

# **Nachhaltige Mobilität Eine dringende Herausforderung**

**- Technologien, Konzepte, Politik -**

**Klimasprechstunde der TSB  
11.04.2023**

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



# Unterrepräsentiert in der Diskussion: Nachhaltigkeit hat drei Säulen



# Nachhaltigkeitsziele der UN

**1** KEINE ARMUT



**2** KEIN HUNGER



**3** GESUNDHEIT UND WOHLERGEHEN



**4** HOCHWERTIGE BILDUNG



**5** GESCHLECHTERGLEICHHEIT



**6** SAUBERES WASSER UND SANITÄREINRICHTUNGEN



**7** BEZAHLBARE UND SAUBERE ENERGIE



**8** MENSCHENWÜRDIGE ARBEIT UND WIRTSCHAFTSWACHSTUM



**9** INDUSTRIE, INNOVATION UND INFRASTRUKTUR



**10** WENIGER UNGLEICHHEITEN



**11** NACHHALTIGE STÄDTE UND GEMEINDEN



**12** NACHHALTIGE/R KONSUM UND PRODUKTION



**13** MASSNAHMEN ZUM KLIMASCHUTZ



**14** LEBEN UNTER WASSER



**15** LEBEN AN LAND



**16** FRIEDEN, GERECHTIGKEIT UND STARKE INSTITUTIONEN

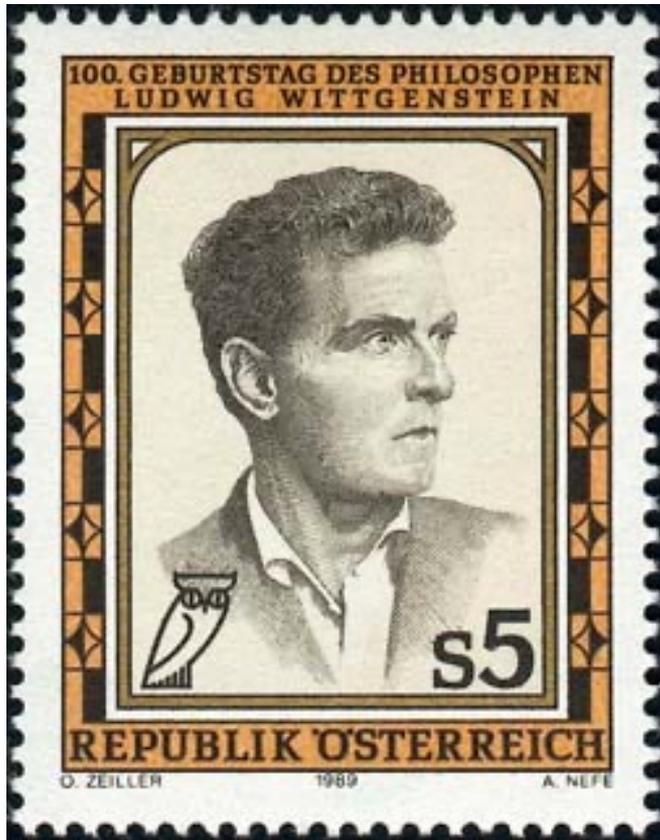


**17** PARTNERSCHAFTEN ZUR ERREICHUNG DER ZIELE



**ZIELE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG**

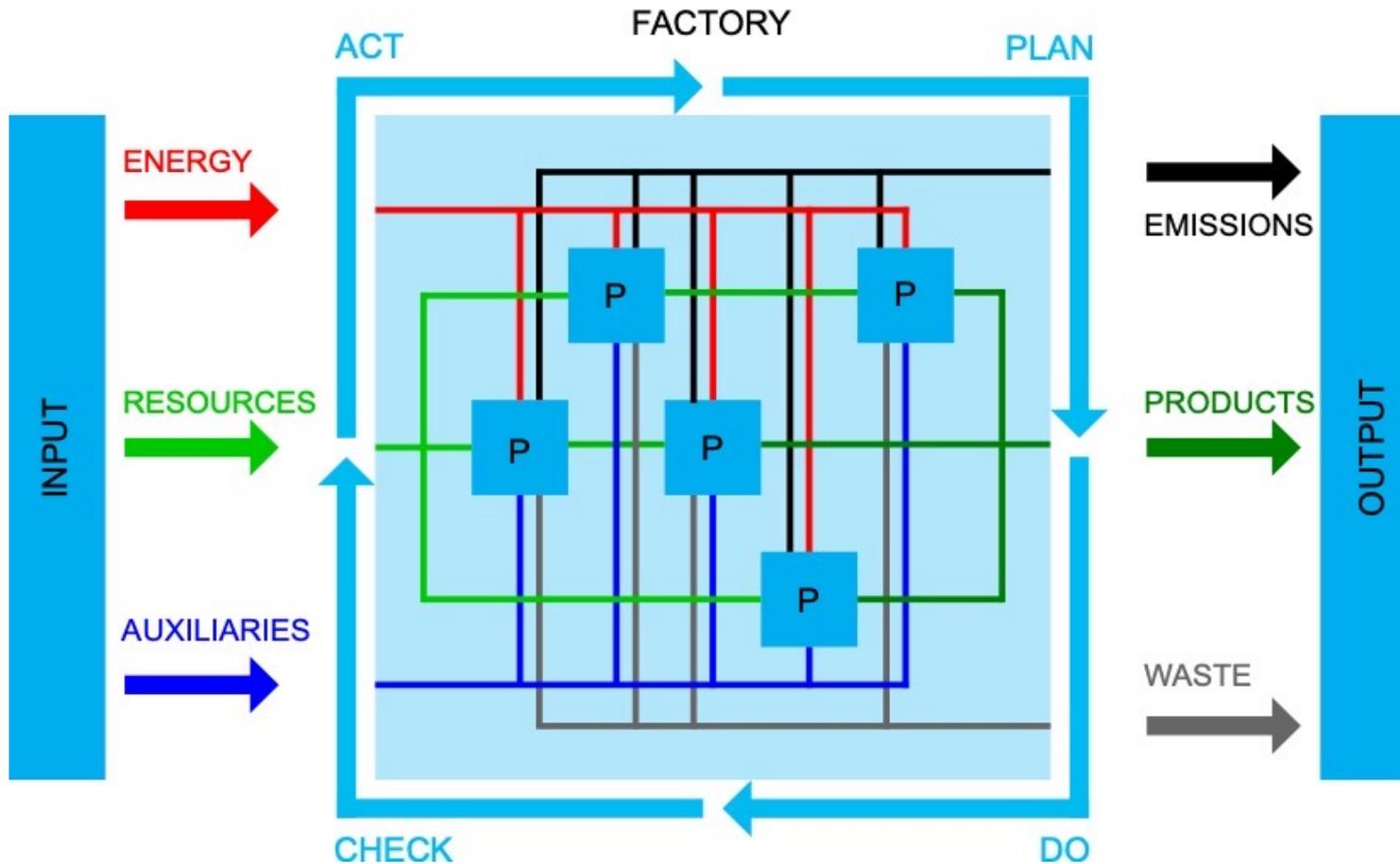
# Es fehlt die Sachlichkeit und die sprachliche Präzision



