

Berechenbare CO₂-Einsparungen gefordert!



Wegen Sanierung bis 2030 wenig Potenzial...



Gesunde Alternative, aber bundesweite CO₂ Einsparung sehr klein / kaum erfassbar...



E-Mobilität geht zu langsam voran und hat diverse Probleme...



CO₂-arme Kraftstoffe sind schon jetzt einsatzbereit.



CO₂-Einsparungen sind einfach zu berechnen:

 macht's vor!

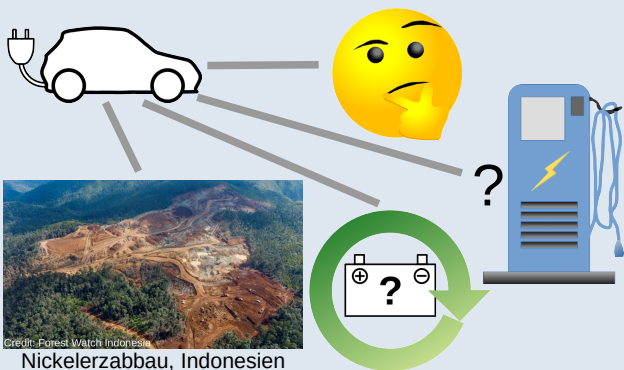
Hindernisse, Herausforderungen und Chancen...



Die Bahn: 40 Hauptstrecken werden saniert. Voraussichtliche Dauer, konservativ gerechnet, 5 Jahre. Bis 2030 wird keine wesentliche CO₂ Einsparung aufgrund gestiegener Fahrgastzahlen erwartet.

Nutzung des **Fahrrads** ist schwer zu erfassen und leistet nur geringe Beiträge zur CO₂-Einsparung.

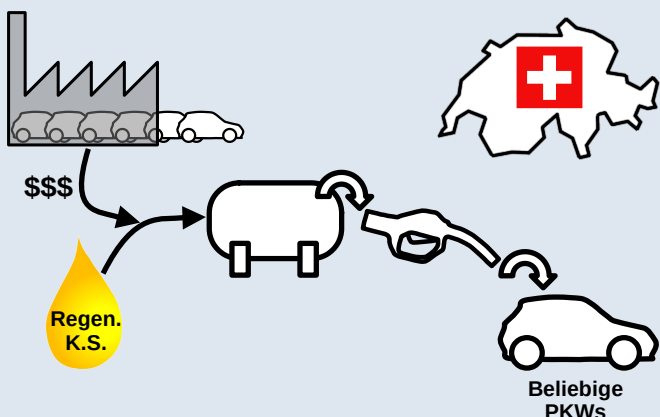
$$\text{Bicycle} \times \text{Germany} = ??? \text{ kg CO}_2$$



Probleme des E-Autos:

