

Die Lühmann Gruppe:

Energie- und **Mobilitäts**lösungen der
Zukunft.

kompetent. partnerschaftlich. innovativ.



E-Fuels – Der Game Changer der Mobilität!

Dr. Lorenz Kiene, Christian Lühmann GmbH, Hoya
Beirat UNITI e.V.

2021



Das ist UNITI:



* Alle Angaben sind Circa-Angaben (Stand Februar 2011)



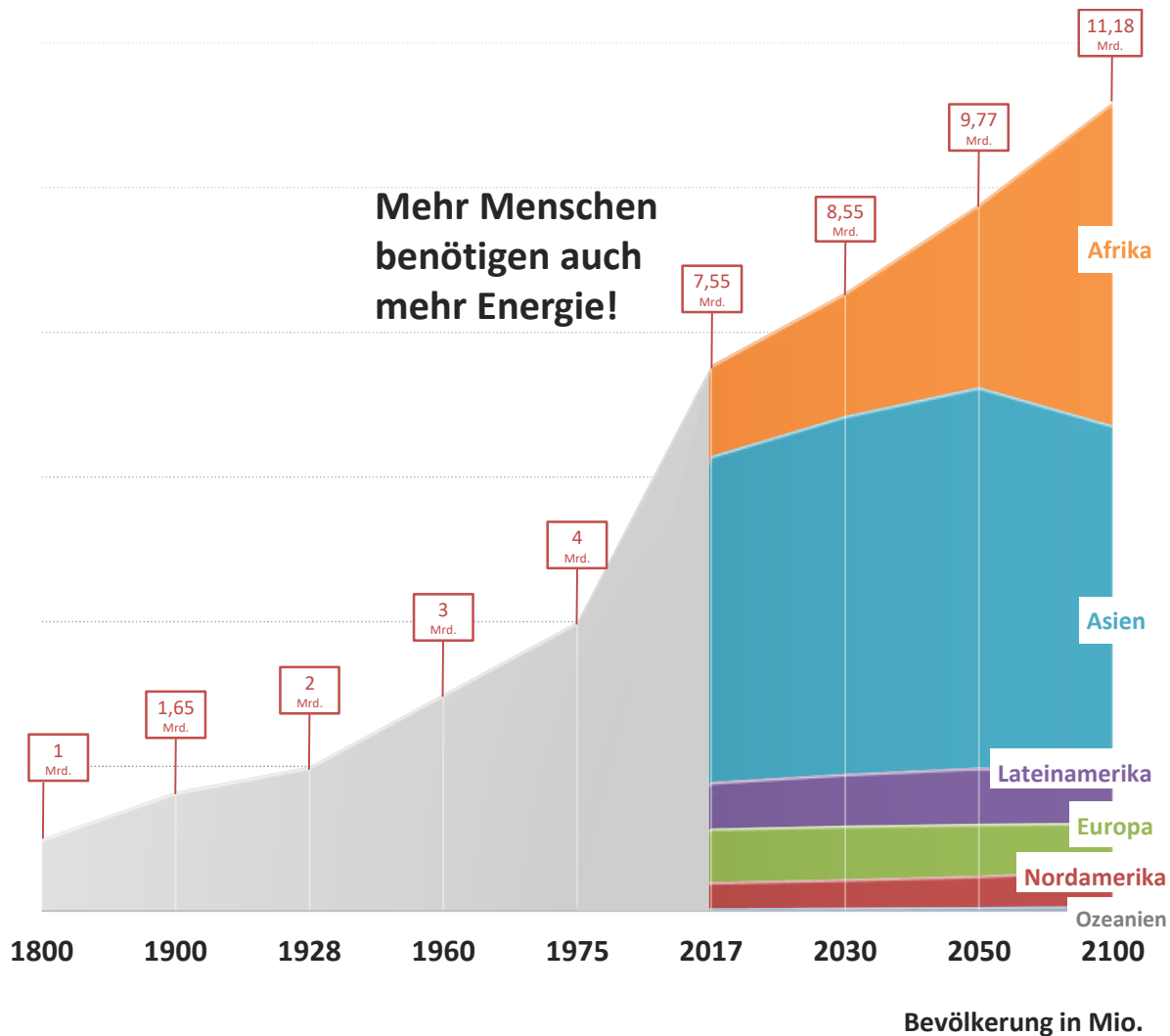
**Klimawandel ist
eine globale
Herausforderung
und braucht
deshalb eine
globale Lösung.**



(C)chathuporn_stock

Unsere Welt im Jahr 2100.

→ Prognose der Bevölkerung in den Kontinenten bis 2100 (in Millionen)



Weltweit gibt es
etwa 1,3
Milliarden
Fahrzeuge.
Hinzu kommen
rund 30.000
Flugzeuge und
rund 98.000
Schiffe.



Die weltweit
wachsende
Bevölkerung hat
einen
ungebrochenen
Hunger nach
Mobilität.



Die Pariser
Klimaziele
von 2015:
Keine fossilen
Energieträger
mehr.



Ziel: max. 2 °C Erderwärmung

Fakten zum Thema

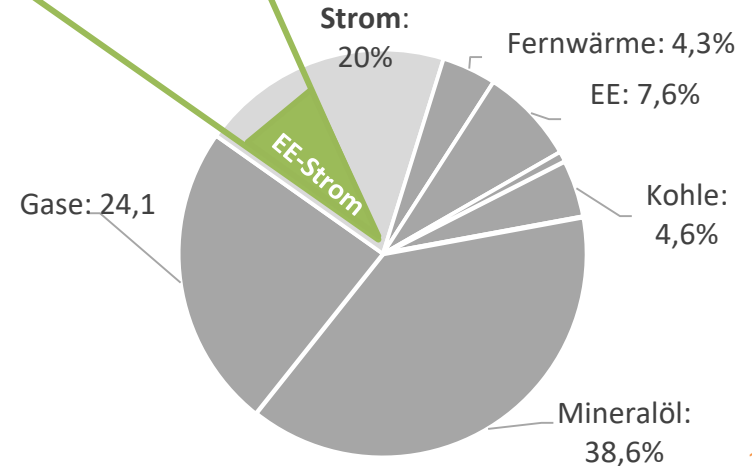
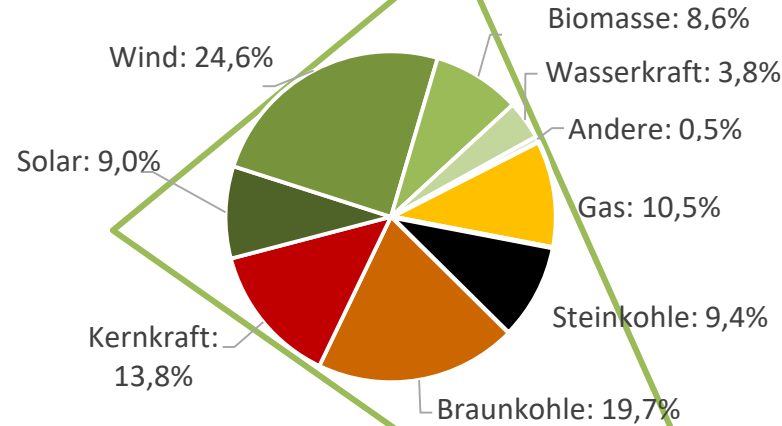
Energie & Umwelt

Fakt 1

Der Anteil erneuer-
barer Strom-
erzeugung am
Strommix betrug
2019 ca. 46%.