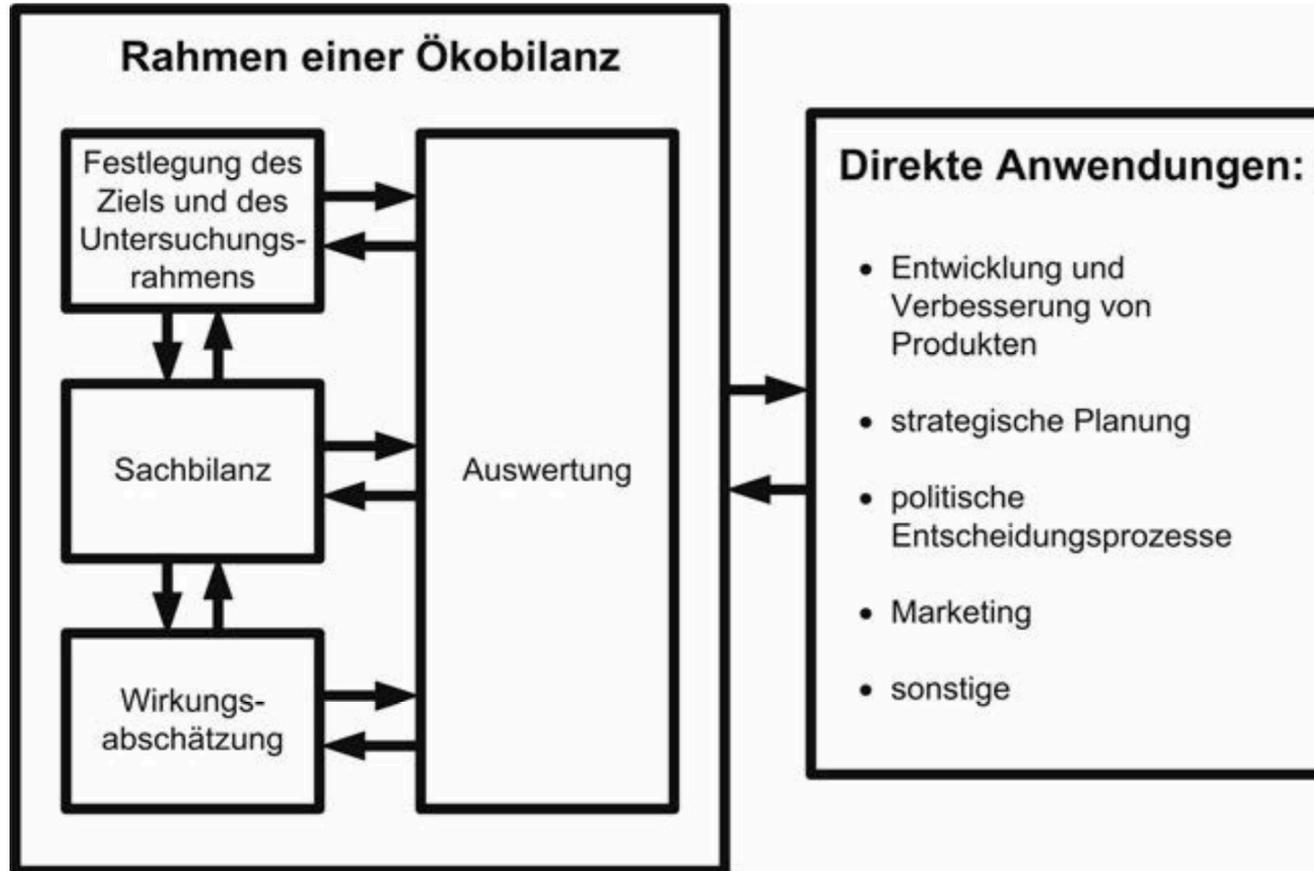
„Die Grenzen meiner  
Sprache bedeuten die  
Grenzen meiner Welt“.

Ludwig Wittgenstein  
1889 - 1951

# Stoffstrommanagement: „Nachhaltigkeit + Stoff + KVP“



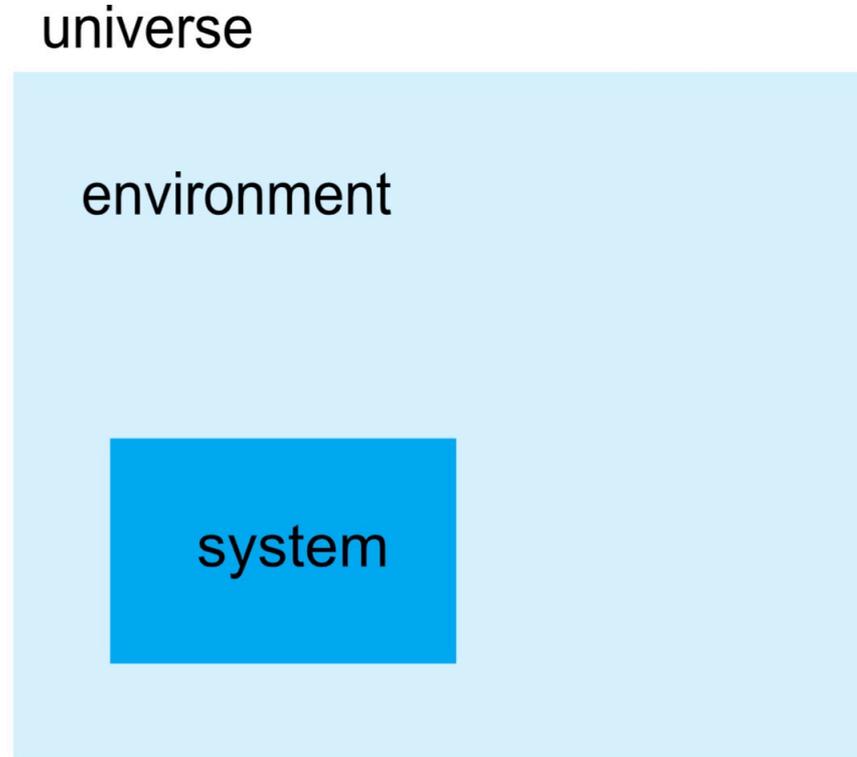
# Ökobilanz: „nur“ ökologische Aspekte!



**Bild 54** Komponenten einer Ökobilanz nach ISO EN 14040 [105].



# Ökobilanz: Wo ist die Systemgrenze?



**Fig. 2.10:** In thermodynamic considerations we are always analysing systems and their environment, together they are forming the universe [871], [410], [56].



# Ökobilanz - Systemgrenze: sachlich, räumlich, zeitlich.

## Sachlich:

Bilanzieren einer Aluminiumproduktion mit Energie- und CO<sub>2</sub>-Flüssen.  
Aber ohne Fluorid-Emissionen zu betrachten.

## Räumlich:

Produktionsstätten auf polnischem Gebiet werden bilanziert, tote Fische in der Oder (deutsche Seite) sind nicht Bestandteil des Systems.

## Zeitlich:

Die Nachsorge des Atommülls in 100 – 1.000 Jahren wird nicht bilanziert.

# Ökobilanz:

## Leseempfehlung – Danone PLA-Becher



ifeu -  
Institut für Energie-  
und Umweltforschung  
Heidelberg GmbH



Ökobilanz von  
Danone Activia-Verpackungen  
aus Polystyrol und Polylactid

Endbericht

im Auftrag der Danone GmbH, Deutschland

**Nachhaltige Mobilität  
durch  
Antriebswende + Verkehrswende  
eingebettet in ein neues,  
erneuerbares Energiesystem**

# Welche Antriebsformen „wird es?“ Technologieoffenheit notwendig!

## **Verbrennungsmotor – fossil (Benzin, Diesel, Gas)**

## **Verbrennungsmotor – regenerativer Kraftstoff**

### gasförmig

Wasserstoff – PtG (EE-Strom)  
Methan – PtG (EE-Strom)  
Ammoniak – PtG (EE-Strom)  
Biomethan – „Biogas“ (ggf. 2. Generation)  
Biowasserstoff – 3. Generation (Algen)

### flüssig

Biodiesel, Bioethanol – 1. Generation (Frucht der Pflanze)  
Biodiesel, Bioethanol – 2. Generation (Reststoffe)  
Biodiesel – 3. Generation (Algen)  
Diesel-ähnlicher Kraftstoff – PtL (EE-Strom)  
Benzin-ähnlicher Kraftstoff – PtL (EE-Strom)  
Methanol – PtL (EE-Strom)  
Diesel-ähnlicher Kraftstoff – aus CHVO (ggf. aus Plastikmüll)  
Benzin-ähnlicher Kraftstoff – aus CHVO (ggf. aus Plastikmüll)