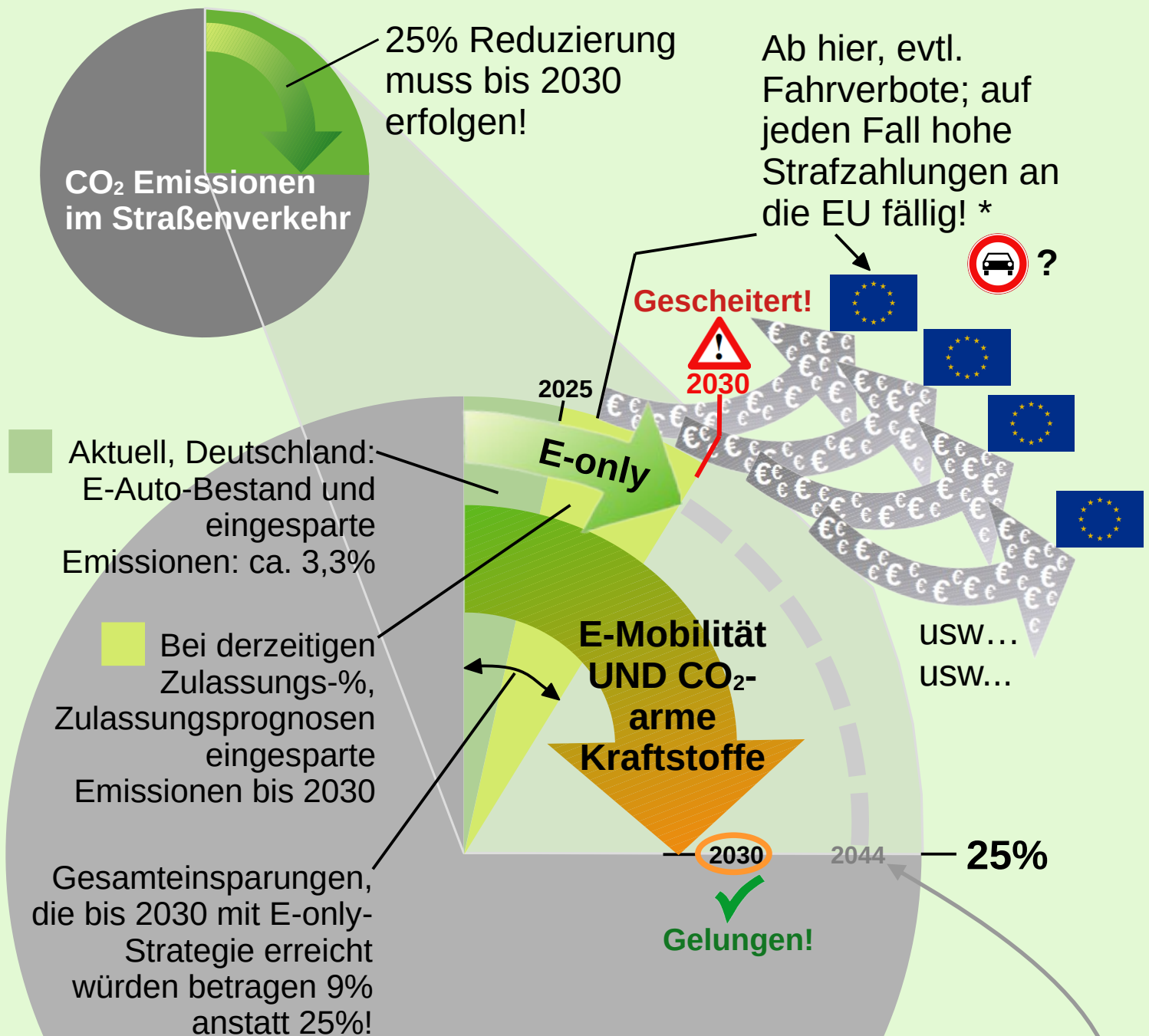
- Fehlende Verbraucherakzeptanz
- Fehlende Ladeinfrastruktur
- Hochbedenkliche Umweltbilanz wegen Bergbau für Akku-Mineralien
- Hochproblematische Akkuverwertung, daher fehlende Kreislaufwirtschaft
- Zweifelhafte Reduzierung von CO₂ Emissionen

Gesetzlich vorgegeben: bis 2030 muss im PKW-Verkehr eine 25% Reduzierung der CO₂ Emissionen erfolgen, sonst drohen Strafzahlungen in 100-Milliarden-Höhe an die Europäische Kommission. Auch Fahrverbote sind denkbar. Eine Strategie basierend hauptsächlich auf E-Autos reicht bei Weitem nicht aus.



In der Schweiz können Autohersteller schon heute regenerative Kraftstoffe indirekt einkaufen und in den *allgemeinen* Verkehr bringen, um ihre CO₂-Flottenwerte zu senken: Artikel 11a des Schweizer CO₂-Gesetzes und Artikel 26b, Anhang 4b der CO₂-Vernehmlassung.

Ein Problem mit extrem teuren Folgen...