Am Endenergie-
verbrauch machte
EE-Strom
nur 8,39% aus.

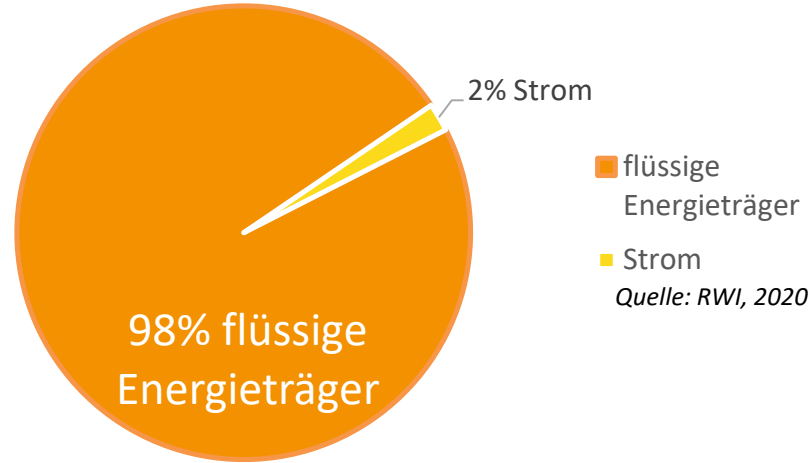
Nettostromerzeugung 2019



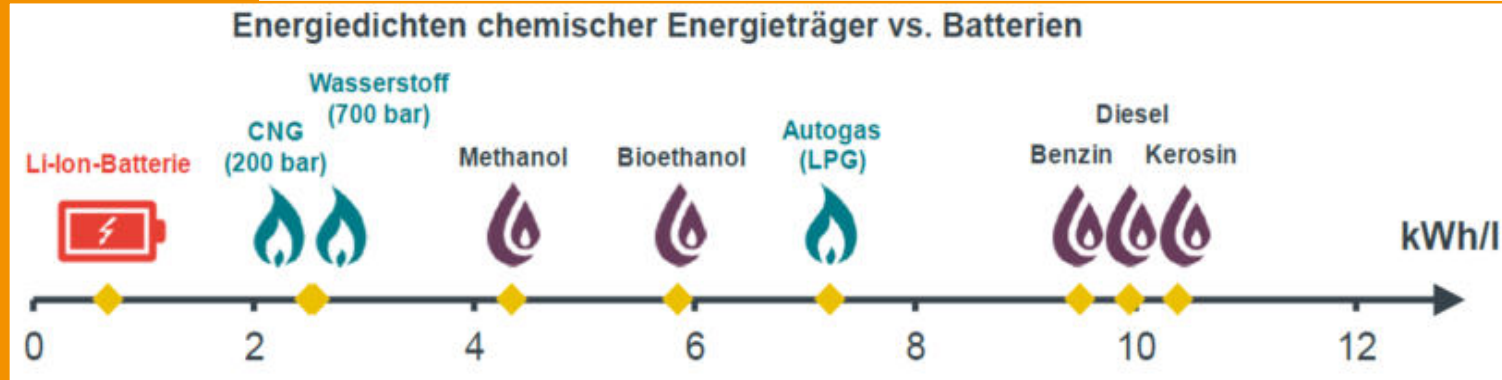
Quelle: Fraunhofer ISE, 2020

Fakt 2

Energieträger im Verkehrssektor (2019)



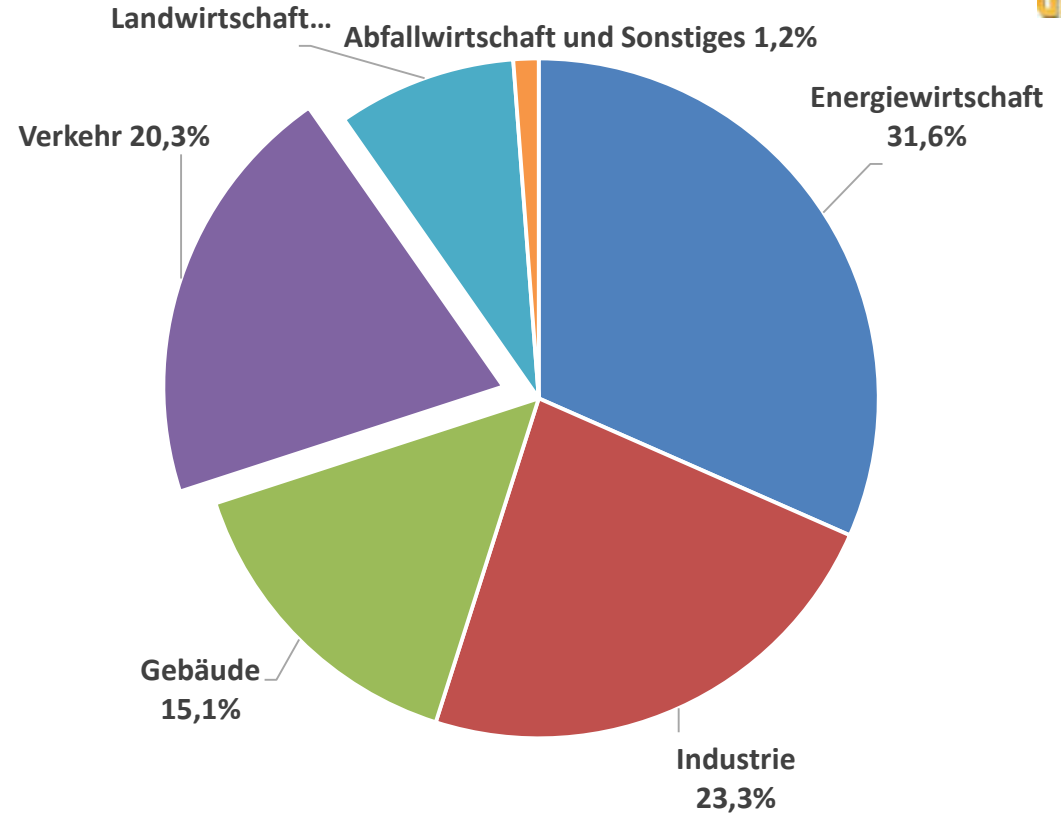
Warum sind flüssige Energieträger so erfolgreich?



Quelle: IW Köln / frontier economics: Studie "Synthetische Energieträger – Perspektiven für die Deutsche Wirtschaft und den internationalen Handel", 2018, S. 11.

Fakt 3

20% der Treibhausgas-emissionen von Deutschland entfallen auf den Verkehr.