## **Batterieelektrisch**

## **Verbrenner-Batterie-Hybrid**

## **Brennstoffzelle (ggf. + Batterie)**

Wasserstoff (ggf. aus Ammoniak)  
Ammoniak  
Methanol

## **„Exotisches“**

Oberleitungssystem

Induktives Laden während der Fahrt („dynamisches induktives Laden“)

Hyperloop

# LKW Oberleitungssystem bislang teuer (12 Mio. € für 7 km)

Pilotprojekt E-Highway auf A5

## Teststrecke für Hybrid-Lkw wächst um sieben Kilometer

Veröffentlicht am 27.10.22 um 15:16 Uhr

Audio 00:18 Min. | 24.10.22 | Mike Marklove

[E-Highway auf A5 wird ausgebaut](#)



▶ Audio

Ein Hybrid-Lkw hat an die Oberleitung auf der A5 angedockt Bild © picture-alliance/dpa

# Induktives Laden während der Fahrt „Spannend“...aber Science Fiction?

Teststrecke Bayern:  
8 Mio. € für 1 km

AUTOBAHN UNTER STROM



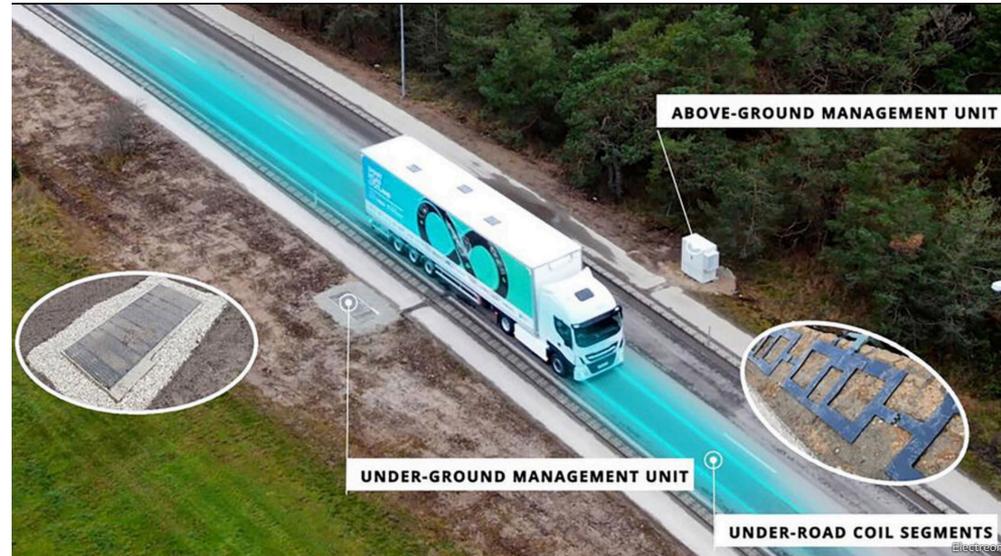
## Induktives Laden während der Fahrt

Ein Autobahnstück in Nordbayern soll ab 2025 als Teststrecke für das induktive Laden von Elektroautos während der Fahrt fungieren.



Induktives Laden während der Fahrt  
Schluss mit dem Kabelsalat

Foto: Qualcomm





**R&D CENTER  
TOULOUSE, FRANCE**



**FEASIBILITY STUDY  
GREAT LAKES, UNITED STATES**



**COMMERCIAL PROTOTYPE  
LOCATION TO BE ANNOUNCED**



**HYPERPORT  
PORT OF HAMBURG, GERMANY**

# Logistik der Zukunft Daimler Vans & Drones

## Vans & Drones Help from above



Daimler leaves the usual route – the street – and discovers air travel for itself: Mercedes-Benz Vans participate in the development of drone as transportation tool with the project “Vans & Drones”.

# Logistik der Zukunft – Starship Technologies



Youtube

Wiedergabe (k)

0:08 / 1:30



# HS Espoo | Robots delivering food from the store got stuck at an intersection in Espoo, as no one was pressing a button at a traffic light

by admin\_l6ma5gus — April 19, 2022 in World Europe

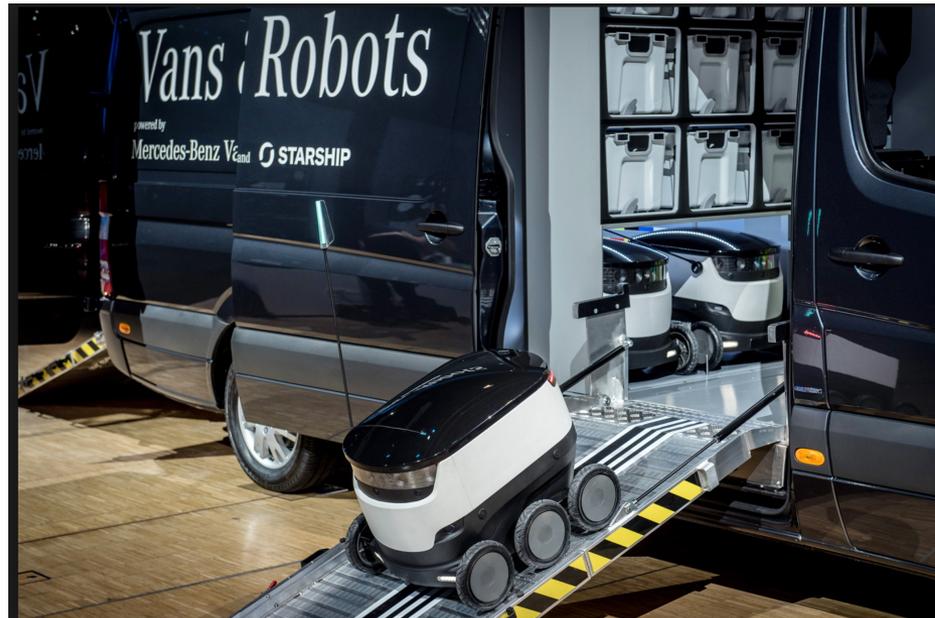
0



Pledgetimes

# Logistik der Zukunft – Starship Technologies

Mercedes-Benz Vans investiert in Starship Technologies, den weltweit  
führenden Hersteller von Lieferrobotern



# Brennstoffzellen oder Batterie?

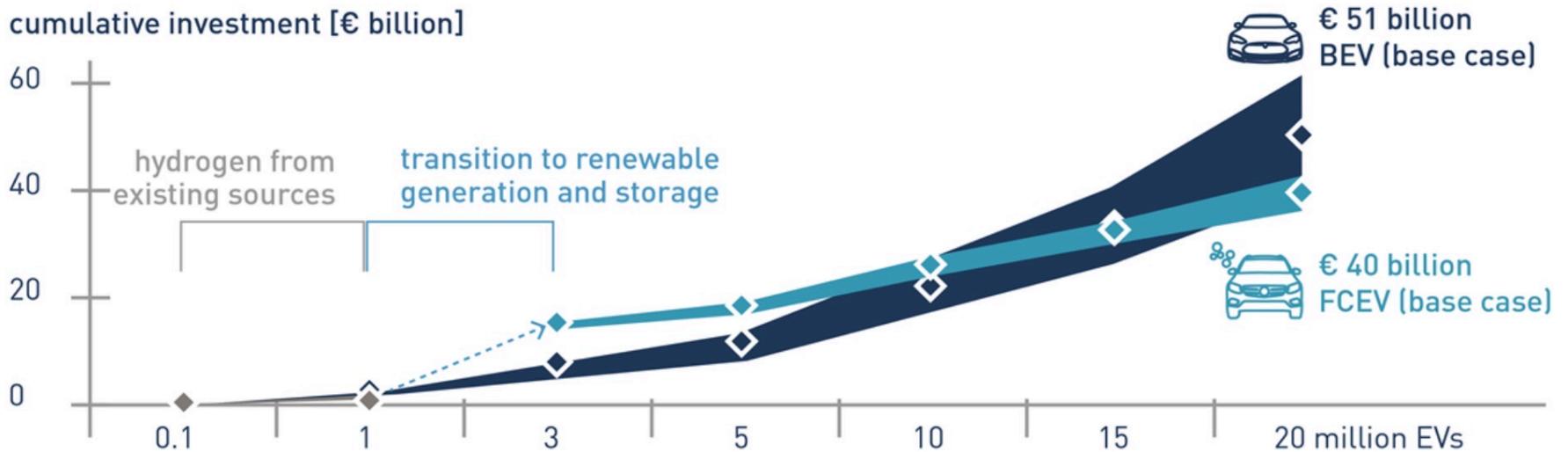


Figure 0-2: Comparison of the cumulative investment of supply infrastructures.

