load factor	25 %	40 %	50 %	60 %	75 %	90 %
	25 €/MWh	4,000	3,000	2,600	2,400	2,200	2,000
	40 €/MWh	4,600	3,600	3,300	3,100	2,800	2,700
	50 €/MWh	5,100	4,100	3,700	3,500	3,300	3,100
	60 €/MWh	5,500	4,500	4,100	3,900	3,700	3,500
	75 €/MWh	6,100	5,100	4,800	4,600	4,300	4,200
	100 €/MWh	7,200	6,200	5,900	5,600	5,400	5,200
	125 €/MWh	8,300	7,300	6,900	6,700	6,500	6,300

Tenhumberg, N., & Büker, K. (2020). Ecological and Economic Evaluation of Hydrogen Production by Different Water Electrolysis Technologies. *Chemie Ingenieur Technik*, 92(10), 1586-1595.

Ammoniak-Cracker; Erzeugung von Wasserstoff

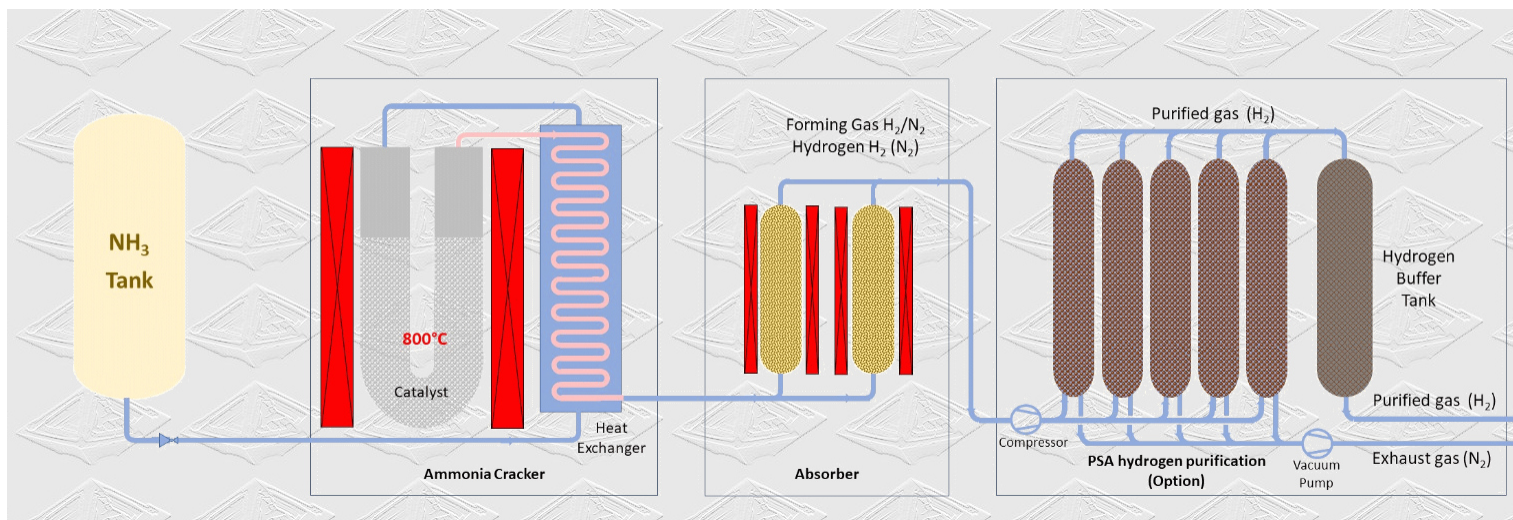


Die Dissoziation des Ammoniakgases NH_3 findet bei einer Temperatur von 800°C und unter Anwesenheit eines speziellen Nickelkatalysators statt.

Der Ammoniak wird in einem Wärmetauscher und Verdampfer vorgeheizt und dann in der eigentlichen Ofeneinheit gespalten. Der Reaktor wird elektrisch beheizt.