Quelle: UBA, 2020

Fakt 4

Speicherkapazität

Strom 41 Minuten

Gas 120 Tage

Öl 230 Tage

Abbildung 3. Speicherkapazitäten in Deutschland



Quelle: Gasspeichervolumen gemäß Gas Infrastructure Europe, Speicherkapazitäten für flüssige Energieträger gemäß ETR Gutachten und Speicherkapazität von Stromspeichern entsprechend Deutscher Bundestag.⁸

Fakt 5

**Pkw-Bestand in
Deutschland:
ca. 47,7 Mio.**

**Pkw-Neuzulassungen
in Deutschland:
ca. 3 Mio.**



Quelle: KBA, PKW-Bestand zum 01.01.2020

Fakt 6

Der Personen-
verkehr wird weiter
wachsen



Fakt 7

Der Güterverkehr
wird weiter wachsen



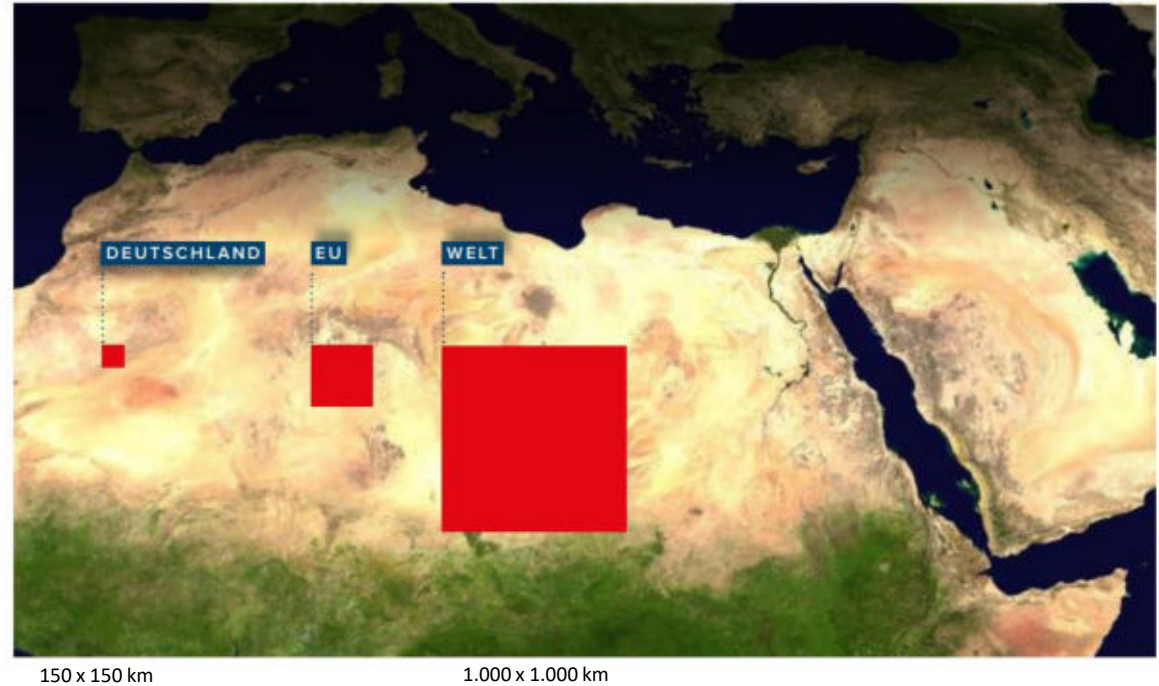
Fakt 8

Sonnenergie:

Die Sonne liefert
in nur **3 Stunden**
die **Energie** für
den Jahres-
energiebedarf der
gesamten
Erdbevölkerung.



Flächenbedarfe PV für Erzeugung Primärenergie- bedarf der Welt, EU und Deutschland

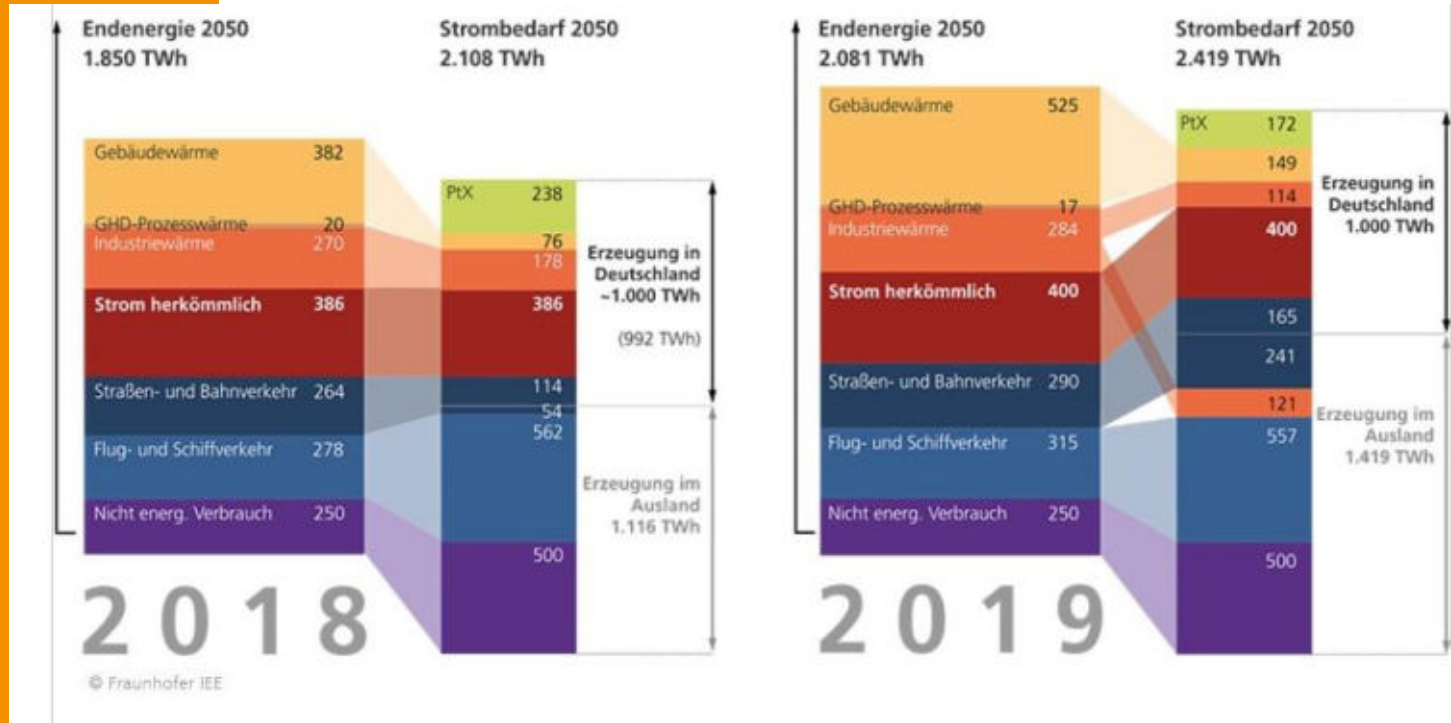


Eigene Darstellung nach Prof. Robert Pitz-Paál (DLR)

Erneuerbare Energien:

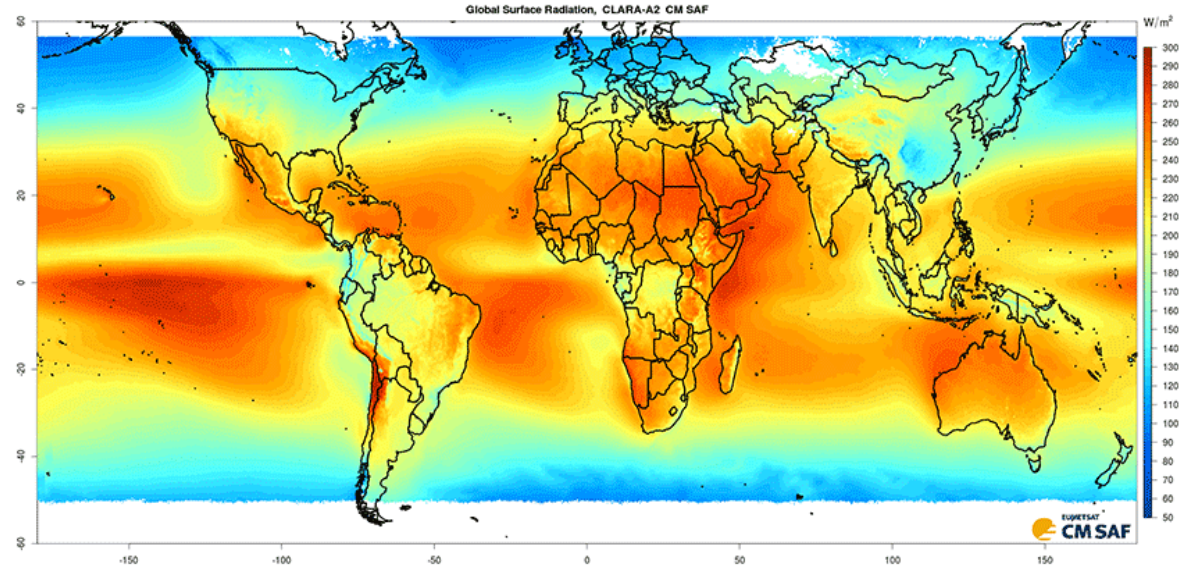
Warum wir einen globalen Ansatz brauchen

- Endenergiebedarf
2050 nach
Szenarien



Problem:

- Sonne scheint dort, wo wenig Energiebedarf ist.
- in Deutschland zudem saisonale Verteilung ungünstig



Schlussfolgerung:

Deutschland ist zwingend auf den

Import erneuerbarer Energien

angewiesen, um bis 2050

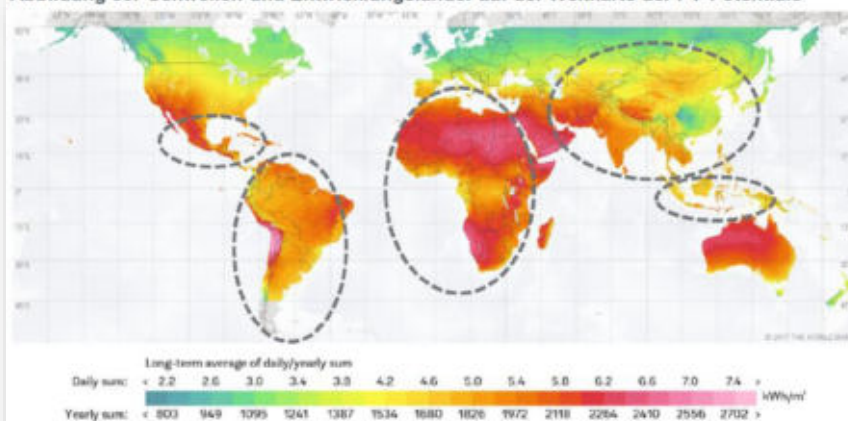
CO₂-Neutralität zu erreichen.

Erneuerbare Energien
aus Wind und Sonne sind
ausreichend vorhanden.

FRAGE:

Wie bekommen
wir den grünen
Strom nach
Deutschland?

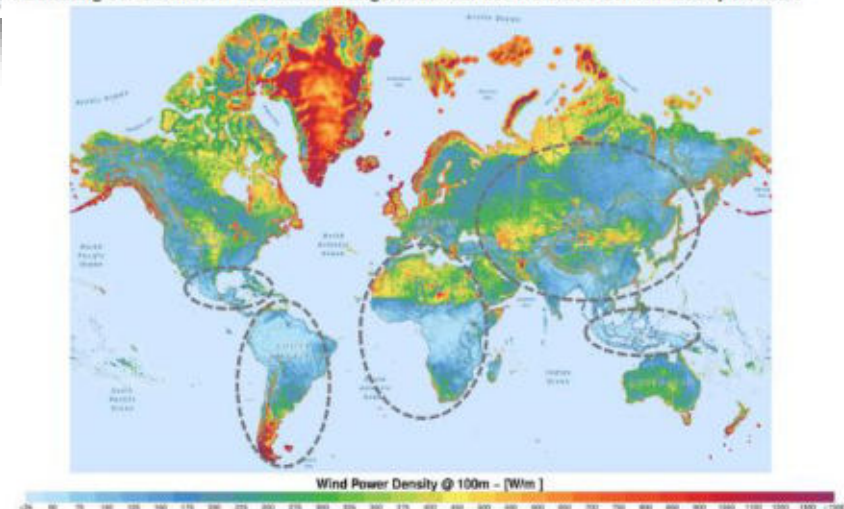
Abbildung 35. Schwellen- und Entwicklungsländer auf der Weltkarte der PV-Potentiale



Quelle: World Bank Group, Global Wind Atlas.

Hinweis: Global Horizontal Irradiation (GHI) – [kWh/m²].

Abbildung 36. Schwellen- und Entwicklungsländer auf der Weltkarte der Windkraftpotentiale



**Transport per
Kabel ist zu teuer
und löst das
Speicherproblem
nicht.**

(zusätzliche Herausforderung in D.:
Winter, Nacht, Windflaute,
Speicherung von Strom, etc.)



Unser Lösungsansatz:

Wir verflüssigen den grünen Strom und
transportieren ihn:

= grüner Kraftstoff
= E-Fuels

E-Fuels: Ein flüssiger Energieträger

Wie werden
E-Fuels
hergestellt?



<https://www.youtube.com/watch?v=2bTBbPcl1uY>

E-Fuels wirken
nicht nur
im PKW sondern
auch in allen
anderen
Verkehrsträgern.



...sind weltweit
einsetzbar und
können die
weltweit
bestehenden
Infrastrukturen
nutzen.



Weitere Vorteile
von E-Fuels:

Beschäftigungs-
und Standort-
sicherung in
Deutschland



E-Fuels sichern über **800.000** Arbeitsplätze
im Bereich der Automobilindustrie und
schaffen **470.800** zusätzliche Arbeitsplätze
in Deutschland.