# Tesla LKW (Semi)



*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) aus<sup>6</sup>.

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.

<sup>6</sup> 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? ...auch Tankstellenbatterien nötig!

## E.On und VW bringen E-Auto-Schnelllader mit Speicher-Batterie auf den Markt

22.09.2021 in Aufladen & Tanken | 36 Kommentare



Bild: E.On

E.On-Vertriebsvorstand Patrick Lammers und Volkswagen-Konzernvorstand Technik Thomas Schmall haben Ende September in Essen den ersten „E.On Drive Booster“ in Betrieb genommen. Der flexible Schnelllader kommt ohne Tiefbau und Anpassung des Netzanschlusses aus und kann gleichzeitig zwei Elektroautos mit jeweils 150 Kilowatt (kW) und maximal 250 kW insgesamt laden.

# Reicht das Lithium?

## In Tonnen

|                       | Mine production     |                         | Reserves <sup>6</sup>  |
|-----------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
|                       | <u>2017</u>         | <u>2018<sup>e</sup></u> |                        |
| United States         | W                   | W                       | 35,000                 |
| Argentina             | 5,700               | 6,200                   | 2,000,000              |
| Australia             | 40,000              | 51,000                  | <sup>7</sup> 2,700,000 |
| Brazil                | 200                 | 600                     | 54,000                 |
| Chile                 | 14,200              | 16,000                  | 8,000,000              |
| China                 | 6,800               | 8,000                   | 1,000,000              |
| Portugal              | 800                 | 800                     | 60,000                 |
| Namibia               | —                   | 500                     | NA                     |
| Zimbabwe              | 800                 | 1,600                   | 70,000                 |
| World total (rounded) | <sup>8</sup> 69,000 | <sup>8</sup> 85,000     | 14,000,000             |

**World Resources:** Owing to continuing exploration, lithium resources have increased substantially worldwide and total about 62 million tons. Identified lithium resources in the United States—from continental brines, geothermal brines, hectorite, oilfield brines, and pegmatites—are 6.8 million tons. Identified lithium resources in other countries have been revised to 55 million tons. Identified lithium resources in Argentina are 14.8 million tons; Bolivia, 9 million tons; Chile, 8.5 million tons; Australia, 7.7 million tons; China, 4.5 million tons; Canada, 2 million tons; Mexico, 1.7 million tons; Czechia, 1.3 million tons; Congo (Kinshasa), Russia, and Serbia, 1 million tons each; Zimbabwe, 540,000 tons; Mali and Spain, 400,000 tons each; Brazil and Germany, 180,000 tons each; Peru and Portugal, 130,000 tons each; Austria, 75,000 tons; Finland and Kazakhstan, 40,000 tons each; and Namibia, 9,000 tons.

# 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           |

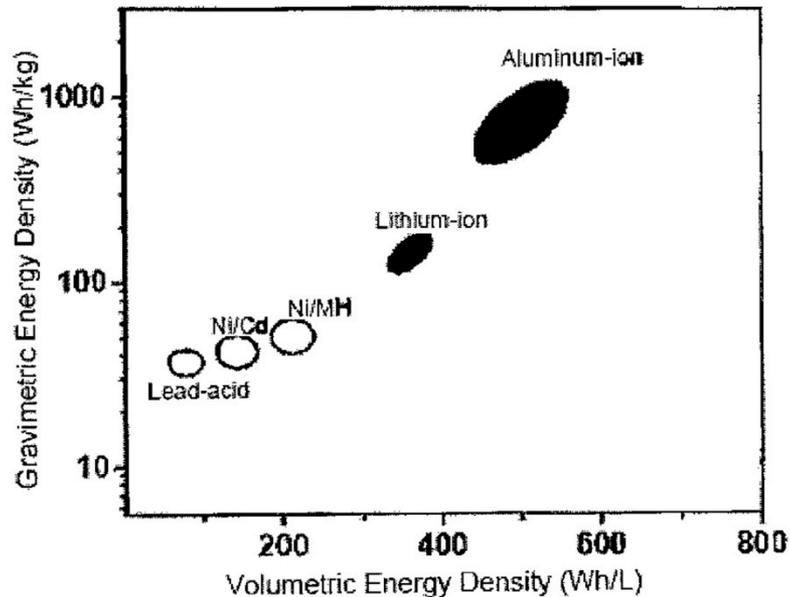
Weltproduktion Lithium heute ausreichend für etwa 5 % der Fahrzeugproduktion

Heute wirtschaftlich gewinnbare Reserven ausreichend für drei komplette Jahresproduktionen

# Der Aluminium-Akkumulator wäre die Lösung

(54) Title: A HIGH ENERGY DENSITY ALUMINUM BATTERY

FIGURE 1



(57) Abstract: Compositions and methods of making are provided for a high energy density aluminum battery. The battery comprises an anode comprising aluminum metal. The battery further comprises a cathode comprising a material capable of intercalating aluminum or lithium ions during a discharge cycle and deintercalating the aluminum or lithium ions during a charge cycle. The battery further comprises an electrolyte capable of supporting reversible deposition and stripping of aluminum at the anode, and reversible intercalation and deintercalation of aluminum or lithium at the cathode.

# Der Aluminium-Akkumulator wäre die Lösung

In 1.000 Tonnen

## World Smelter Production and Capacity:

|                       | Production   |                         | Yearend capacity |                         |
|-----------------------|--------------|-------------------------|------------------|-------------------------|
|                       | <u>2017</u>  | <u>2018<sup>e</sup></u> | <u>2017</u>      | <u>2018<sup>e</sup></u> |
| United States         | 741          | 890                     | 1,830            | 1,790                   |
| Australia             | 1,450        | 1,600                   | 1,720            | 1,720                   |
| Bahrain               | 981          | 1,000                   | 1,050            | 1,050                   |
| Brazil                | 801          | 660                     | 1,400            | 1,400                   |
| Canada                | 3,210        | 2,900                   | 3,270            | 3,270                   |
| China                 | 32,300       | 33,000                  | 45,200           | 47,800                  |
| Iceland               | 870          | 870                     | 870              | 870                     |
| India                 | 3,270        | 3,700                   | 4,060            | 4,060                   |
| Norway                | 1,230        | 1,300                   | 1,350            | 1,430                   |
| Russia                | 3,580        | 3,700                   | 3,900            | 3,900                   |
| United Arab Emirates  | 2,600        | 2,600                   | 2,600            | 2,600                   |
| Other countries       | <u>8,380</u> | <u>7,800</u>            | <u>10,600</u>    | <u>10,400</u>           |
| World total (rounded) | 59,400       | 60,000                  | 77,800           | 80,300                  |

**World Resources:** Global resources of bauxite are estimated to be between 55 billion to 75 billion tons and are sufficient to meet world demand for metal well into the future.<sup>1</sup>