Energieaufwand: 8,6 kWh/kg H_2 ; Wirkungsgrad: 74 %

Besser: NH_3 direkt in Schiffsmotoren oder geeigneten BHKW verstromen, Ln



Energiebilanz Ammoniak-Kette

AB

0,125 kWh/ kg N₂ = 0,71 kWh/ kg H₂

47,2 kWh/ kg H₂

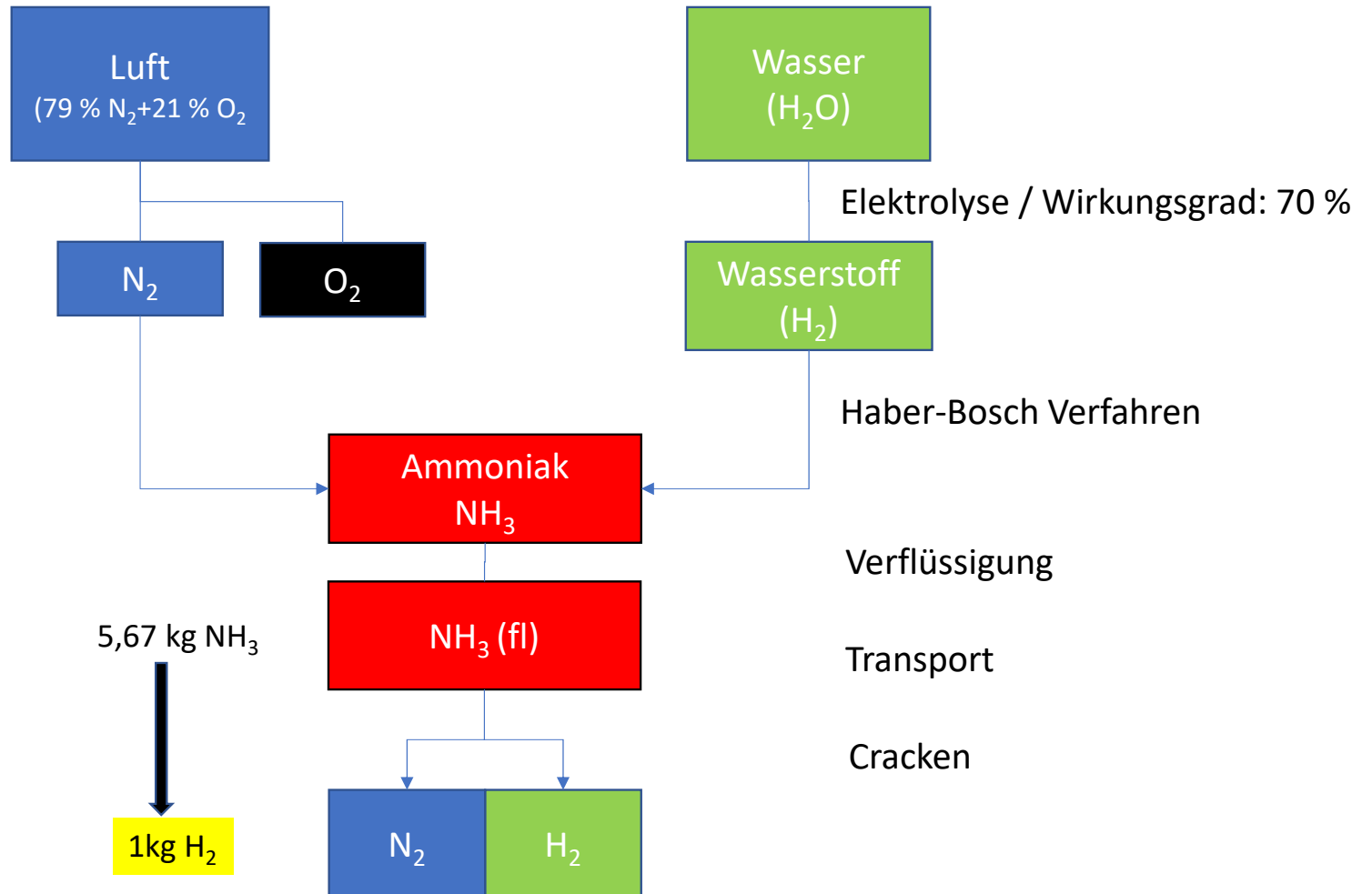
44,2 kWh/ kg H₂

?? kWh/ kg H₂

92,11 kWh/kg + ??

33,33 kWh/kg

Eta_{max} = 36 %



Energiebilanz Ammoniak-Kette

Umwandlungsverluste bei der Erzeugung von Wasserstoff und PtX-Folgeprodukten

	Direktnutzung Strom	Wasserstoff	Power-to-Liquid	Power-to-Gas	Ammoniak
Erneuerbarer Strom	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Elektrolyse	TK: 75%, Ln	~ 67 %	~ 67 %	~ 67 %	~ 67 %
PtX-Synthese ¹			~ 70 %	~ 80 %	~ 80 %
Produktionsseitiger Gesamtwirkungsgrad	100 %	~ 67 %	~ 47 %	~ 54 %	~ 54 %

¹ Bei Power-to-Liquid und Power-to-Gas:
inkl. DAC.

SRU 2021; Datenquelle: Wirkungsgrad Elektrolyse 67 % = Mittelwert der derzeitigen Wirkungsgrade von Alkali- und PEM-Elektrolyse, s. Tab. 4; Wirkungsgrad PtL-Synthese 70 %, s. MATTHES et al. 2020a, S. 64; Wirkungsgrad PtG 80 %, aufgerundet von 78 %, s. HEINEMANN et al. 2019, S. 20; Wirkungsgrad Ammoniak 80 %, ebd., S. 26

SRU 2021:

Der Wirkungsgrad für die Ammoniakspaltung beträgt rund 76 % (GIDDEY et al. 2017). *Besser direkt ins BHKW, Ln*
Zusammen mit dem Wirkungsgrad des Haber-Bosch-Verfahrens zur Ammoniakherstellung (ca. 80 %) kommt es somit zu Umwandlungsverlusten von etwa 40 %, wenn Ammoniak als Transportmittel für Wasserstoff verwendet wird (IEA 2019, S. 75; s. a. Tz. 137)

A

Wasserstoff: Herstellung von Methanol/CH₃OH

Aktuell beträgt der Wirkungsgrad für die Wasserstoff-Produktion durch Wasser-Elektrolyse aus Strom etwa 75 %. Der Wirkungsgrad für die Methanol-Synthese aus Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid beträgt aktuell 79 bis 80 %. Der Wirkungsgrad für die Herstellung von Methanol aus Elektrischer Energie und Kohlenstoffdioxid beträgt somit ca. 59 bis 78 %.