*Quelle: IG Metall 2018; IW Köln / frontier economics: Studie "Synthetische Energieträger –
Perspektiven für die Deutsche Wirtschaft und den internationalen Handel", 2018, S. 48.*

**E-Fuels sind
wichtig für
Entwicklungs-
länder und
ermöglichen
ein weltweites
Wirtschafts-
wachstum
und...**



**E-Fuels eröffnen
Entwicklungsländern
wirtschaftliche Perspektiven.**
Zum Beispiel können Länder
in Afrika Energiehersteller
werden und so Wohlstand
schaffen.



2.000 Mrd. Euro

Wertschöpfungspotential

aus der PtX Produktion für den PtX Weltmarkt
von rund 20.000 TWh pro Jahr entspricht in
etwa der Summe des BIPs der 120 ärmsten
Länder der Welt.

... bieten
Perspektiven
für jetzige Öl-
Förderländer.



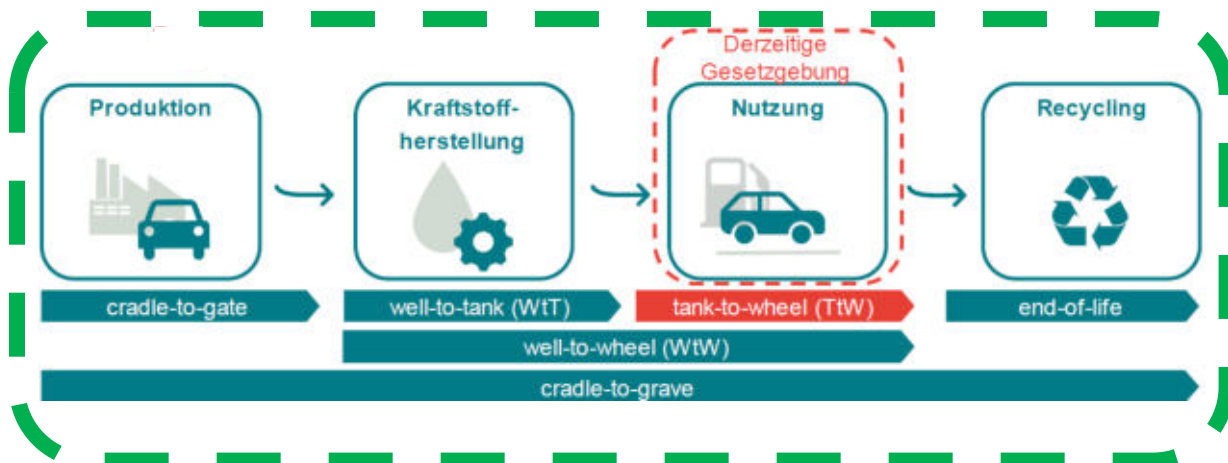
**Die Ölexporteure von heute können
E-Fuels-Lieferanten von morgen sein.**

Irrtümer über E-Fuels

Hauptgrund für
Irrtümer zu E-
Fuels:

„Tank to Wheel“-
Betrachtung

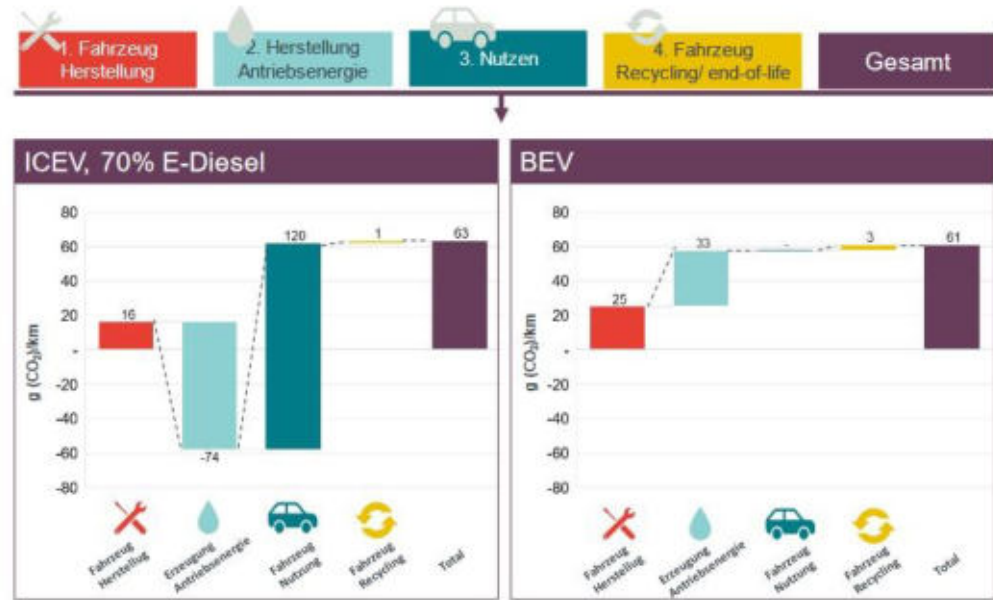
Cradle-to-grave (Life cycle)



Irrtum #1

CO₂ entsteht
in allen Phasen des
Lebenszyklus eines
Fahrzeugs

→ Gesamtheitliche
Betrachtung
notwendig!



Quelle: Frontier Economics

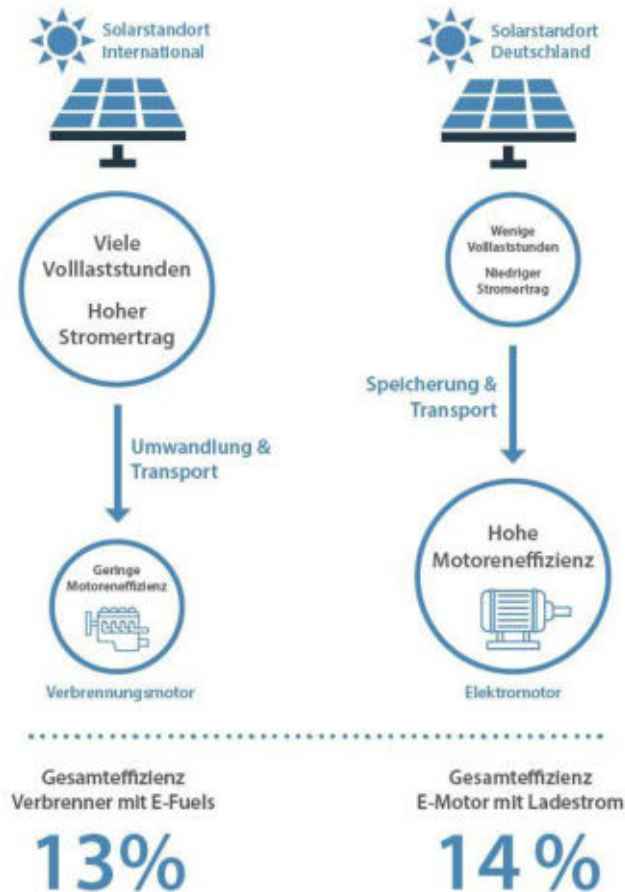
Hinweis: Fahrzeugtyp: Mittelklasse, Jahr der Anschaffung: 2040, Nutzungsdauer: 10 Jahre, Jahresleistung: 15.000 km, Kraftstoff: Diesel mit 70% E-Diesel Beimischung, Betriebsland: Deutschland (Referenzszenario), Herstellungsland Batterie: EU (Referenzszenario), Dynamisch