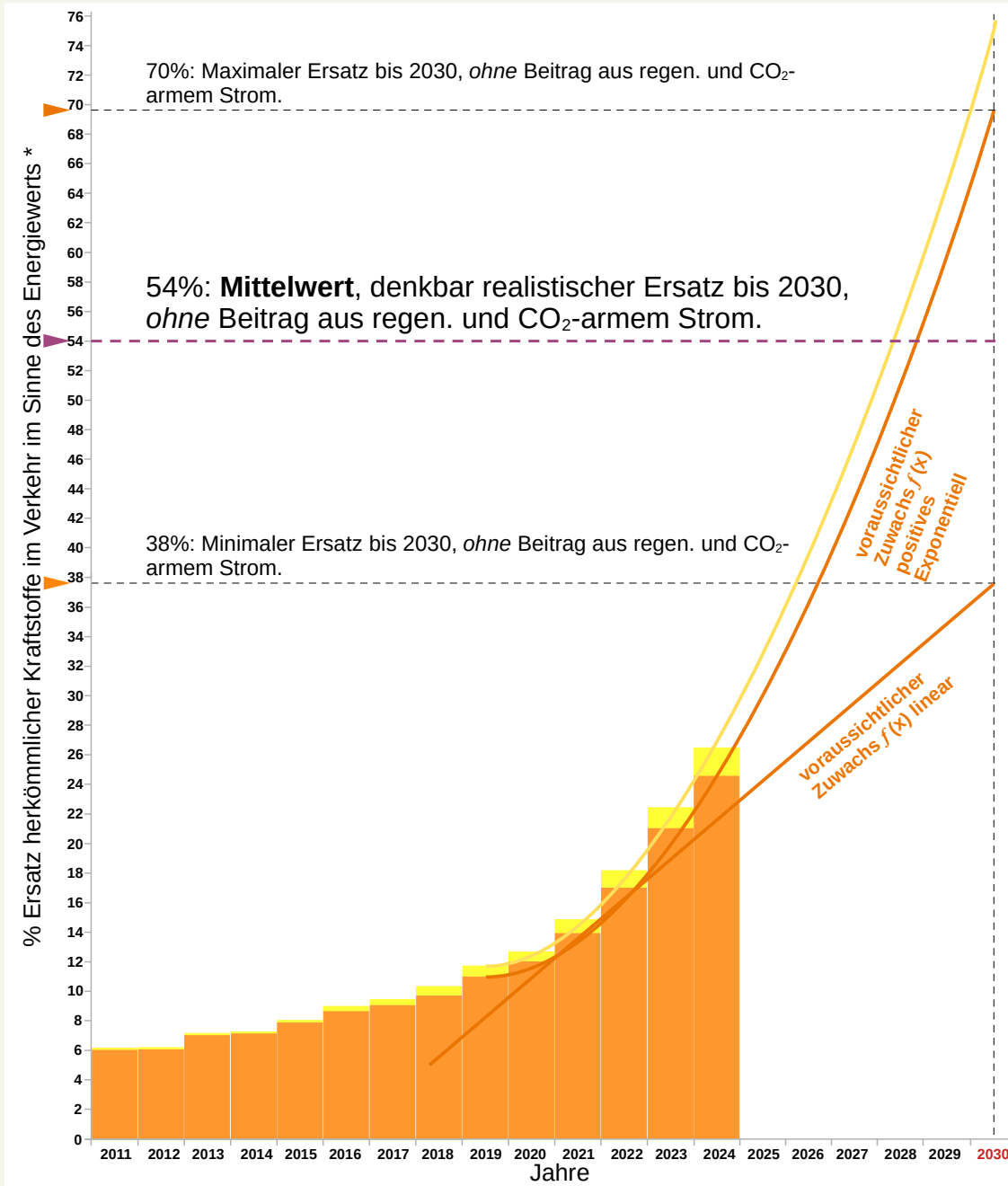


Anders gesehen, mit einer E-only-Strategie würde die 25% Emissionssenkung frühestens 2044 erreicht.

* EU-Lastenausgleiche sind finanzielle Ausgleichszahlungen, die EU-Mitgliedstaaten leisten müssen, wenn sie ihre verbindlichen nationalen CO₂-Reduktionsziele (v. a. in Verkehr, Gebäuden, Landwirtschaft) verfehlen. Sie dienen dem Ausgleich innerhalb der EU und der Sicherstellung gemeinsamer Klimaziele.

