

Für Mensch & Umwelt

Umwelt
Bundesamt

UBA Forum
mobil & nachhaltig



UBA Forum mobil & nachhaltig 2024

Alternative Kraftstoffe – Für alle oder knappes Gut?

Annett Steindorf

Leiterin des Fachgebiets „Kraftstoffe und Energie im Verkehr“

Workshop 9: Alternative Kraftstoffe – Für alle oder knappes Gut?

13. Juni 2024



Jahre
Umweltbundesamt
1974–2024

Projektionsbericht 2024: Güterverkehrsnachfrage inländisch bis 2050

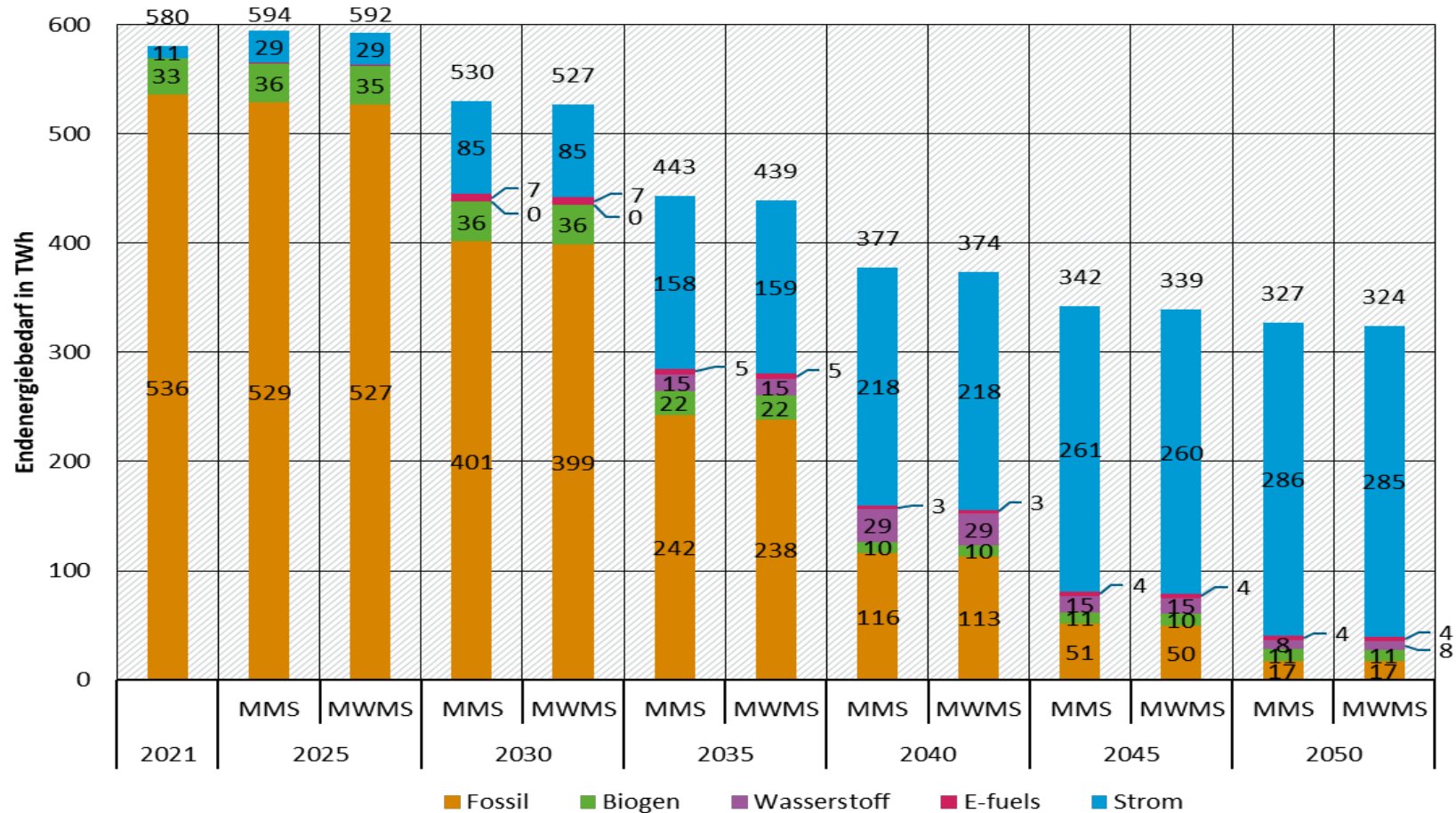
Projektion MMS: enthält alle bis Ende Juli 2023 beschlossenen Maßnahmen, **2019 bis 2050: +22 %**, Anteil Straße unverändert bei 73 %
(ohne internationalen Luft- und Seeverkehr)