Irrtum #2

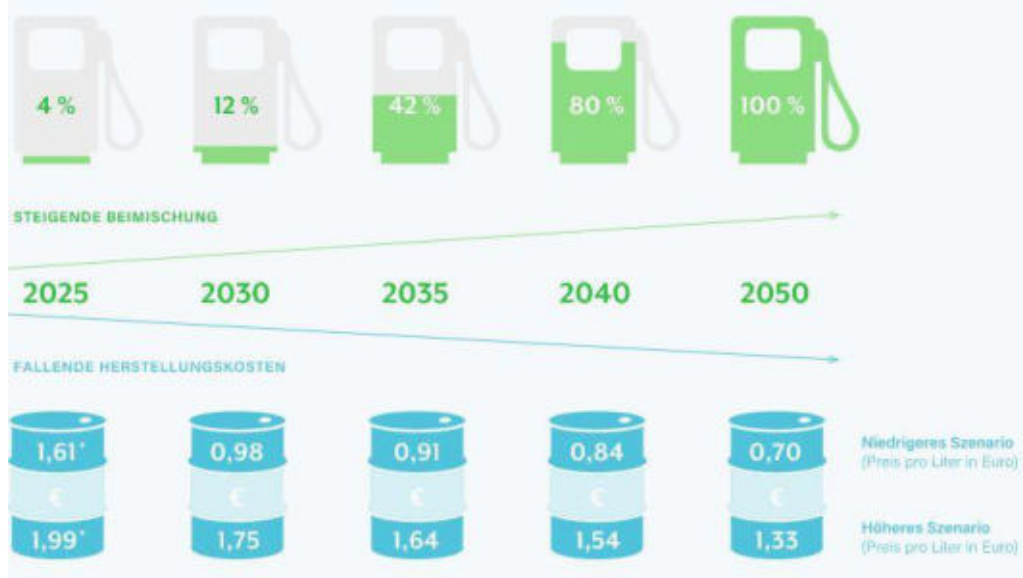
„Strom für E-Fuels zu nutzen ist weniger effizient als für BEV.“



Die Gesamteffizienz ist entscheidend



Herstellungskosten von E-Fuels (PtL – Syncrude als Erdölersatz) bei industrieller Großproduktion in wind- und sonnenreichen Regionen der Welt.



1 Niedrigeres Szenario (Preis pro Liter in Euro)



Irrtum #3

„E-Fuels sind viel zu teuer.“

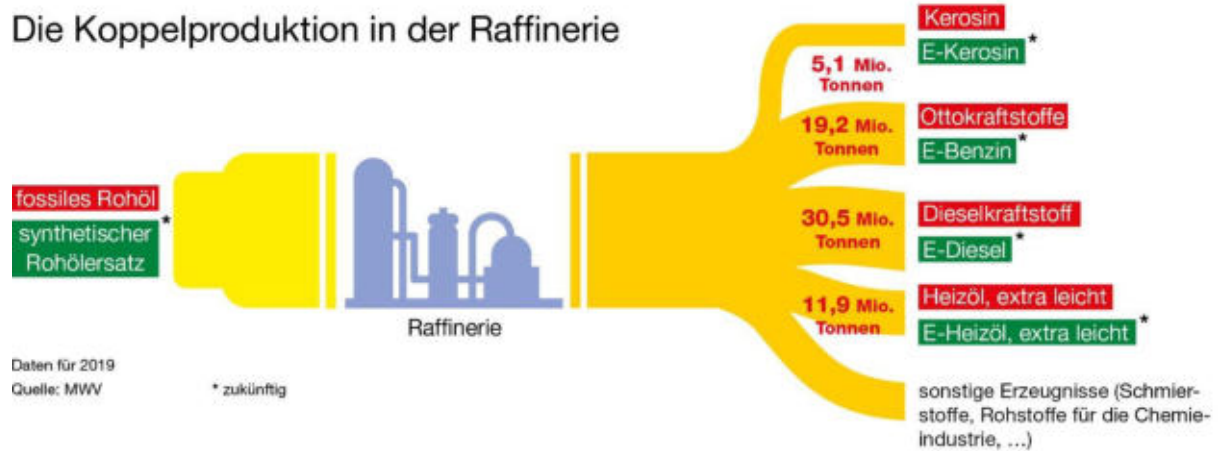
Herstellungskosten von E-Fuels sinken bei steigender Beimischung von E-Fuels. Das führt zu jederzeit bezahlbarer Mobilität

Irrtum #4

„E-Fuels nur für den Flugverkehr.“

Ohne E-Fuels im Auto wird es niemals E-Kerosin im Flugzeug geben!

Die Koppelproduktion in der Raffinerie



- Alle im Raffinerieprozess gewonnen Koppelprodukte müssen vermarktbar sein.
- Steuerlicher Gestaltungsspielraum ist bei Kerosin nicht vorhanden & Zahlungsbereitschaft ist stark eingeschränkt.
- Starker Wettbewerb im internationalen Flugverkehr.
- Möglichkeit für Fluglinien, Tanken in preisgünstigere Regionen zu verlagern.

Die Quintessenz

- Deutschland ist **auf Importe** von Erneuerbaren Energien **angewiesen**.
- **Import** von **Erneuerbaren Energien** nach Deutschland kann erst durch E-Fuels als Energieträger überhaupt wirtschaftlich gestaltet werden.
- Mehrere Sektoren, wie **Mobilität** und **Wärmemarkt**, profitieren und zwar unmittelbar.
- Eine **globale Lösung** für eine globale Herausforderung.

E-Fuels – der Lösungsansatz für die Mobilität

- Die bestehenden Fahrzeugflotten können weiter verwendet werden.
- Die bestehende Infrastruktur kann weiter genutzt werden.
- Klimaschutz kann damit schnell im Bestand und bei den Neufahrzeugen wirken.
- E-Fuels lassen sich flexibel speichern und transportieren.
- E-Fuels bieten hohe Versorgungssicherheit.
- E-Fuels sind bezahlbar. Sie lassen sich mittelfristig für rd. 1 € je Liter herstellen.

Unsere Forderungen an die Politik

1. Anrechenbarkeit von E-Fuels bei der EU-Flottenregulierung von Pkw / Nfz / LKW.
2. Mindestquote für E-Fuels im gesamten Verkehr.
3. Umstellung der Energiesteuer im Verkehr auf eine reine Abgabe auf Emissionen von fossilem CO₂.
4. Förderung von außereuropäischen Energieprojekten in Form von Energiepartnerschaften.
5. Realitätsnahe Ausgestaltung der Euro-7-Abgasnorm.
6. E-Fuels als Reinkraftstoffe zulassen.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Mehr Informationen unter:

www.efuels-forum.de

www.efuels.de sowie www.efuel-today.com

www.efuel-alliance.eu

Die Lühmann Gruppe:

Energie- und **Mobilitäts**lösungen der
Zukunft.

kompetent. partnerschaftlich. innovativ.