Kalifornien: Beeindruckende Erfolge und Perspektiven...

Ersatz herkömmlicher Energieträger im Verkehrssektor durch regenerative oder CO₂-arme Alternativen. Der "sunny State" schafft die Kurve hauptsächlich *nicht* durch "E-Autos mit PV-strom" ...



Zu betonen:

1. Mehr als 50% von traditionellen Energieträgern können bis 2030 durch CO₂-arme Kraftstoffe ersetzt werden. ▶
2. Hinzu kommt auch ein Anteil aus CO₂-armer Elektrizität – für E-Fahrzeuge – aber offensichtlich **nur ein sehr geringer Anteil** (gelb), und das obwohl es in Kalifornien nicht an Sonnenschein für die Photovoltaik mangelt.
3. Summa summarum, **in diesem politisch sehr "grünen" US Bundesstaat ist der sehr große Anteil des Erfolgs der Energiewende im Verkehrssektor, CO₂-armen Ersatzkraftstoffen zuzurechnen, und nicht dem Strom, der in Akkus gespeichert wird: Alternativkraftstoffe sind offensichtlich großmengen machbar und kein Märchen!**

- Regenerative (nicht-fossile) und CO₂-arme fossile Elektrizität in E-Fahrzeugen
- Regenerative (nicht-fossile) und CO₂-arme fossile Kraftstoffen in allen Arten von Fahrzeugen. Im neusten Balken (2024) ist die Zusammensetzung der orangenen Bereich etwa wie folgt: erneuerbares Diesel 48% (HVO, HVO100 und andere verarbeitete Ölreste); Ethanol 33%; Biodiesel 10%; Bio-CNG (compressed natural gas) 6%; Bio-LNG (liquid natural gas) 1%; Wasserstoff weniger als 1%; erneu. Flugkerosen weniger als 1%.

*Datenquelle für die Kartierung: California Air Resources Board (CARB) über LCFS Reporting Tool und Credit Bank & Transfer System (LRT-CBTS)

Ist Kalifornien eine seltsame Ausnahme, oder kann auch Europa Fossilkraftstoffersatz?

Ideale Standorte: 4 Länder stechen heraus...



Spanien: Große, nicht für die Landwirtschaft geeignete Flächen mit hoher Sonneneinstrahlung und daher billiger Strom mittels Photovoltaik.



Finnland: Riesige Mengen Wasserkraft, die extrem billigen Strom produziert; ziemlich konstante und kräftige Winde und große Möglichkeiten, Windturbinen auf Land zu bauen (wenig Flächenkonflikt).



Dänemark: Große Möglichkeiten für Windkraft in der Ost- und Nordsee kombiniert mit konstanten, starken Winden.



Frankreich (aus anderen Gründen): Starke politisch motivierte Wasserstoffstrategie, viel CO₂-armen und billigen Strom aus Kernkraft; Häfen an der Atlantikküste, die für Import von regenerativen Kraftstoffen aus anderen Ländern und Kontinenten wichtig sind.

<https://www.review-energy.com/movilidad/the-four-european-countries-driving-the-transition-to-renewable-synthetic-fuels>

Was von europäischen Herstellern heute schon technisch machbar ist – einige Beispiele...



Schweden hat die enormen Einsatzmöglichkeiten von regenerativem Methanol erkannt. E-Methanol wird hauptsächlich von drei Anlagen von der Firma Liquid Wind hergestellt (aus einer Mischung von biogenem und aus der Luft / aus Abgasen gewonnenem CO₂). Vorausgesehene Gesamtmenge E-Methanol ab 2028: 330.000 Tonnen/Jahr. <https://www.hydrocarbonprocessing.com/news/2025/02/liquid-wind-announces-new-efuel-facility-project-in-ornskoeldsvik-sweden> <https://global-efuels.com/news/liquid-wind-and-umea-energi-finalise-agreements-to-develop-efuel-facility-in-northern-sweden/> Außerdem: Norsk E-Fuel & Partner plant eine Anlage zur Herstellung von erneuerbarem Flugkerosin (e-SAF), voraussichtliche Jahresproduktion 80.000 Tonnen. Andere kleinere Anlagen zur Herstellung von E-Fuel sind in Planung.