Quelle: Projektionsbericht (UBA 2024 - noch nicht veröffentlicht)

Projektionsbericht 2024: Endenergiebedarf für Güterverkehr inländisch bis 2050

Ohne internationalen Luft- und Seeverkehr



Elektrifizierung:
Energiebedarf sinkt um 44%
Strombedarf steigt stark

Je zusätzlicher TWh Strom sinkt der
Kraftstoffbedarf um ca. 1,5 TWh

Wo Elektrifizierung nicht geht:
Erneuerbare Kraftstoffe

Auch für Herstellung von Wasserstoff
und E-Fuels wird
viel Strom benötigt

Quelle: Projektionsbericht UBA 2024 (noch nicht veröffentlicht)



Vier mögliche Wege in die postfossile Zukunft des Verkehrs

CNG (Compressed Natural Gas), **LNG** (Liquefied Natural Gas) und **LPG** (Liquefied Petroleum Gas) sind **fossile Kraftstoffe** und mittelfristig keine Option!

Konventioneller Antrieb (Verbrennungsmotor)

Flüssige und
gasförmige
**nachhaltige
Biokraftstoffe**

Flüssige und
gasförmige
**stromgenerierte
Kraftstoffe**
(PtG, PtL/ E-Fuels/
RFNBO)



**Energie-
wende im
Verkehr**

Elektromobilität
(inkl. Plug-in-Hybride,
Range-Extender-Fahrzeuge
und Oberleitungs-Kfz)

**Brennstoffzellen-
fahrzeuge mit
Wasserstoff**
(aus regenerativ
erzeugtem Strom; PtG/
E-Fuels, RFNBO)

Alternativer Antrieb

Quelle: Darstellung INFRAS (Ergänzungen UBA).

Biokraftstoffe und deren ökologische Bewertung: Differenzierte Betrachtung notwendig

1 Konventionelle Biokraftstoffe aus Anbaubiomasse

- Aus Nahrungs- und Futtermitteln → Nutzungskonkurrenz um Flächen
- Oft schlechtere Klimabilanz durch Landnutzungsänderung
- negative Auswirkungen auf Wasser, Boden, Biodiversität und Natur

-> UBA empfiehlt: Ausstieg aus energetischer Nutzung im Verkehr

2 Nicht fortschrittliche Biokraftstoffe aus Abfällen und Reststoffen

- Vor allem gebrauchte Speiseöle
- Hohe THG-Minderung, Möglichkeit zur Erhöhung Potentiale unklar
- Mögl. Verschiebungseffekte und Gefahr als Reststoffe zu deklarieren (2022 mehr als ½ aus Asien importiert; Betrugsverdacht)!