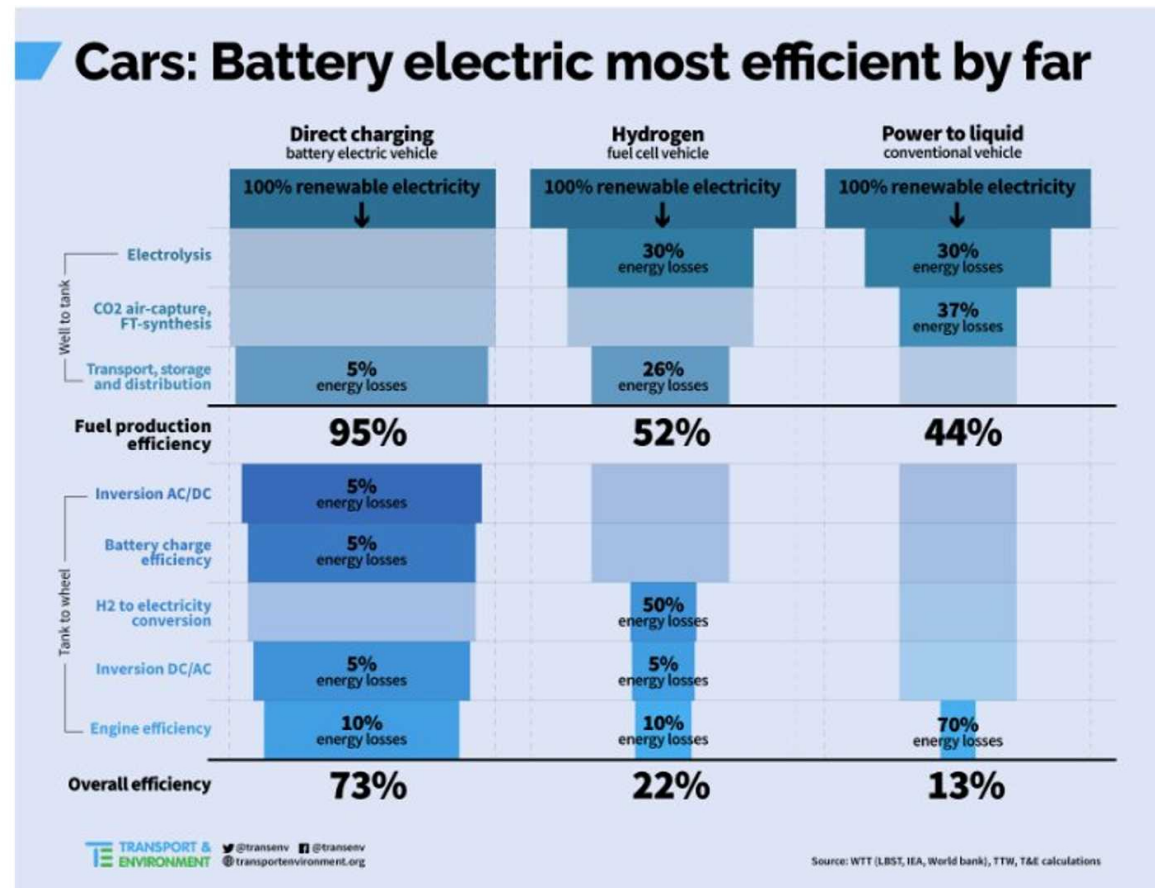
Steht das CO₂ nicht direkt zur Verfügung, sondern wird durch Direct Air Capture aus der Luft bezogen, so beträgt der Wirkungsgrad für die **Methanol-Herstellung aus Strom 50–60 %**.

Bei Nutzung des e-Methanols in einer Methanol-Brennstoffzelle beträgt der elektrische Wirkungsgrad der Brennstoffzelle 35 bis 50 % (Stand 2021). Der elektrische Gesamt-Wirkungsgrad für die Herstellung von e-Methanol aus Strom und die nachfolgende Energiewandlung in Elektrizität durch eine Brennstoffzelle beträgt folglich etwa 21 bis 34 % für e-Methanol aus direkt verfügbarem Kohlenstoffdioxid und etwa **18 bis 30 %** für e-Methanol produziert aus durch Direct Air Capture gewonnenes Kohlenstoffdioxid.

*Zum Vergleich: Rückverstromung über Wasserstoff-Pfad-> Brennstoffzelle, Gesamt **ca. 30%** (Ln, geschätzt aus nachfolg. Folie: Cars der TU Dortmund – allerdings ohne Transportverl. Wasserstoff, E-Motor-eta, usw.)*

Wasserstoff-Anwendungen

Mobilität - Strassenverkehr



eMethanol, vorher. Folie,
abzügl. 5 + 10% Engine eff.:
15-25?%, Ln

<https://www.vcoe.at/news/details/warum-die-e-mobilitaet-nicht-auf-den-wasserstoff-durchbruch-warten-kann>

B

Direct Air Capture (DAC): Gewinnung von CO₂ aus der Luft

Eines der am weitesten verbreiteten und entwickelten Verfahren ist das Low Temperature (LT)-DAC Verfahren.

Dabei handelt es sich im technischen Sinn um eine Temperatur-Vakuum-Wechsel-Adsorption (TVSA).

Das Sorbens ist dabei ein Feststoff, welcher an der Oberfläche über Aminogruppen verfügt.

Analog zur Aminwäsche reagieren die Aminogruppen mit dem CO₂ aus der Luft nach folgendem Reaktionsschema zu Ammoniumcarbamat:



Dabei bezeichnet R den Rest, also das Trägermaterial, auf dem die Aminogruppen gebunden sind.

Dies ist beispielsweise ein Polymermaterial bei Climeworks oder Polyethylenimin (PEI) bei Global Thermostat

Anschließend wird der Sorbens erhitzt, um die starken chemischen Bindungen zu trennen und vom Ammoniumcarbamat zurück zu den Aminogruppen und dem freien CO₂ zu gelangen.

Die Regenerationstemperaturen liegen hierbei zwischen 80 und 110°C. Die Wärme wird mittels Wasserdampf zugeführt, welcher direkt in die Kammer mit dem Sorbens geleitet wird. Das Vakuum hilft hier die nötigen Temperaturen zu verringern