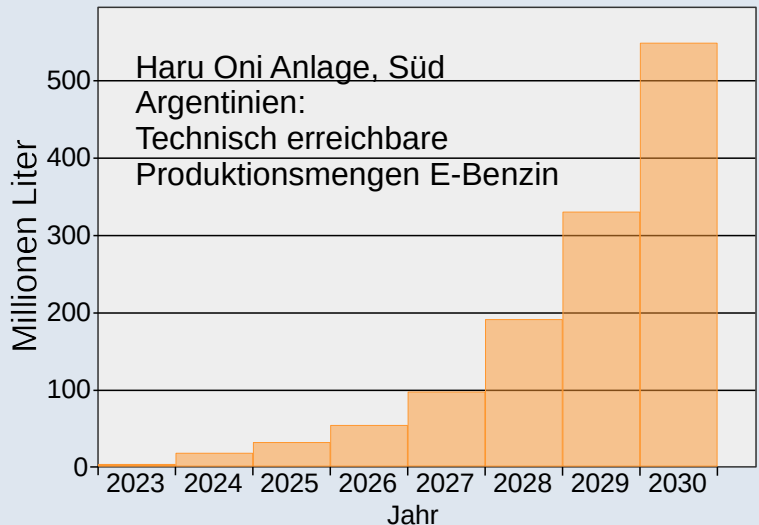
German eFuel One GmbH in Zusammenarbeit mit Lufthansa und anderen wird ab 2028 57.000 Tonnen (75 Millionen Liter) E-Benzin (der E10 Sorte) pro Jahr herstellen <https://gef1.de/en/> . Dies entspricht 145.000 Tonnen CO₂ Einsparnissen; INERATEC GmbH wird voraussichtlich 2.500 Tonnen E-Fuels für die Luftfahrt, Schifffahrt und Straßenmobilität pro Jahr herstellen <https://efuel-today.com/en/ineratec-begins-construction-of-the-efuel-production-plant-in-frankfurt-am-main> ; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Power-to-Liquid, e-SAF 2.500 Tonnen/Jahr ab 2028 <https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2025/dlr-erhaelt-157-millionen-euro-fuer-betrieb-der-technologieplattform-power-to-liquid-kraftstoffe> ; EDL HyKero, e-SAF 50.000 Tonnen/Jahr ab 2027 <https://biofuels-news.com/news/jm-and-bp-chosen-by-edl-to-support-production-of-saf-in-germany> .

Die politische und regulatorische Unterstützung dieser und ähnlicher Unternehmungen in ihrer ganzen Bandbreite von Einsatzszenarien – von Flugkerosin bis hin zu Ersatzkraftstoffen für PKWs – ist von dringender Wichtigkeit. Nur mit maximaler, technologieoffener Unterstützung wird die Branche mithilfe von weiteren Investoren wachsen und sich als nennenswerter Wirtschaftszweig in Deutschland (oder sogar Europa) etablieren. Ohne den PKW-Sektor droht nichts Geringeres als das Verkümmern eines ganzen zukunfts- und umwelt-orientierten ökonomischen Sektors.

Ein Prototyp für internationale Energie-Allianzen...



Haru Oni, Süd Argentinien

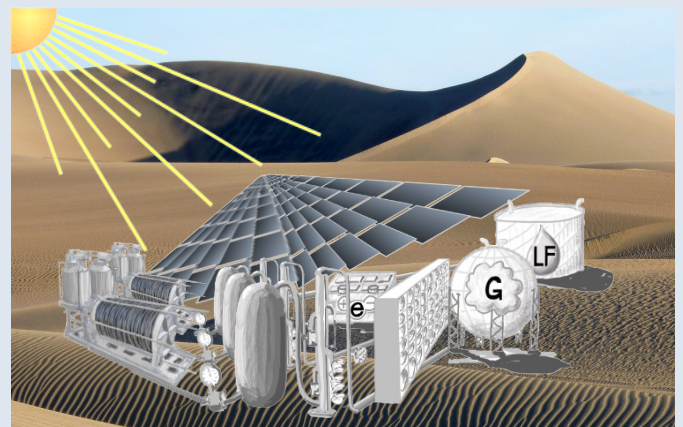


Obwohl bisher nur *eine* Windturbine bei Haru Oni dreht, ist die Anlage symbolisch für Energieallianzen zwischen Ländern, die riesige Mengen natürlicher Energie haben und jenen, die speicherbare und portable Energieträger brauchen.