-> Mit möglichst geringen Mengen Gefahren begegnen

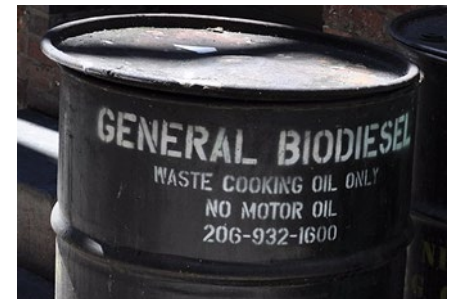
3 Fortschrittliche Biokraftstoffe

- Aus Reststoffen: bspw. Stroh, Gülle und Waldrestholz
- Hohe THG-Minderungen aber limitierte Potentiale und eher teuer
- Nutzungskonkurrenz mit anderen Anwendungen (stofflich, energetisch)

-> Nutzung nur in Nachhaltigkeitsgrenzen



Aidenvironment, 2006, [CC BY-SA 2.0](#)
(via Wikimedia Commons)



Joe Mabel, [CC BY-SA 3.0](#)
(via Wikimedia Commons)



© Superbass / [CC-BY-SA-4.0](#)
(via Wikimedia Commons)



Überblick strombasierte Kraftstoffe, Wasserstoff, EE-Strom: knapp und teuer

1 EE-Strom

- Energieeffizienteste Option; erbringt größte THG-Einsparung
- Strom nur bedingt speicherbar. Eignung für Schwere Nutzfahrzeuge abhängig von Fortschritten in Batterietechnik
- Hoher Ressourcenbedarf (Batterien); nicht ausgebaute Ladeinfrastruktur

-> Elektrifizierung soweit möglich

2 Wasserstoff

- Herstellung ist weniger energieeffizient; weniger THG-Minderung
- Konkurrenz mit anderen Verbrauchssektoren: Industrie, Energieerzeugung (Rückverstromung), evt. Gebäudewärme
- Geringe volumetrische und gravimetrische Energiedichte ist Problem in manchen Verkehrsarten

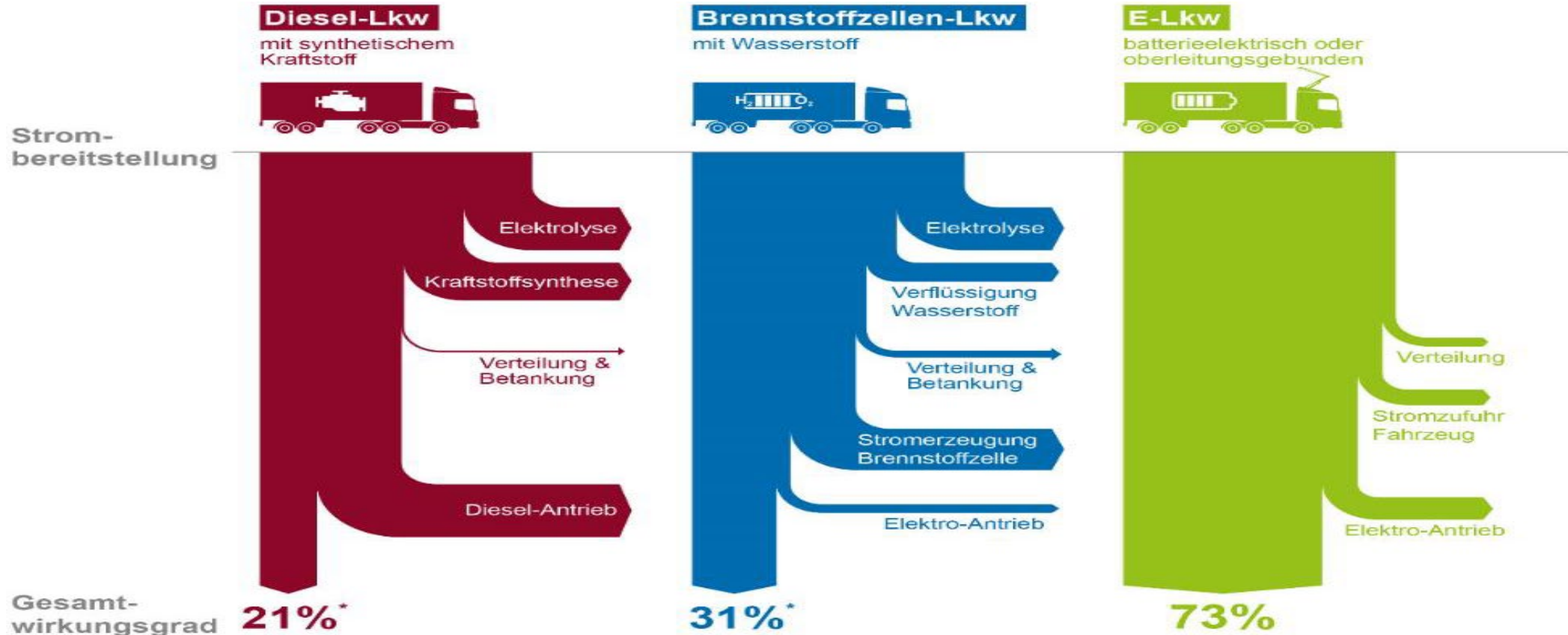
-> Verbleibenden Bedarf möglichst mit Wasserstoff decken