# 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.

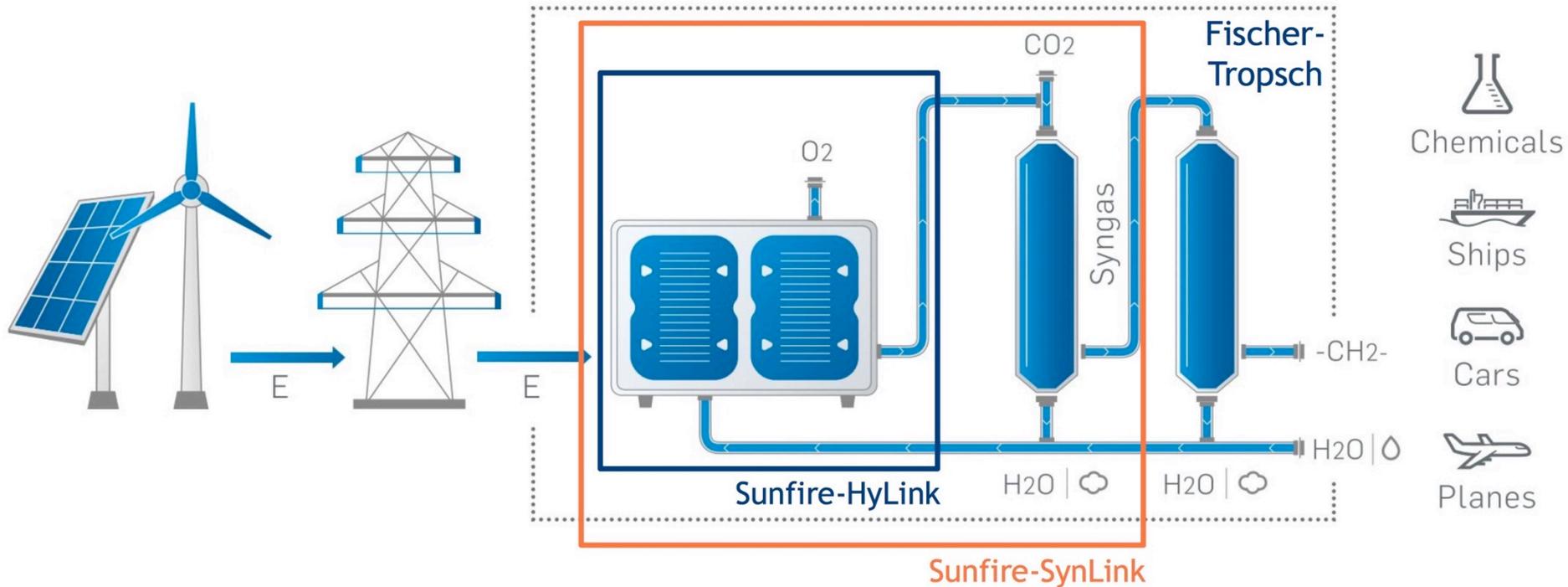
Von Susanne Götze

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)

# Power-to-Liquid Sunfire – Blue Crude



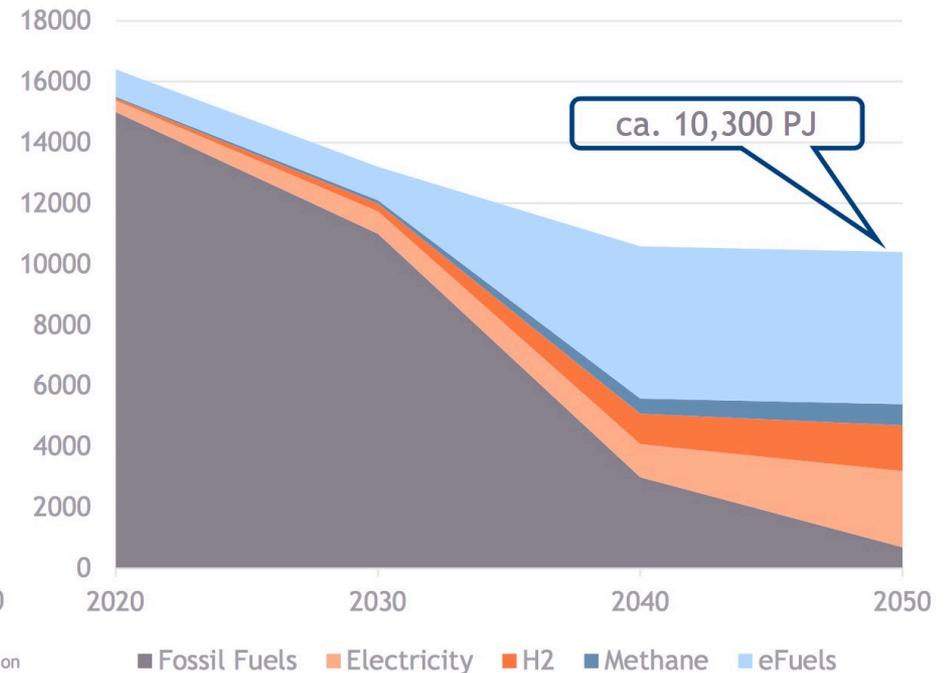
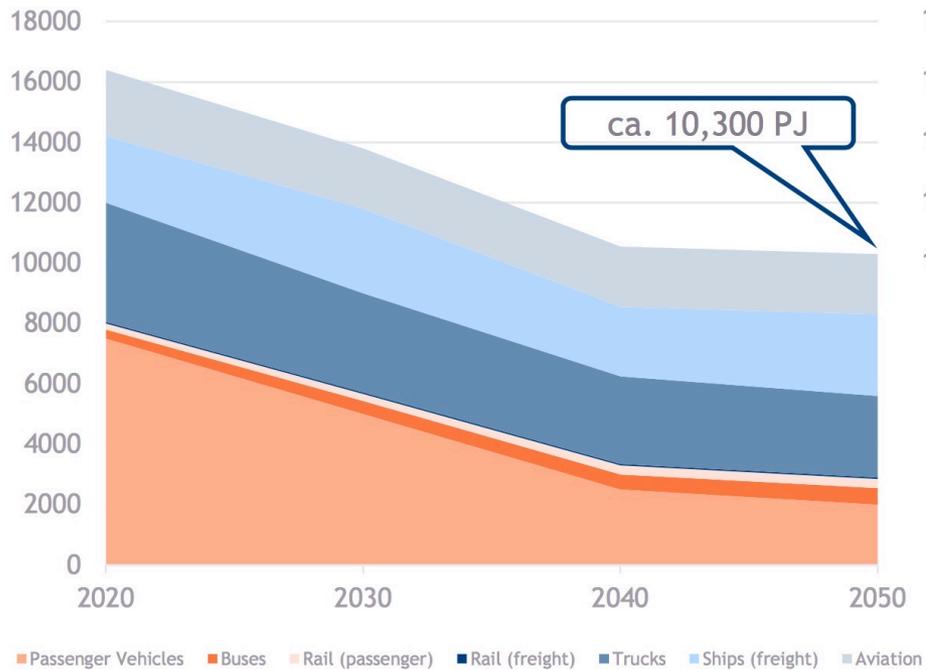
Gesamtwirkungsgrad: 55 – 61 %