Es ist nicht eine Frage *ob*, sondern *wann* mehr solcher Anlagen gebaut werden. Bisher haben politische und regulatorische Unsicherheiten in Europa verhindert, dass Haru Oni seine technisch mögliche Kapazität erreicht.

Pläne für riesige PV Anlagen, die **einen kleinen einstelligen Prozentsatz globaler Wüsten**

beanspruchen würden werden schon geschmiedet. Beispiel: um das globale Benzin durch e-Methanol zu ersetzen bräuchte man lediglich 0.8% der Gesamtfläche der Sahara Wüste. Bei all diesen Vorhaben ist das Prinzip gleich: **schonender für die Umwelt und deutlich praktischer ist es, Kohlenstoff-Wasserstoff-basierte Energieträger vor Ort zu synthetisieren, als entweder Strom oder Wasserstoff pur nach Europa zu befördern.**



Simulation, Wüstenanlage für regen. Kraftstoffe

Je länger solche Energieallianzen auf sich warten lassen, desto länger schreitet die von fossilen Treibstoffen verursachte globale Erwärmung voran!

Für die Zukunft dieses Industriesektors sind Politik und Regulierung entscheidend:

- Klare **quotenbasierte Verpflichtungen** (z. B. gesetzliche Vorgaben, wie viel E-Fuel fossilem Kraftstoff beigemischt werden muss);
- **Steuergünstige Rahmenbedingungen** für E-Fuels, weil CO₂-arm;
- Stabile **Investitionsanreize** (Subventionen, Garantiepreise);
- Internationale Normen für **RFNBO-Zertifizierung** (Renewable Fuels of Non-Biological Origin), die Haru Oni inzwischen bereits hat.

Diese politischen Rahmenbedingungen existieren bisher **nur in Ansätzen.**

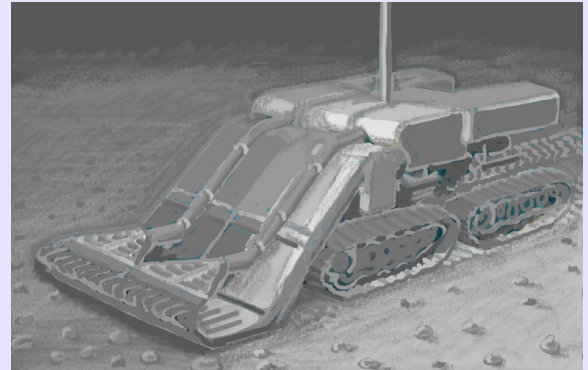
E-Fuels: Skalierbar ohne kritische Mineralien; Akkus nicht



Bildanerkennung: Fairphone / CC BY-NC 2.0 DEED

Abbau von Kobalterz ist mit erheblichen Umweltproblemen verbunden. Entgegen "alternativer" Berichtsatzung, geht heute 60 - 70% des globalen Kobalts in Akkus. Nickel, das Kobalt ersetzen soll, ist mit kaum niedrigeren Schäden an Umwelt und Menschen verbunden.

Extrem niedriger Gehalt von Kobalt im Gestein treibt industrielle Interessen immer mehr in Richtung "Mineralknollen" am Meeresboden (Tiefsee-Bergbau), wo Kobalt- und andere Erze reichlicher vorhanden sind als am Land.



30 - 40% der Arten in den "Knollenfeldern" leben auf oder in den Knollen!