3 Stromgenerierte Kraftstoffe

- Herstellung erfordert sehr hohen Stromeinsatz
- In Übergangsphase zur THG-Neutralität: geringste THG-Minderung
- Teuer

-> Nur für nicht anders zu deckenden Bedarf

Lkw-Antriebsoptionen: Vergleich der Wirkungsgrade beim Input der jeweils gleichen (EE-)Strommenge

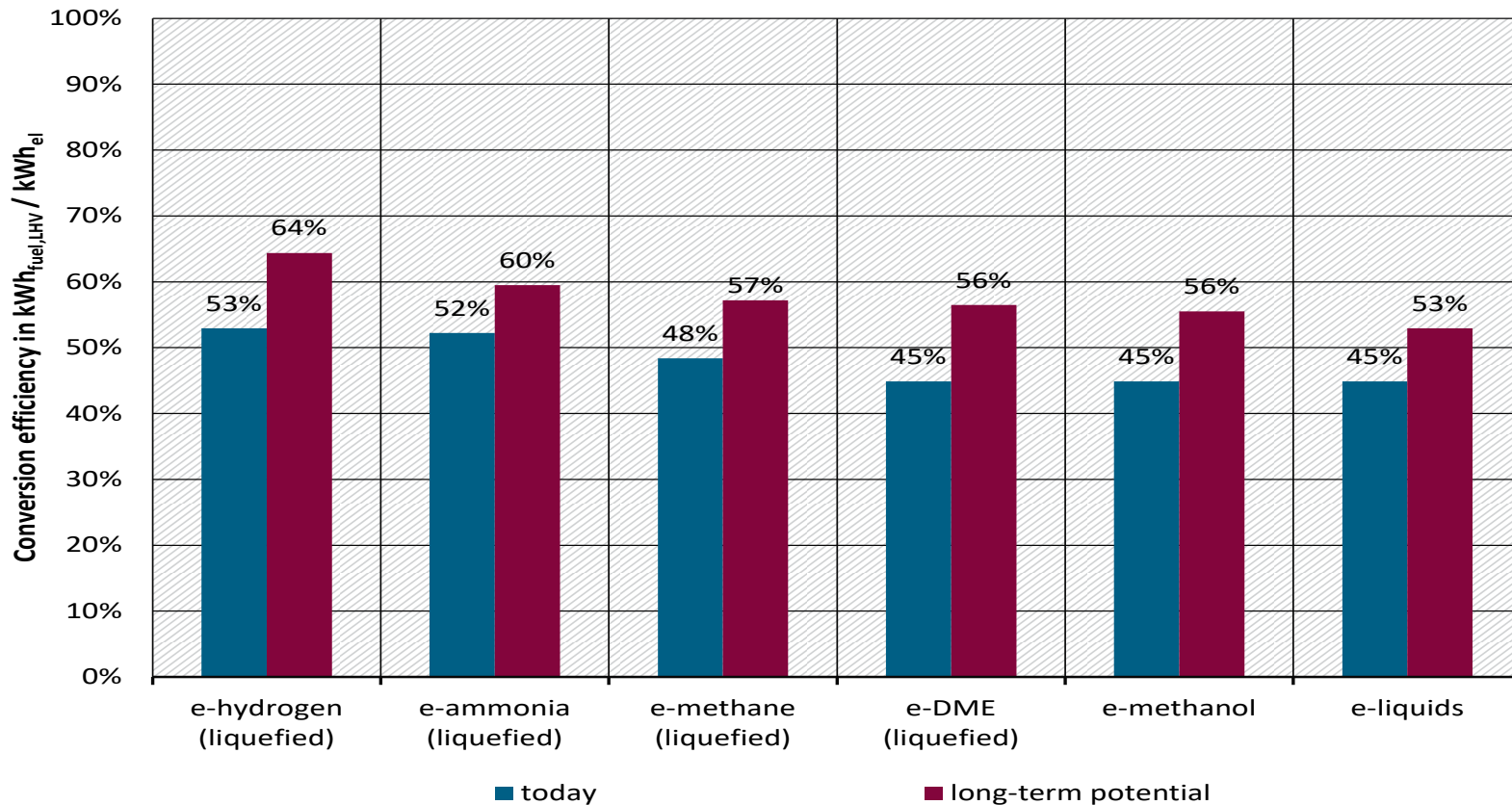


*bei Erschließung von Effizienzpotenzialen bei Elektrolyse, Kraftstoffsynthese und Brennstoffzelle