BOP: 88 %

Co-Elektrolyse: 85 %

Fischer-Tropsch: 81 %

# Power-to-Liquid Sunfire – Blue Crude



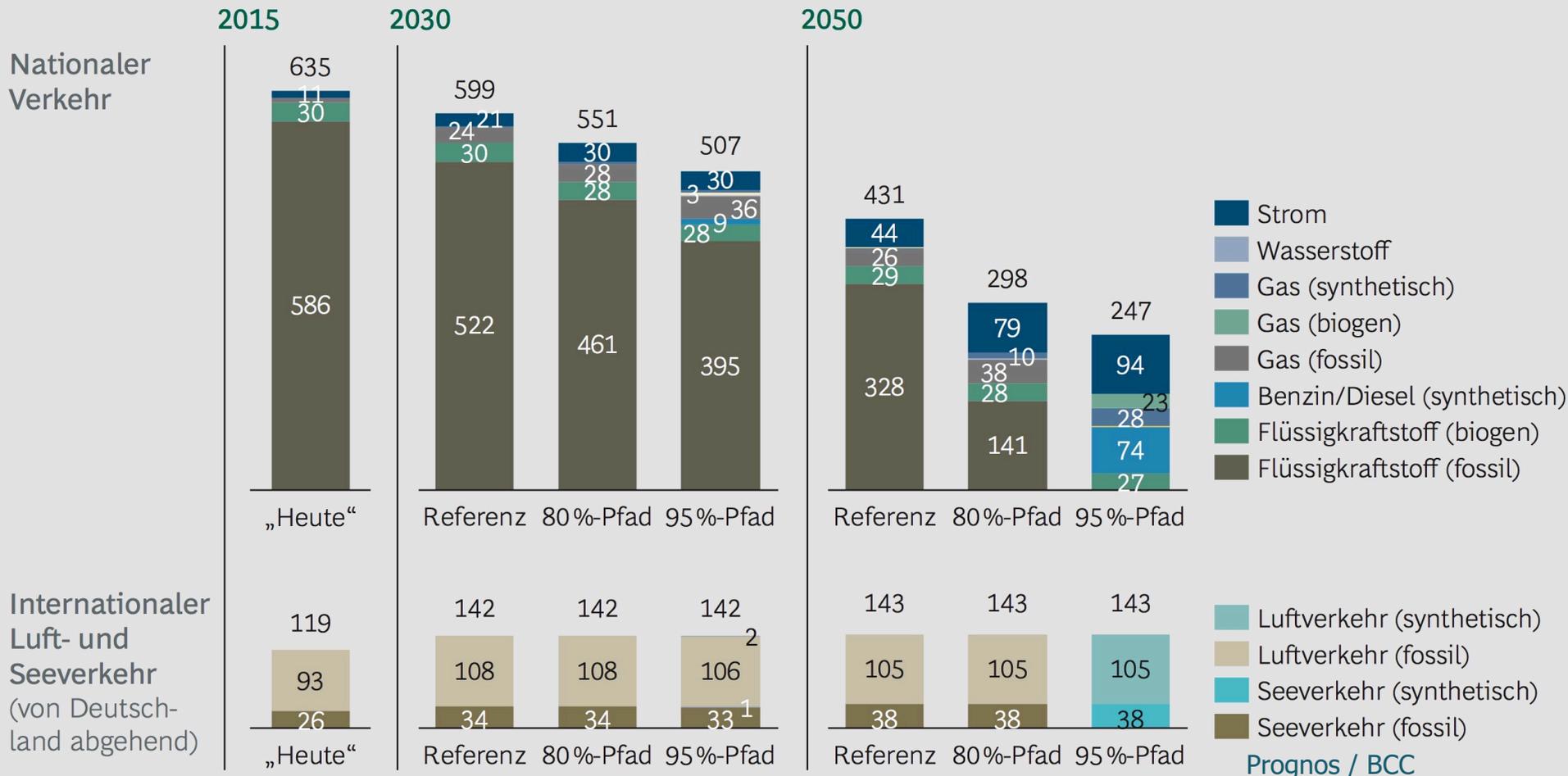
In 2050 wird der „schwer-zu-elektrifizierende Sektor“ („hard-to-electrify“) 5000 PJ ausmachen, die von E-Fuels abgedeckt werden könnten.

# Power-to-Liquid / „e-fuels“

ENERGIEVERBRÄUCHE IM NATIONALEN VERKEHR SINKEN DEUTLICH

**ABBILDUNG 50 | Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Verkehr**

(TWh)



# Power-to-Liquid / „e-fuels“

NACHRICHTEN ZUM THEMA  
**E-FUELS**



**KOMMENTAR** E-Fuels

## Knapp, teuer und ineffizient

28.03.2023 - 16:12 Uhr

Tagesschau

# „Klimaneutral aber ineffizient“

## Judith Rakers



Sprecherin  
tagesschau

Judith Rakers wurde 1976 in Paderborn geboren.

Schon während ihres Studiums der Journalistik und Kommunikationswissenschaften, Geschichte und deutschen Philologie in Münster und Hamburg arbeitete sie fünf Jahre als Hörfunk-Moderatorin. Für das Magazin Focus TV in München war sie als Autorin tätig. Sie schrieb für Tageszeitungen und Fachpublikationen und ist Mitautorin der

Bücher „Nachrichten-Journalismus“ und „Bildpropaganda im Ersten Weltkrieg“. Seit 2012 moderiert sie die Talkshow „3nach9“ bei Radio Bremen.

Seit August 2005 ist sie Sprecherin der tagesschau.

„e-fuels sind  
klimaneutral aber ineffizient“

Tagesschau, 21.3.2023

# Innovationspolitik hat Potential!

## Ptl - „e-crude“ ...

### ... läuft im Litermaßstab in Sachsen.

NACHHALTIGKEIT AUS DRESDEN - SUNFIRE GMBH  
LIEFERT DIESEL AUS CO2 FÜR DIE  
BUNDESFORSCHUNGSMINISTERIN JOHANNA  
WANKA

Dienstwagen-Premiere in Berlin: Am Dienstag, 21.04.2015 wurde der Audi A8 der Bundesforschungsministerin Wanka mit künstlichem Diesel betankt.



# Innovationspolitik hat Potential!

Ptl - „e-crude“ ...

... läuft in Millionen Litern in Südnorwegen.

Plan:  
25 Mio. | 2026  
100 Mio. | 2029



# 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               | 1) Windkraft an Land (78 %)   2) Wind auf See (18 %)            |
| 2020 | 6.146         | 761,2               | 1) Windkraft an Land (67,4 %)   2) Windkraft auf See (29,2 %)   |

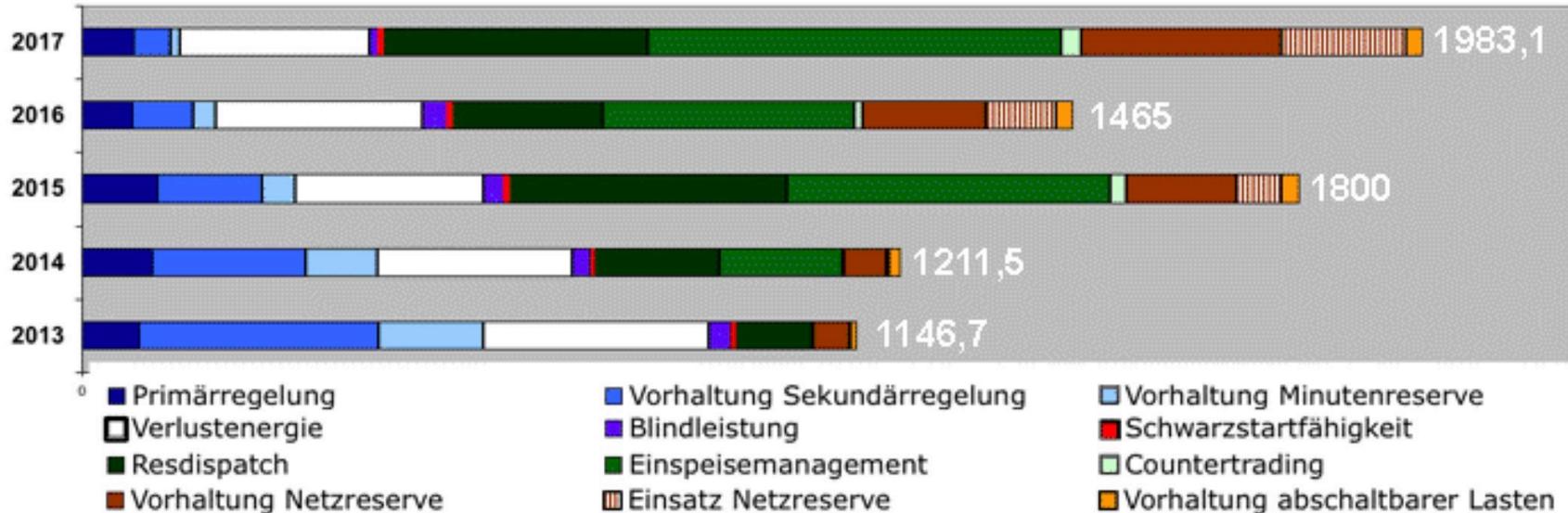
EinsMan-Maßnahmen 2.Quartal 2022: 2.133 GWh