AB - erst diskutabel, wenn Primär- EE-Anteil weltweit >> 80%, meint Ln

Direct Air Captue (DAC): Gewinnung von CO2 aus der Luft

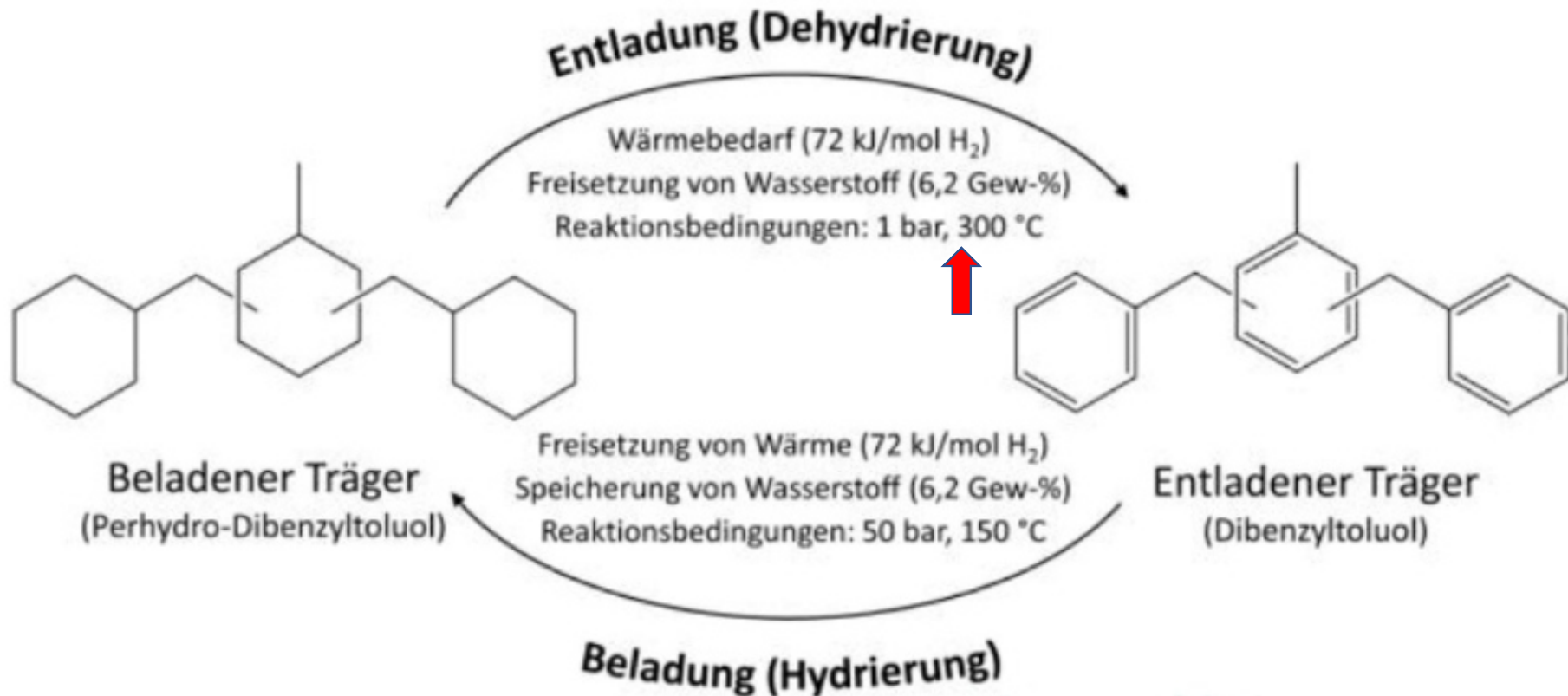
Hersteller	Carbon Engineering	Climeworks	Global Thermostat
Technologie	HT-DAC	TVSA	TVSA
Energiebedarf (kWh/t _{CO2})	366 (1500*)	200-300	200
	1458 (2448**)	1500-2000	1170
Perspektivische Kosten (USD/t _{CO2})	64-232 (aktuell <250)	<100 (aktuell 600-800)	50 (aktuell <200)