Quelle: Schwere Lasten – Große Aufgabe – Ein Ziel (UBA 2024)

Strombasierte Kraftstoffe im Vergleich: Effizienz der Herstellung

Strominput zu Endenergieträger (unterer Heizwert)



Energieaufwändige Herstellung aller strombasierter Kraftstoffe

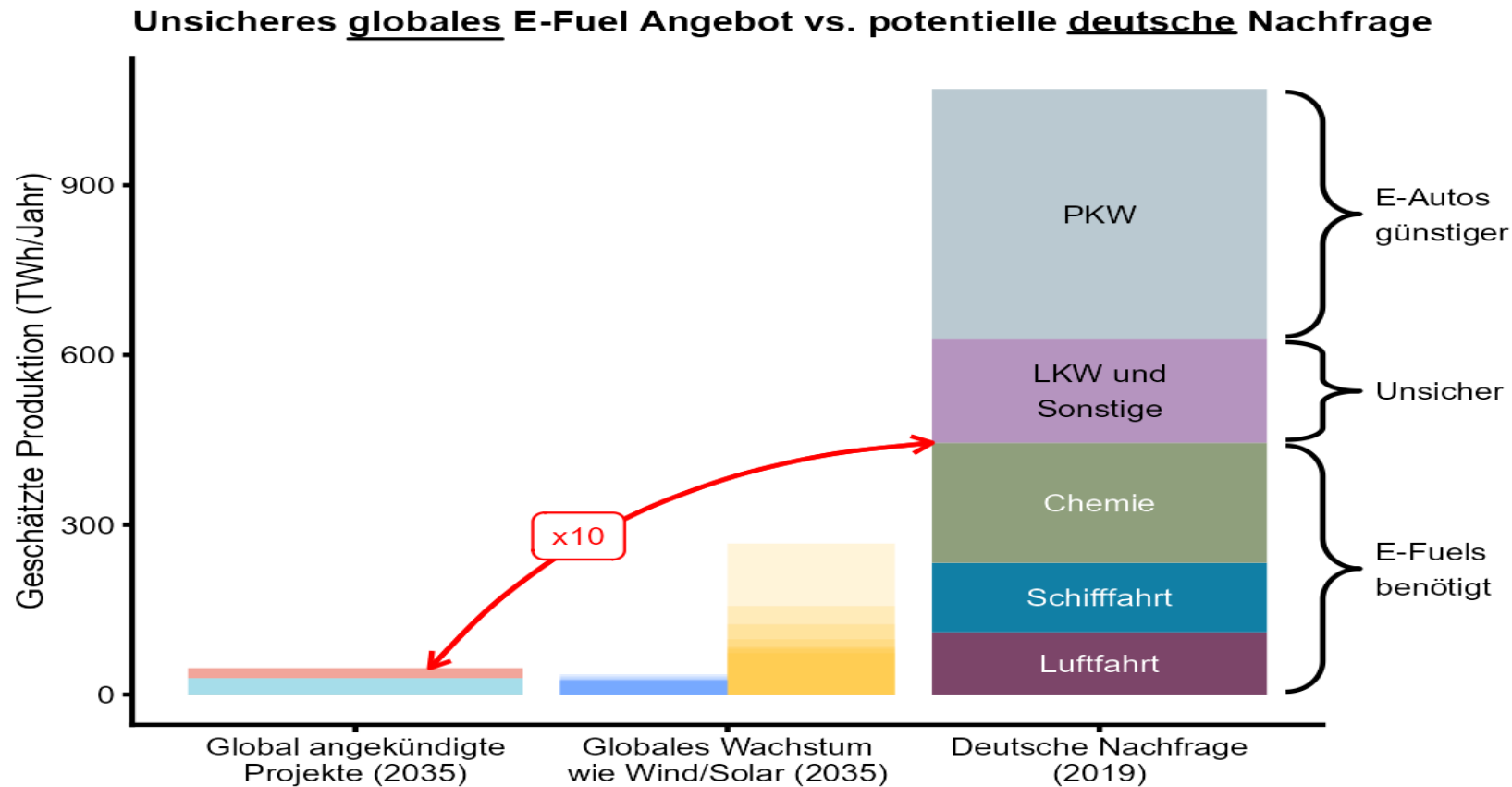
Wasserstoff relativ vorteilhaft, weil wenige Umwandlungsschritte