# ...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      |            |

# Mehr Erneuerbare = Mehr Systemdienstleistungen

## Zusammensetzung und Kosten der "Systemdienstleistungen" von 2013 bis 2017 in Millionen Euro



Während die Vorhaltung von Sekundärregelung und Minutenreserve (blau) in den letzten Jahren ständig billiger wurde, haben die Kosten für Redispatch bzw. Einspeisemanagement und "Countertrading" (grün) sowie für Vorhaltung und Einsatz der Netzreserve (braun) stark zugenommen. Mit insgesamt fast zwei Milliarden Euro erreichten die Ausgaben für sämtliche Arten von "Systemdienstleistungen" im Jahr 2017 einen vorläufigen Höchststand (siehe auch [Tabelle](#)).

Kritik an 49-Euro-Ticket

"Es wird an allen Ecken und Enden  
holpern"

30.01.2023 07:07 Uhr

**Es war ein langes Gerangel um das 49-Euro-Ticket. Auch nach der Entscheidung, es am 1. Mai einzuführen, gibt es scharfe Kritik von den Landkreisen.**



Am 49-Euro-Ticket gibt es scharfe Kritik.

Quelle: dpa

40 STRECKEN, 4200 KILOMETER

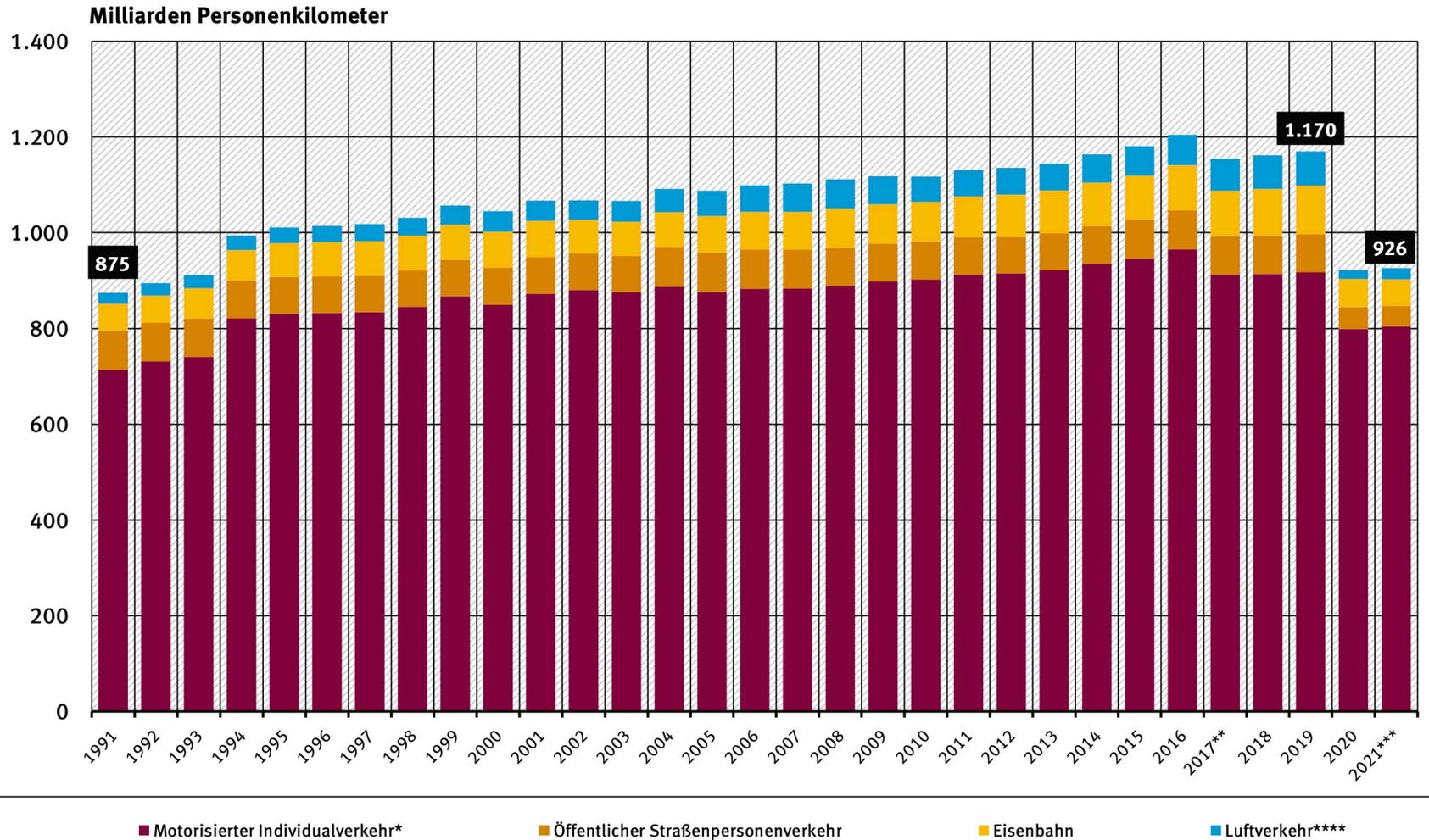
## Pläne bis 2030: Die Bahnsanierung wird konkret