* rein elektrisches System zur Wärmegewinnung und Luftumwälzung

** Energiegewinnung rein durch Erdgas

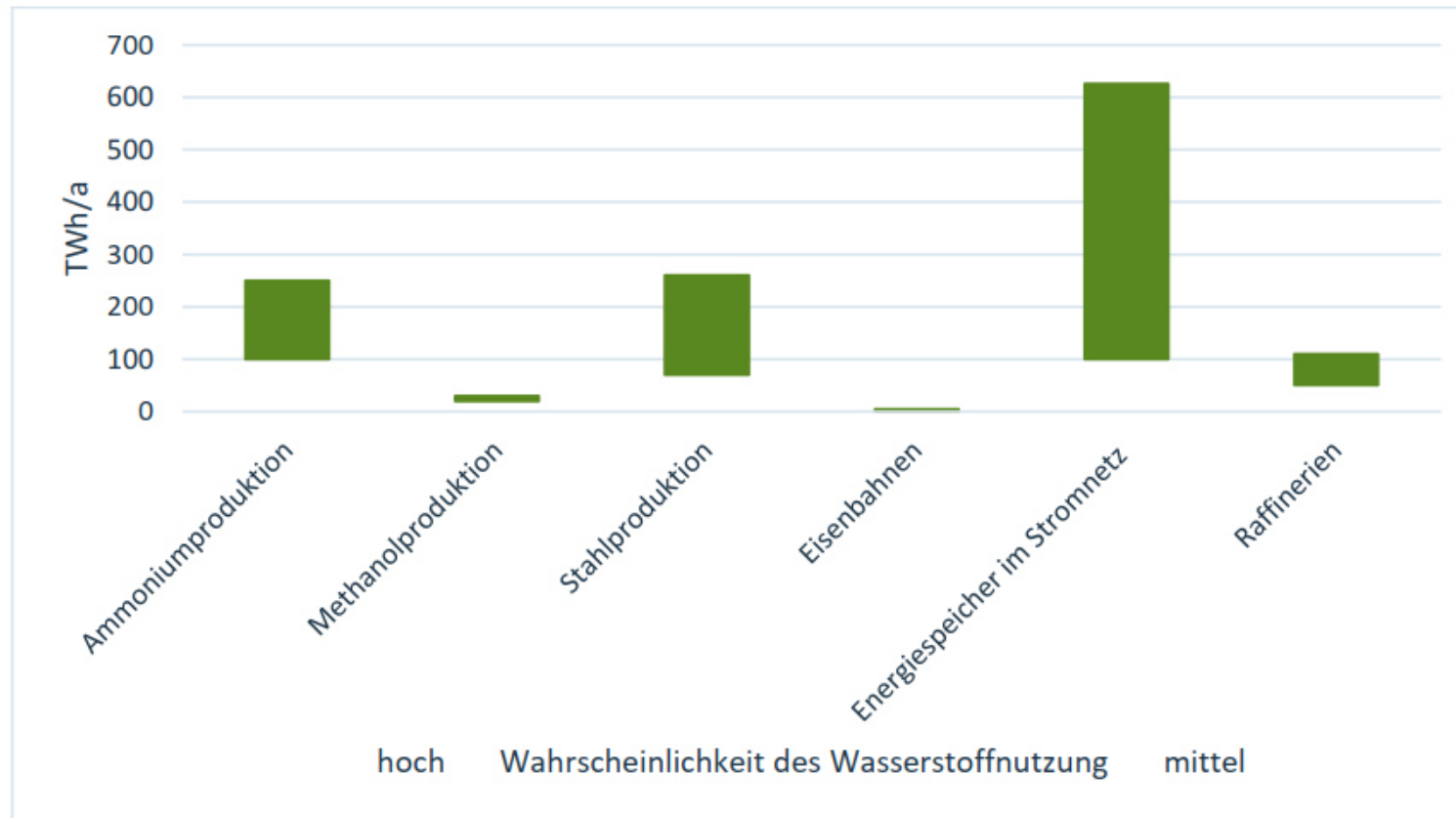
LOHC: Liquid Organic Hydrogen Carrier

ABzu wenig Nutz-Transportgewicht, meint Ln



A

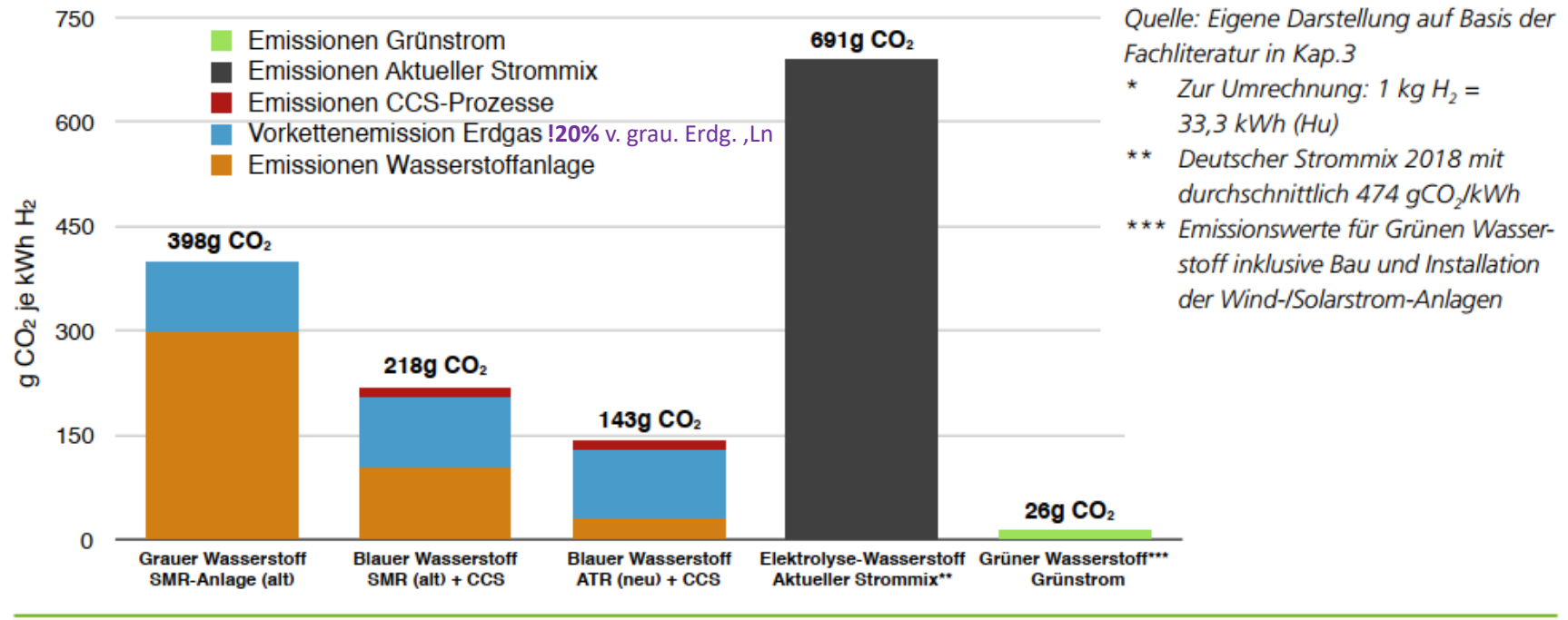
Abbildung 11: Wahrscheinliche Sektoren der Wasserstoffnutzung in der Europäischen Union in 2050



Quelle: Zachmann, Holz, Roth et al. (2021, S. 72), Einsatz in der Saisonalspeicherung für die Energienetze nach European Hydrogen Backbone & Gas for Climate (2021, S. 40)