Aktuelle Projekte zu E-Fuels & Weitere Informationen



Bestehende Anlagen zu synthetischen Kraftstoffen mit nennenswerten Produktionskapazitäten in Deutschland

TU Bergakademie Freiberg:

- Erbaut 2010
- Kapazität ca. 100 l/h
- Einsatzstoff: Bio-Methanol



Karlsruher Institut für Technologie

- Erbaut 2012
- Kapazität ca. 80 l/h
- Einsatzstoff: Stroh (bioliq-Anlage)

Bestehende Anlagen zu synthetischen Kraftstoffen mit nennenswerten Produktionskapazitäten in Deutschland

Anlage zur Produktion von Kerosin in Werlte (Emsland)

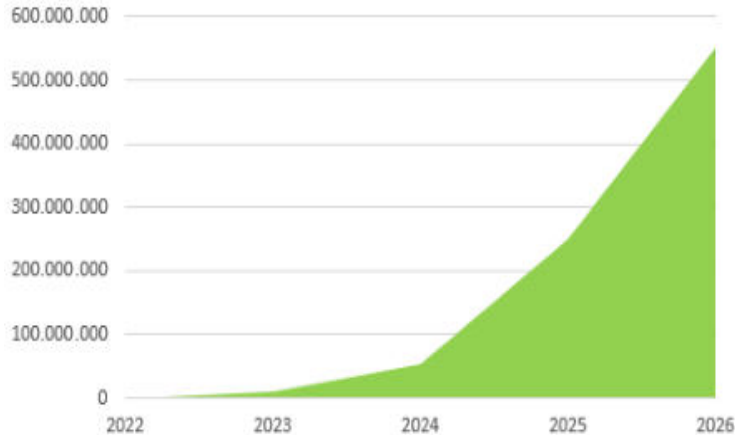
- beteiligt am Projekt sind Atmosfair, Siemens und EWE
- die Anlage hat eine Kapazität von 360 Tonnen Kerosin pro Jahr
- Kerosin wird aus Windstrom, Wasser-Elektrolyse, CO₂ aus Biomasse und CO₂ aus der Luft hergestellt
- Kapazität 360 Tonnen pro Jahr
- Inbetriebnahme am 04.10.2021
- Kerosin soll von der Lufthansa genutzt werden

Welche Planungen für Produktionsanlagen **existieren** bereits? Teil 1



SIEMENS

Liter



Projekt mit Beteiligung von Porsche und Siemens in Chile:

- **bis 2026:** Produktion von **550 Millionen Liter E-Fuels** geplant
- **bis 2024:** Produktion von **55 Millionen Liter E-Fuels** geplant
- **in 2022:** Produktion von **130.000 Liter E-Fuels** geplant
- **2021:** erster Spatenstich erfolgte am 10.09.2021

(Quelle: autobild.de, Bericht 07.12.2020, Porsche Siemens Herstellung von E-Fuels als E-Auto-Alternative, <https://www.chemietechnik.de/anlagenbau/porsche-und-siemens-bauen-erste-grossanlage-fuer-e-fuels-106.html>)

Welche Planungen für Produktionsanlagen **existieren** bereits? Teil 2



Quelle: Industrielles Anlagenmodul, INERATEC GmbH)

Projekt Ineratec in Frankfurt-Hoechst:

- ab 2022:
bis zu **4,6 Millionen Liter E-Fuels p. a.** geplant
- Nutzung von bis zu 10.000 Tonnen CO2 p.a.
- Absatz u.a. über Tankstellen
(CLASSIC und 17 weitere Partnern)

(Quelle: Ineratec GmbH)

Welche Projekte für Produktionsanlagen **existieren** bereits? Teil 3



Projekt von Norsk e-Fuel und sunfire u.A. in Norwegen:

- in 2026: Produktion von
100 Millionen Liter E-Fuels geplant
- ab 2023: Produktion von
10 Millionen Liter E-Fuels geplant
- Ziel: synthetisches Kerosin für Flugzeuge

(Quelle: sunfire GmbH, Norsk E-Fuel)

Welche Projekte für Produktionsanlagen sind in Planung?



Joint Venture H&R Gruppe und Mabanaft

- Produktionsplanung in Hamburg von E-Fuels

(Quelle: Pressemitteilung Mabanaft Gruppe, 20.11.2020)

Tank Roth GmbH, IWO und AVL List; Österreich

- Bau der Anlage soll in 2021/2022 beginnen
- Inbetriebnahme Ende 2023 geplant
- 500.000 Liter in der ersten Phase geplant

(Quelle: wienerzeitung.at, 30.11.2020;
Tiroler Wirtschaft 30.10.2020)

Welche **Planungen** für Anlagen laufen bereits?

Produktion von synthetischem Kerosin Stuttgart

- Beteiligte sind das Land Baden-Württemberg, Flughafen Stuttgart und vier europäische Zementhersteller
- Bau Pilotanlage in 2022 geplant
- Betrieb ab 2023 geplant

(<https://www.swr.de/swraktuell/baden-wuerttemberg/bw-kerosin-aus-zementwerkabgasen-100.html>)

Forschungsprojekt Kerosyn100 in Heide bei Hamburg

- Beteiligte sind CAC, Raffinerie Heide, Uni Bremen und TU Bergakademie Freiberg
- in 2024 20.000 Tonnen geplant
- Erstellung Konzept in 2021

(Quelle: https://www.deutschlandfunk.de/neo-kerosin-die-suche-nach-dem-guten-flugtreibstoff.740.de.html?dram:article_id=463593, <https://www.cac-synfuel.com/de/>)

Produktion von E-Kerosin und E-Methanol in Südfrankreich geplant

- HY2GEN plant eine Anlage in Südfrankreich (100 MW Wasserelektrolyseanlage)
- E-Kerosin und E-Methanol Prozesse geplant
- SAF-Produktion: 100.000 Liter/Tag
- Biomethanol-Produktion: 100.000 Liter/Tag

Quelle: <https://hy2gen.com/france/>, 15.11.2021

Welche **Planungen** für Anlagen laufen bereits?

Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt plant Pilotanlage

- beauftragt durch Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
- jährlich bis zu **10.000 Tonnen klimaneutrales Kerosin** und **Benzin**
- beteiligt sind das DLR-Institut für Verbrennungstechnik Stuttgart, die Technische Universität Hamburg und John Brown Voest

(Quelle: DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, 27.01.2021)

Anlage „Power-and-Biogas-to-Liquid“ in Frankfurt

- Caphenia plant Anlage in Frankfurt Hoechst
- als Ausgangsstoffe dienen Biomethan, CO₂, Wasser und Strom aus erneuerbaren Energien

(Süddeutsche Zeitung, 27.01.2021)

Welche **Planungen** für Anlagen laufen bereits?

bp arbeitet mit Partnern an ,grünem Kerosin – Konsortium GreenPower2Jet

- Konsortium aus BP Lingen, AIR BP, Airbus, DLR, Dow, Hoyer, Technische Universität Hamburg
- Bau von industrieller Anlage in 2022 geplant

<https://www.chemietechnik.de/markt/konsortium-plant-industrielle-power-to-liquid-anlage-in-stade.html>