VON THIEMO HEEG - AKTUALISIERT AM 09.02.2023 - 18:55



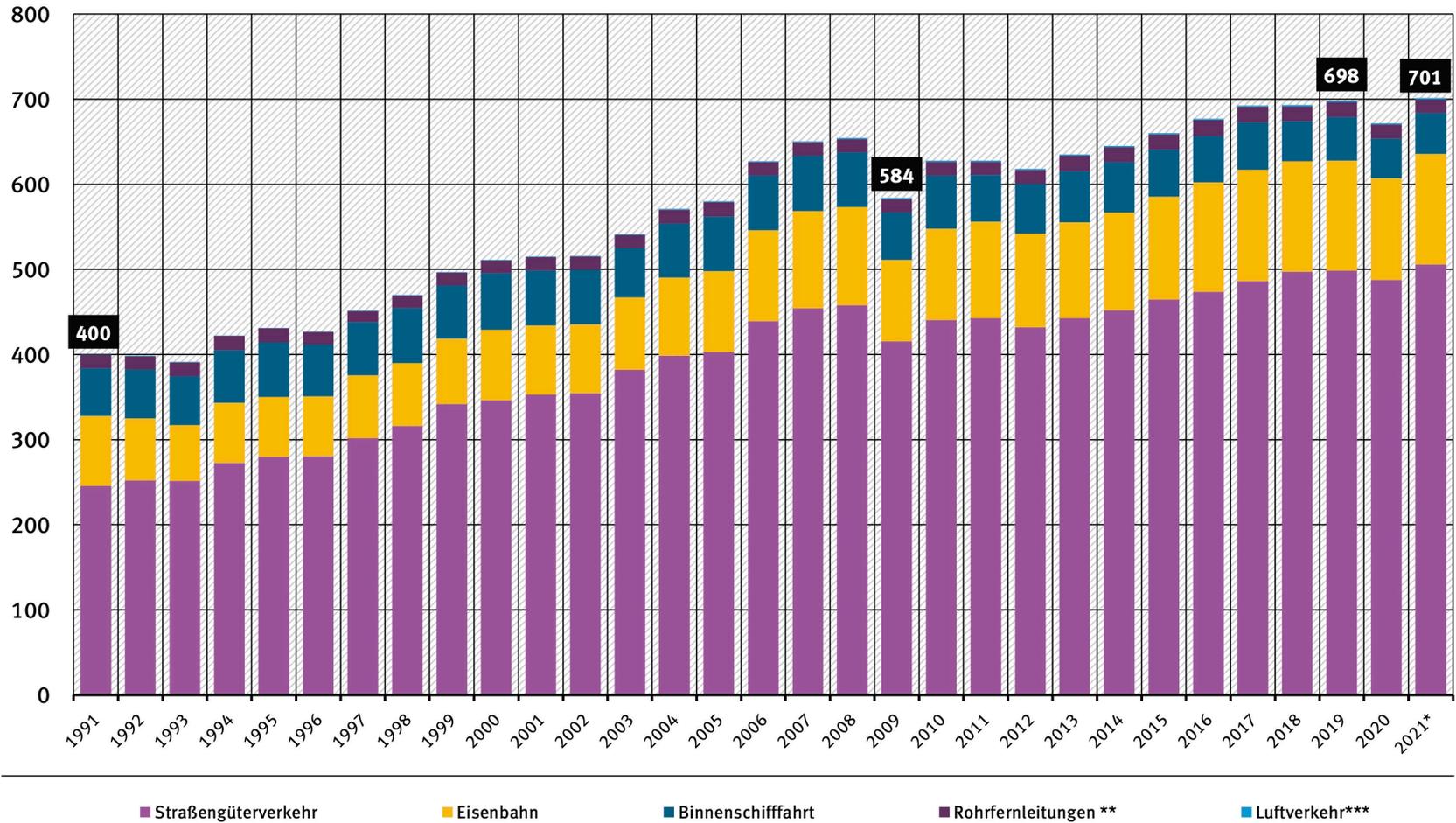
**Im kommenden Jahr geht es los. Jetzt liegen Vorschläge vor, wie es mit der Sanierung des deutschen Schienennetzes bis 2030 weitergehen soll. Im Plan sind 40 Strecken mit 4200 Kilometer Länge.**

## Personenverkehr: motorisierte Verkehrsleistung nach Verkehrsträgern in Deutschland



## Güterverkehrsleistung nach Verkehrsträgern in Deutschland

Milliarden Tonnenkilometer



# Nachhaltigkeit: Freiheit und gesellschaftlichen Zusammenhalt bewahren



Politik

Berlin

Gesellschaft

Wirtschaft

Kultur

Wissen

Gesundheit

Sport

Meinung

Potsdam

Bezirke

Berliner Wirtschaft

Polizei & Justiz

Stadtleben

Fahrrad & Verkehr

Schule

Nachrufe

Checkpoint



Berlin

„Letzte Generation“ blockiert Verkehr in Berlin: Autofahrer fährt offenbar über den Fuß eines Klimaaktivisten



## Update / „Letzte Generation“ blockiert Verkehr in Berlin Autofahrer fährt offenbar über den Fuß eines Klimaaktivisten

An Ausfahrten der A100 und der A115, auf der Neuen Kantstraße und am Rathenauplatz haben Klimaaktivisten erneut den Verkehr blockiert. Es kam zu Auseinandersetzungen mit Autofahrern.

# Nachhaltigkeit: Freiheit und gesellschaftlichen Zusammenhalt bewahren



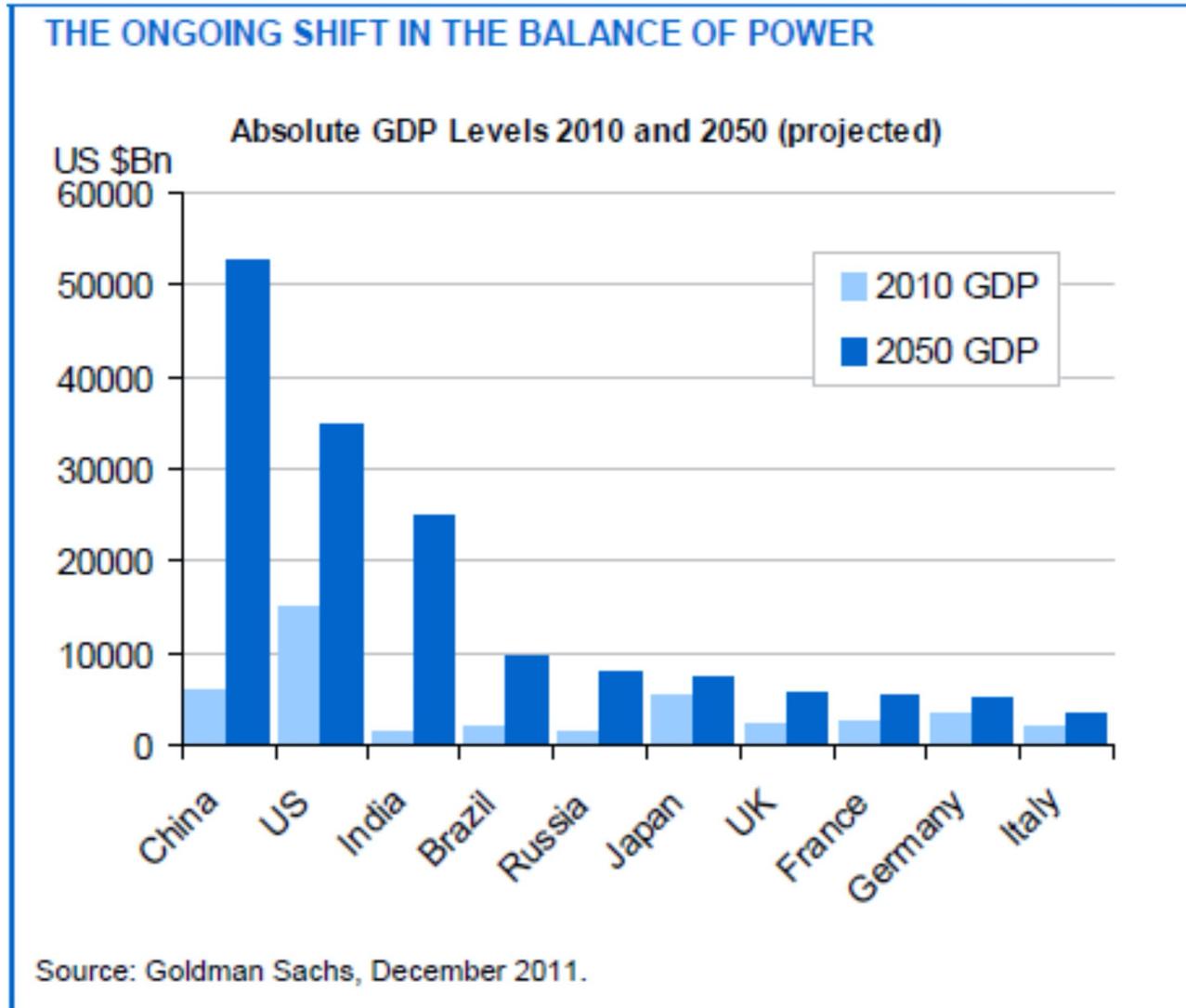
Nordrhein-Westfalen

## Klima-Aktivisten fliegen nach Asien in den Urlaub - Debatte um Langstreckenflüge

Stand: 04.02.2023 07:00 Uhr

Zwei Klima-Aktivisten sind nach Asien geflogen, um sich einen Traum zu erfüllen. Dafür haben sie einen Gerichtstermin geschwänzt. Solche Aktionen lenken von der Klima-Debatte ab, fürchtet ein Kommunikationsexperte.

# Nachhaltigkeit braucht auch ökonomische Grundlage



**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

**[tuerk@tsb-energie.de](mailto:tuerk@tsb-energie.de)**