A

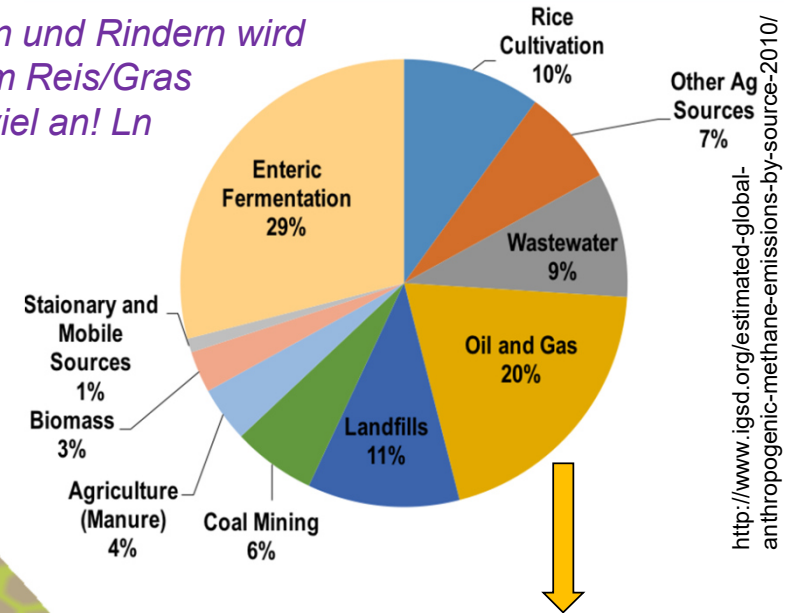
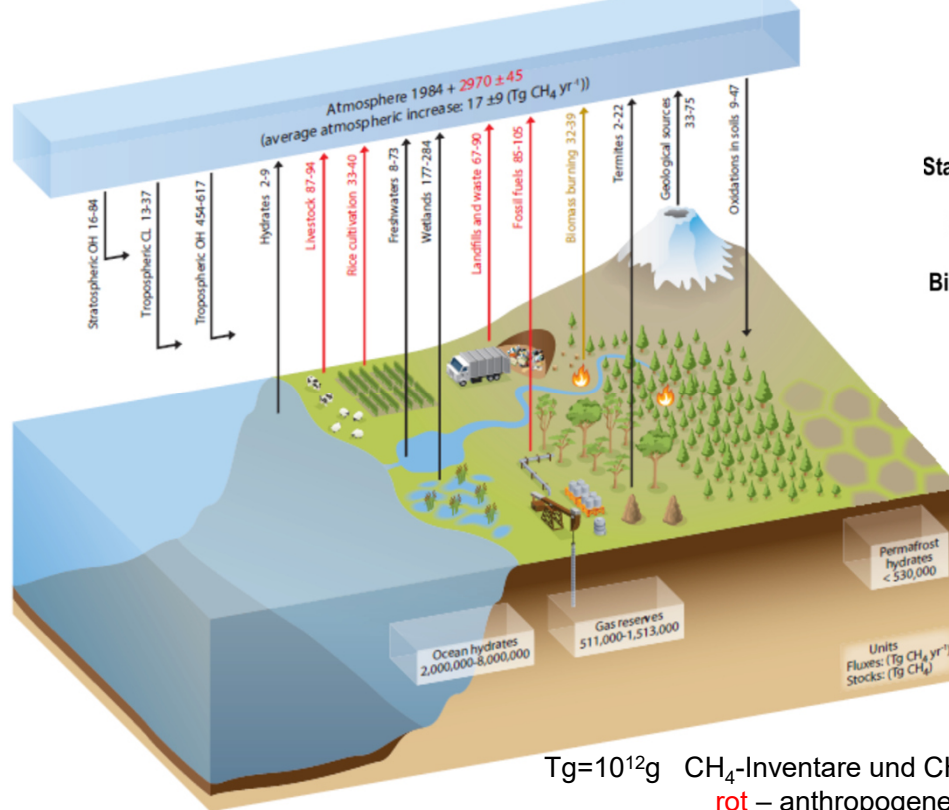
DURCHSCHNITTliche EMISSIONEN DER WASSERSTOFFPRODUKTION (in g CO₂ je kWh H₂*)



Quelle: Greenpeace

Der Methankreislauf

atm. **CH₄** oxidiert nach 8-12 Jahren zu CO₂, CO₂ aus Reisfeldern und Rindern wird im Photosynthese-Atmungskreislauf wieder von nachwachsendem Reis/Gras absorbiert! Nur fossiles CH₄/CO₂ über-reichert den Kreislauf zu viel an! Ln



Ursachen diffusiver Emissionen:

- Leckagen (Bohrloch, Leitung)
- Ablassen und Abfackeln
- Betriebsstörungen und Unfälle

Quelle: IPCC 5. Assessment report Ch.6 S.478 (2013)

AB

Greenpeace:

Derzeit werden jährlich 115 Millionen Tonnen aus Erdgas bzw. Kohle hergestellter Wasserstoff verbraucht.

70 Millionen Tonnen werden in reiner Form genutzt, weitere 45 Millionen Tonnen in Gasgemischen.

Zur Herstellung werden allein 205 Milliarden Kubikmeter Erdgas verbraucht.

Pro Kilogramm Grauer Wasserstoff aus Erdgas fallen 13,3 Kilogramm CO₂ an
(inklusive Förderung und Transport des fossilen Gases).

Insgesamt gelangen durch Grauen Wasserstoff derzeit 830 Millionen Tonnen CO₂ in die Atmosphäre.

Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoffspeicherung>

Der Energieaufwand für die **Komprimierung auf 700 bar beträgt ca. 12 %** des Energieinhaltes des Wasserstoffs

Weil oberhalb des kritischen Punktes (-240 °C , $1,3\text{ MPa} = 13,0\text{ bar}$) keine Druckverflüssigung mehr möglich ist, wird der Wasserstoff zur Verflüssigung stark gekühlt ($-253\text{ °C}/20\text{ K}$) und verdichtet (LH₂).

Das Volumen beträgt um den Faktor 800 im Vergleich zu Normaldruck verringert.

Der Energieaufwand (jeweils bezogen auf den gespeicherten Energieinhalt) beträgt:

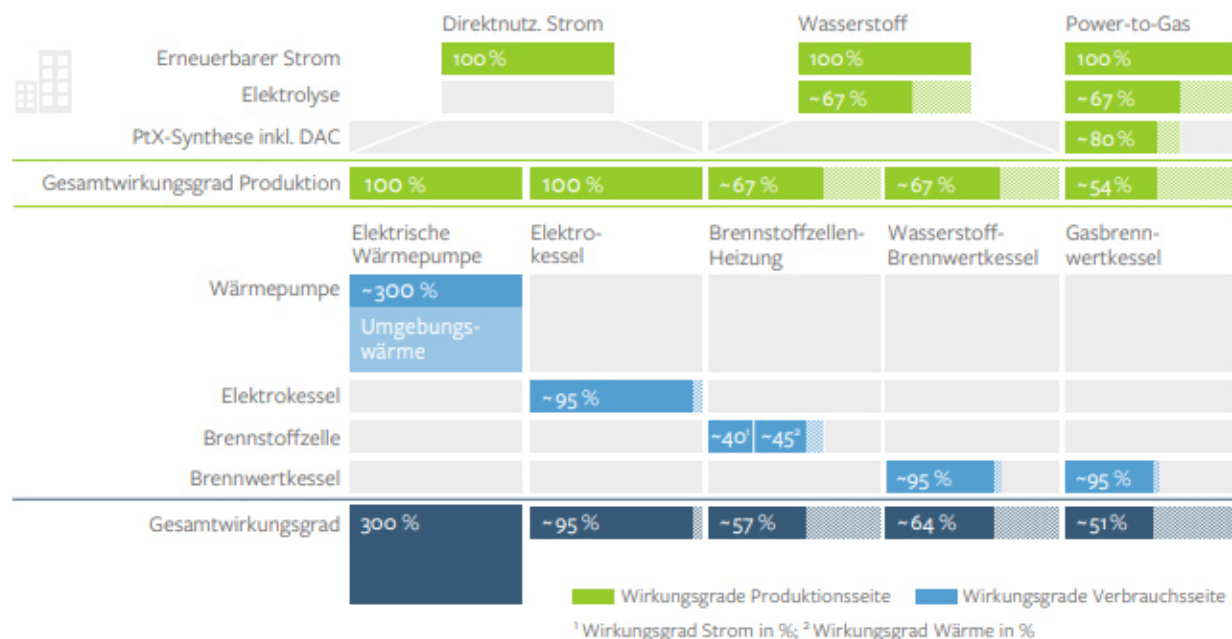
- 28...46 % (ca. **33 % im Mittel**) **für die Verflüssigung** je nach Menge und angewandter Methode
- 6 % Transport zwischen Verflüssigungsstation und Tankstelle (Diesel- und Ottokraftstoffe 0,2 %)
- bis zu **3 % je Tag durch boil-off Verluste** (Verdampfung; Vermeidung von zu hohen Drücken)
- Verdampfungsverluste beim Umfüllen *Speicher <4 Wochen; >4 Wochen: liq.NH₃ (ca.12 bar, 25°C), Ln*