Nutzungseffizienz ist besonders wichtig

Quelle: UBA 2022, Endbericht Roadmap Luft- und Seeverkehr

Vergleich: Globaler Hochlauf flüssige PtX-Kraftstoffe versus Bedarf Deutschlands

(Unsicheres) globales E-Fuel-Angebot für 2035 im Vergleich zur potenziellen deutschen Nachfrage im Jahr 2019



- Bis 2035 sind weltweit **rund 60 neue E-Fuel-Projekte (PtL)** angekündigt
- Diese Anlagen weltweit könnten **ca. 10% der deutschen Nachfrage der nicht-elektrifizierbaren Bereiche** (Luft- und Schiffsverkehr sowie Chemie) decken

Quelle: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK): E-Fuels - Aktueller Stand und Projektionen, März 2023

Alternative Kraftstoffe im Verkehr: Resümee

- Der Güterverkehr steht vor Herausforderungen
 - Das **Aufkommen wächst** weiter, damit potenziell auch der (End-)Energiebedarf
 - Für manche Verkehrsarten gibt es **keine Option zur Elektrifizierung**: schwere Lkw, Seeschiffe, Langstreckenflieger. Sie sind auf **Treibstoffe mit hoher Energiedichte** angewiesen.
 - Zukünftige **Antriebsarten und Kraftstoffe** für schwere Lkw und Seeschiffe **unklar**.
- **Alternative Kraftstoffe sind und bleiben knapp und teuer**
 - Wenige **nachhaltige Biokraftstoffe** – Konkurrenz um Biomasse mit anderen Sektoren und Ländern
 - Das Ladenetz für **EE-Strom** entsteht erst; Batterien – Rohstoffe und Leistungsfähigkeit begrenzt
 - Hoher Energieaufwand und Kosten zur Herstellung **strombasierter Energieträger**. Technischer Hochlauf braucht Zeit.
- Wegen Knappheit und Kosten der alternativen Kraftstoffe wird die **Verbrauchssenkung** noch wichtiger.
 - **Verkehrswende** mit Vermeidung, Verlagerung und Verbesserung der Effizienz muss Hand in Hand gehen mit der **Energiewende im Verkehr**.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Annett Steindorf

annett.steindorf@uba.de

0340/2103-2356



**Jahre
Umweltbundesamt
1974–2024**