Life at manganese nodule habitats: sea anemone. Photo: ROV KIEL 6000/GEOMAR

Viele wissenschaftliche Studien belegen die hohe Schädlichkeit des Tiefsee-Bergbaus für Ökosysteme innerhalb und oberhalb des Meeresbodens.

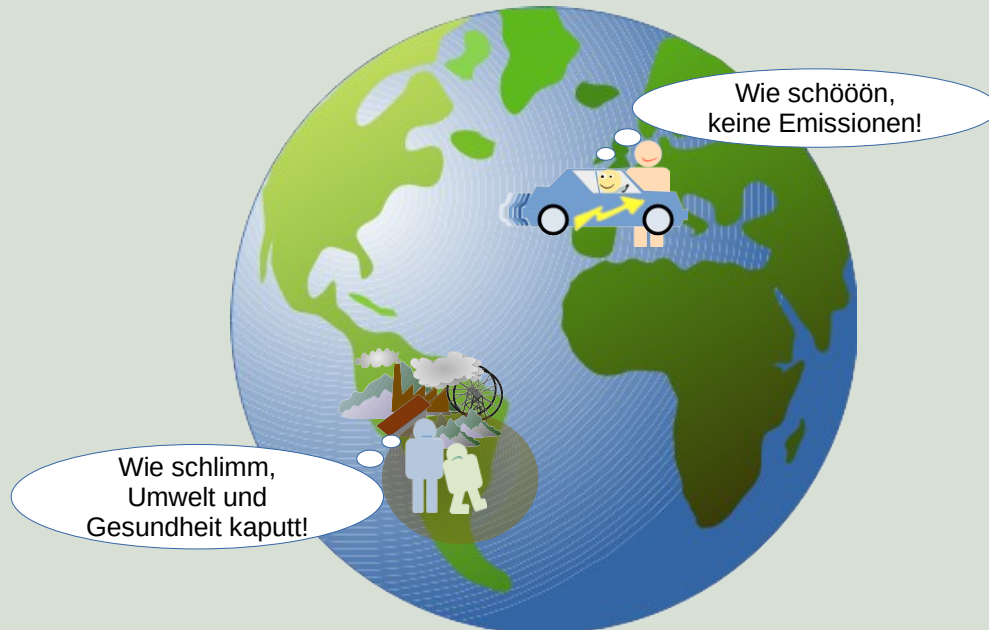
Auch wenn Akkus immer mehr auf Kobalt und Nickel verzichten, bleibt Lithium auf absehbare Zeit ein Hauptbestandteil. Dieses wird immer mehr aus Gestein gewonnen, ein Verfahren, das einen 2,5-Fach höheren Energie- und Wasserverbrauch hat als die Gewinnung aus Solen.



In einer 100% defossilisierten globalen Energiewirtschaft, um eine elektrische Speicherkapazität für nur 28 Tagen (moderat) mit Hilfe von Batterien zu erreichen, bräuchten wir **60 mal so viel Lithium, wie auf der Erde vorhanden ist.**

Die Herstellung von E-Fuels verursacht ein **Mehrfaches weniger Umweltschäden als die Akkuherstellung.** <https://andrewmoorescientist.com> ; <https://global.oup.com/academic/product/the-decarbonization-delusion-9780197664834>

In einer globalisierten Welt ist es sozial- und umwelttoxisch, überwiegend *lokal* zu denken...



Wichtig zu betonen:

1. Die Emissionssenkungen könnten durch den Einsatz von E-Fuels & Co. wesentlich schneller vorangehen als bisher. Dieseleratz erlebt den schnellsten Zuwachs.
2. Umweltschäden *insgesamt* werden minimiert, weil CO₂-arme Kraftstoffe problemlos schon von der Bestandsflotte getankt werden können, was bedeutet: weniger CO₂ Emissionen *und* Umweltschäden durch Neuwagenherstellung, die bei E-Autos besonders hoch sind.



Autor: Andrew Moore Dr. rer. nat. (Diplom und PhD von der Cambridge University UK).
Selbstständiger Wissenschaftler, Analyst und Wissenschaftsautor.
<https://andrewmoorescientist.com>