Tabelle 9: Übersicht der wirtschaftlichen Parameter verschiedener Ammoniakherstellungsmethoden im Jahr 2007 nach [59].

Parameter	Produktionsmethode		
	Erdgas + Haber-Bosch	Elektrolyseur + Haber-Bosch	Fesstoffelektrolyt Elektrolyse
Energieverbrauch in MWh/t NH ₃	9,5	12,0	7,0-8,0
Kapitalkosten pro Tonne/Tag NH ₃ in \$	500.000	750.000	250.000
Brennstoffkosten pro t NH ₃ in \$ (Stromkosten 3,5 c/kWh)	abhängig von Standort und Erdgaskosten	420	245
Brennstoffkosten pro t NH ₃ in \$ (Stromkosten 2,0 c/kWh)	abhängig von Standort und Erdgaskosten	240	140
Kosten einer Tonne NH ₃ in \$ (Stromkosten 3,5 c/kWh)	abhängig von Standort und Erdgaskosten	600	315
Kosten einer Tonne NH ₃ in \$ (Stromkosten 2,0 c/kWh)	abhängig von Standort und Erdgaskosten	400	210
CO ₂ Emissionen in t CO ₂ -eq/t NH ₃	1,8	0	0

Energetischer Gesamtwirkungsgrad verschiedener Optionen zur Wärmeversorgung in Einzelgebäuden

Anm. Ln: im Winter fällt PV überwiegend aus. Bleibt Speicher-Ammoniak im BHKW verstromt mit eta 50%el. / 70%therm., sowie „Flutter“-Wind-Strom



Anmerkung: Der Begriff Wirkungsgrad ist im Fall der Wärmepumpe nicht korrekt, da Wirkungsgrade über 100 % nicht möglich sind. Gemeint ist hier die nutzbar gemachte Umweltwärme im Verhältnis zur eingesetzten Strommenge. Dabei wurde eine Jahresarbeitszahl von 3 angenommen. Je nach Wärmequelle, Heizungstemperatur und Gebäude kann dieser Wert aber auch deutlich abweichen. In BMWi (2021a) werden Jahresarbeitszahlen von 2,6 bis 4,6 angegeben, dementsprechend könnte die nutzbar gemachte Umweltwärme zwischen 260 und 460 % der eingesetzten Strommenge liegen.

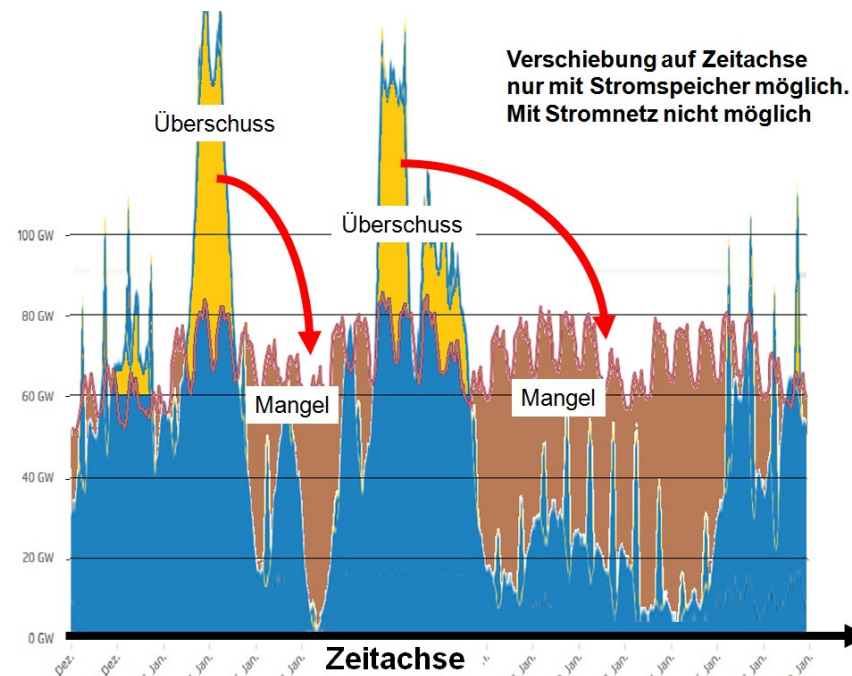
SRU 2021; Datenquelle: für die Wirkungsgrade der Verbrauchsseite s. BMWi 2021a; Agora Verkehrswende et al. 2018; für Wirkungsgrade auf der Produktionsseite s. Abb. 6

Lücken der Elektrifizierung

Nachfrage und Angebot

A

- Benötigte Energiespeicherkapazität für 100% erneuerbare Energie: 55-74 TWh (6-8 Tage)
- 360 TWh Erdgasspeicherkapazität in Deutschland