Shell will synthetisches Kerosin in Rheinland Raffinerie produzieren

- Baubeginn 2022
- Erweiterung der Anlage von 10 MW auf 100 MW Elektrolyseur geplant
- Partner sind ITM Power, ITM Linde Elektrolysis GmbH und Linde
- zur Produktion sollen grüner Strom und Holzreste als Biomasse eingesetzt werden
- jährlich bis zu 100.000 Tonnen synthetisches Kerosin und Naphtha möglich

(Quelle: Shell 26.02.2021)

Ptx-Labor entsteht in der Lausitz

- Bau einer Demonstrationsanlage primär für Kerosin
- bis 2024 stehen 180 Millionen Euro zur Verfügung
- Projektbeteiligte u.a. sind der Bund, das Land Brandenburg, Rolls-Royce, BASF und Sunfire

(Quelle Pressemitteilung BMU 02.03.2021, DVZ 03.03.2021)

Weitere Informationen zu E-Fuels

- **Startup Prometheus Fuels**

wird von BMW mit ca. 11 Millionen Euro unterstützt
Technologieansatz setzt auf CO₂ aus der Luft und Hexanol

Quelle <https://www.prometheusfuels.com/technology/>; Computerbild 10.06.2020

- **PlasmaFuel Forschungsprojekt**

Universität Stuttgart, Universität Bayreuth, MCT Transformatoren GmbH, Overspeed GmbH & CO. KG planen
Methode zur Herstellung von Kerosin und Diesel aus nachwachsenden Rohstoffen

(Quelle Fachmagazin Internationales Verkehrswesen 17.02.2021)

- **Formel 1 erhält für Tests E-Fuels**

FIA verteilt Proben von E-Fuels an 4 Motorenhersteller

(Quelle auto motor und Sport 23.02.2021)

- **Mazda ist neues Mitglied in der eFuel Alliance**

E-Fuels können einen wirksamen Beitrag zur Emissionsreduzierung leisten

(Quelle: auto motor und Sport 08.02.2021)

Weitere Informationen zu E-Fuels

- **Bundesverkehrsminister Scheuer fordert aus für fossilen Verbrenner bis 2035 und unterstützt E-Fuels**

(Quelle tagesschau 14.03.2021)

- **Grüner Wasserstoff von Spanien nach Karlsruhe – so könnten auch synthetische Kraftstoffe produziert werden**

Baden Württemberg plant Kooperation mit Spanien um grünen Wasserstoff zu erhalten
bis zu 200 MW Anlage in Cordoba geplant

grüner Wasserstoff bzw. Methanol soll dann nach Karlsruhe transportiert werden und dort auch zu synthetischen Kraftstoffen weiter verarbeitet werden

Beteiligte sind Viridi, Green Enesys Group, BSE Methanol, Siemens Energy Global und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

(Quelle Verkehrsrundschau 12.03.2021)

- **Quote für E-Fuels in Kerosin**

2% strombasierter Kraftstoffanteil in Kerosin bis 2030 verpflichtend geplant

(Quelle: airliners.de, 03.02.2021)

Weitere Informationen zu E-Fuels

- **Quote für E-Fuels in Kerosin**

- mind. 200.000 Tonnen strombasierter Kraftstoffanteil in Kerosin bis 2030 verpflichtend geplant
- Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft einigt sich mit verschiedenen Ministerien
- Projekte von Capenia und Ineratec sollen erste Mengen liefern
- Förderung BMVI für Entwicklung von regenerativen Kraftstoffen in Höhe von 640 Millionen Euro

(Quelle: Cleanthinking.de 07.05.2021; Pressemitteilung NOW GmbH 11.05.2021)

- **eFuel Alliance Österreich gegründet**

- IWO Österreich (Institut für Wärme und Öltechnik) ruft die eFuel Alliance Österreich ins Leben
- Ziel ist die Förderung von synthetischen Brenn- und Kraftstoffen

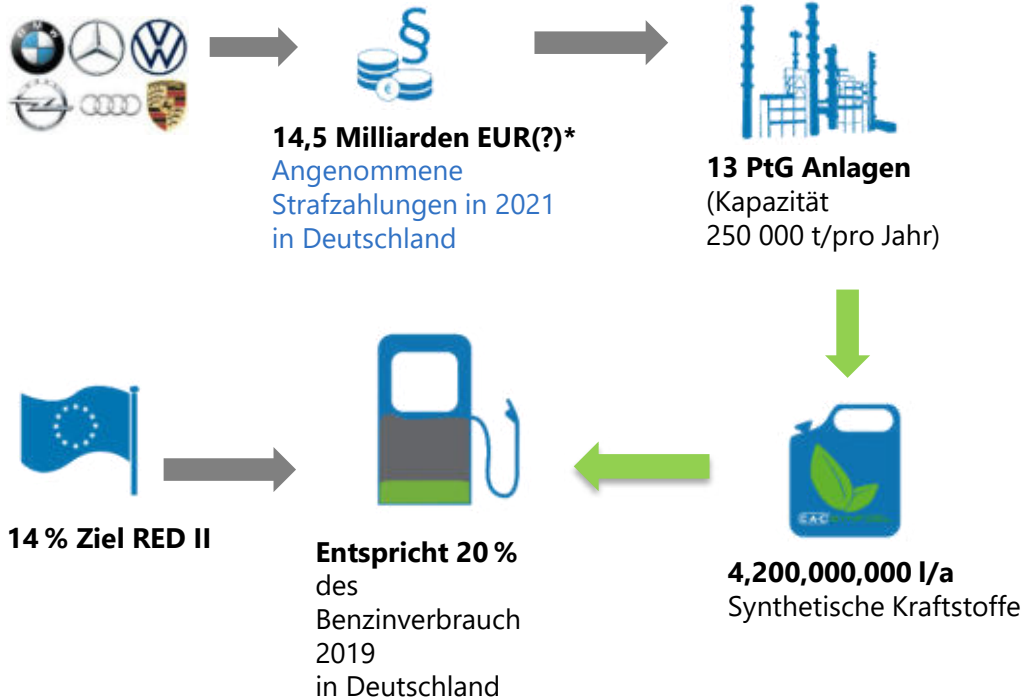
(Quelle Pressemitteilung IWO 30.11.2020)

- **ADAC fordert Beimischung nachhaltiger Kraftstoffe**

- ADAC schlägt eine verpflichtende Unterquote zur Beimischung von nachhaltigen Kraftstoffen

(Quelle Automobilwoche 04.05.2021)

E-Fuels – RED II... oder wie man eine EU Vorgabe auch klimaeffizienter umsetzen könnte...



Hypothese:

- Strafzahlungen der Automobilhersteller in Höhe von 14.500.000.000 €* werden in PtG-Anlagen investiert
- Produktion von 4.200.000.000 Liter synthetischer Kraftstoffe möglich
- Einsparung von ca. 10.000.000 Tonnen CO₂ im Vergleich zu Einsatz von fossilen Kraftstoffen möglich
- Das Ziel von RED II von 14% Nachhaltigkeit in der Mobilität für 2030 könnte sogar übertroffen werden...

Quelle: Chemieanlagenbau Chemnitz GmbH