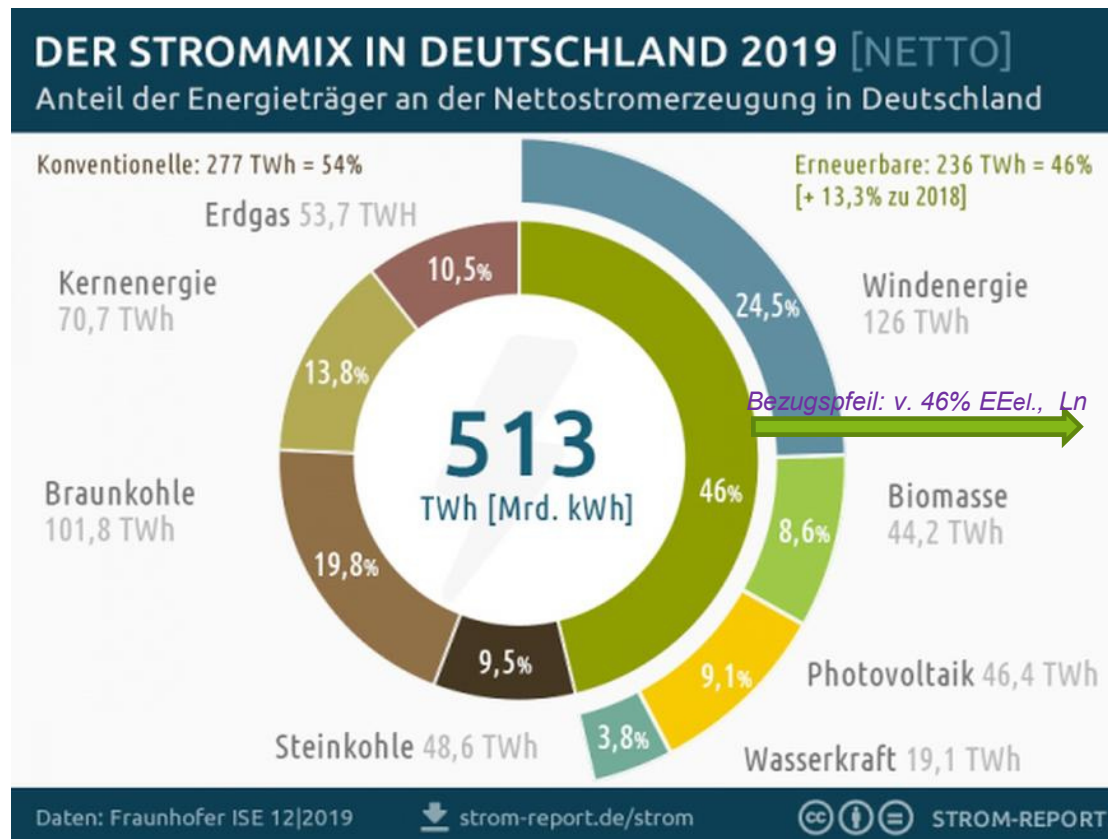


https://www.sfv.de/artikel/fernleitungen_ungeeignet_zum_ausgleich_fluktuierender_erneuerbarer_energien

Lücken der Elektrifizierung

Erneuerbare Energie

A



Nur 15% vom Primär-Energieverbrauch!*

Speicherproblematik?

www.erneuerbareenergien.de

*www.umweltbundesamt.de/daten/energie/

Welche Wege zusammen können uns im Klimawandel noch „retten“? von ChemieIng. Martin Lindemann, 21.4.23

1. BHKW –Netz mit a) HT-“Nah“wärme sowie b) „Kaltwasser“-NT-“Fern“wärme + ca. 23°-kaltwassergestützter Wärmepumpe in Stadtbereichen; BHKW mit nachhaltigem Holz, Stroh, Biomasse, notfalls Gas in den Wintermonaten gefeuert. Speicher-Wasserstoff/NH₃ aus Überschussenergien, soweit wie sinnvoll. Dabei jedoch keine neuen „öko-kolonialistischen“ Abhängigkeiten durch ggf. massive Fern-Importe schaffen.

2. Intellig. Stromzähler wie Smartmeter/Tibber-Pulse bei flexiblem Strom-Börsenpreis, CO₂-Preis >100,- pro ton; durch passgenau-knappe, gestufte Sozialkontingente sowie Export/Import-Erstattung/Verzollung flankiert. Halbstündliche Strom-Ampel per App und im Wetterbericht der Rundfunk/TV-Nachrichten.

3. Tempolimit 100/120 bundesweit; Innenstadt-Parkplätze drastisch verteuern (Bsp. Amsterdam), Kerosinsteuer

4. Mobilität für's Land: FreeRide Superflex-„Tramper“-App mit Registrierung, beiderseitigem Notruf, automatischer (Steuer/Mitfahrer)Rückerstattung. Gegen Aufpreis mit Zeitfenster-Mobilitätsgarantie für Rufbus/Ruftaxi o.ä.

5. Damit wir der Natur mehr Raum u.a. für nachhaltige Land- und Forstwirtschaft zurückgeben, forderte 2016 auch der Generalsekretär des Club of Rome, Graeme Maxton, u.a.v.m. eine 1-Kind Politik. Ich selbst wünsche etwas flexibler und freiwilliger eine 0-1(max2)Kind-Familienpolitik auf friedlichen Wegen als Pflichtthema im Reli- & Ethik-Unterricht; ebenso per Bildungs-Pflichtseminar für Erwachsene, bundes- sowie weltweit unter dem Dach der UN. Merke: Mehr Menschen nehmen der Natur mehr Flächen für intensiv/extensive Landwirtschaft und (Öko)Energierzeugung weg.

Kinderlose bekümmern „fremde“ Kinder durch Patenschaft mit: **Jeder der da ist, ist herzlich willkommen!!** Überalterungsfolgen auffangen durch: a) Zivildienstpflichtjahr bis 50 J. (Freikauf durch Jahres-Nettoeinkommen mit 45 J. -mind. z.Zt. 26.000,- möglich); b) freiwillig & gefördert, u.U. leicht bezahlt: Rentner:innen-Mitarbeit usw.