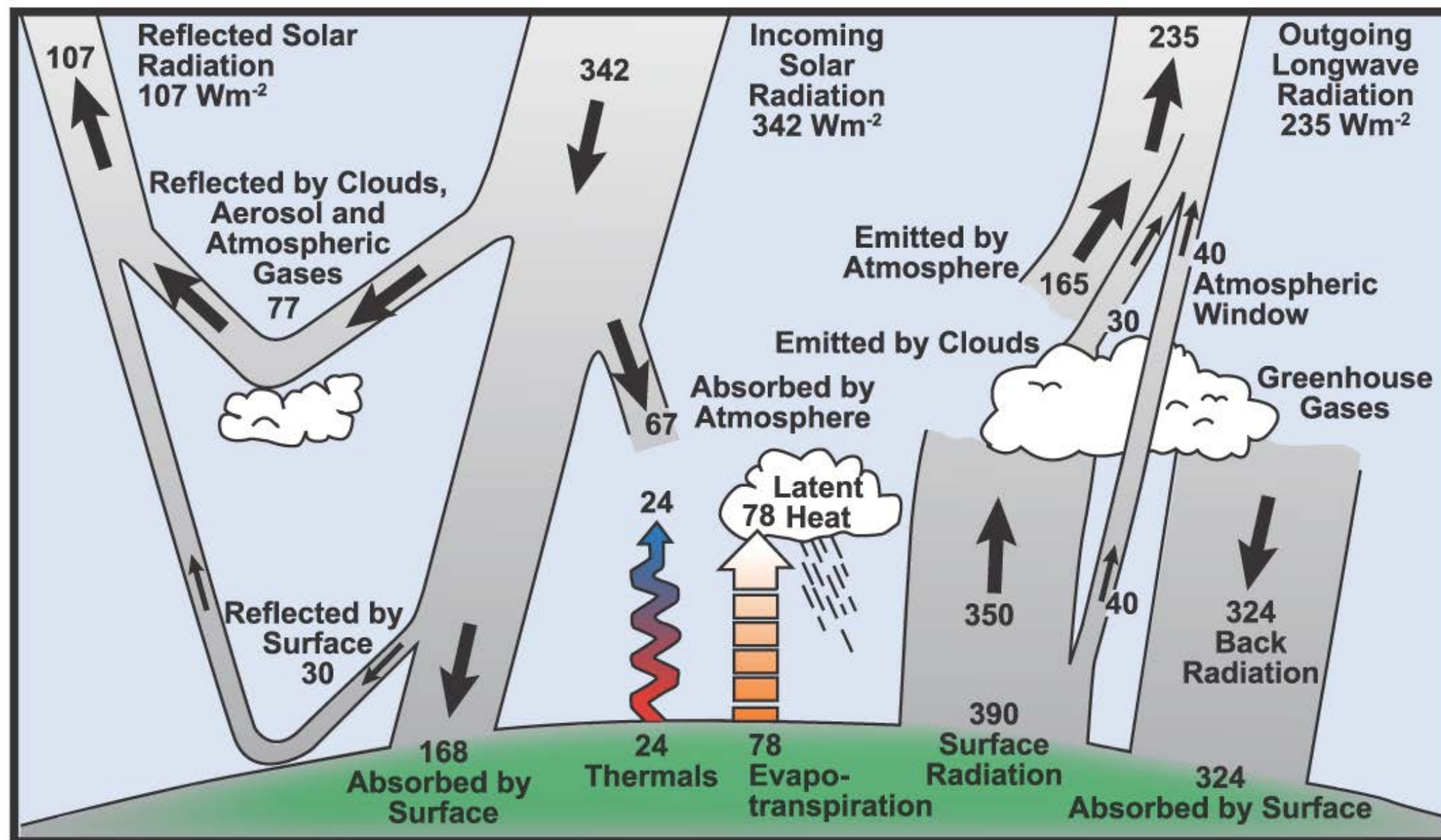


Umweltbilanz von E-Fuels - Vergleich mit anderen Treibstoffen im Lebenszyklus

*Gerfried JUNGMEIER
ÖGEW/DGMK Onlinekonferenz
Innovative Energieversorgung
13.11.2020*

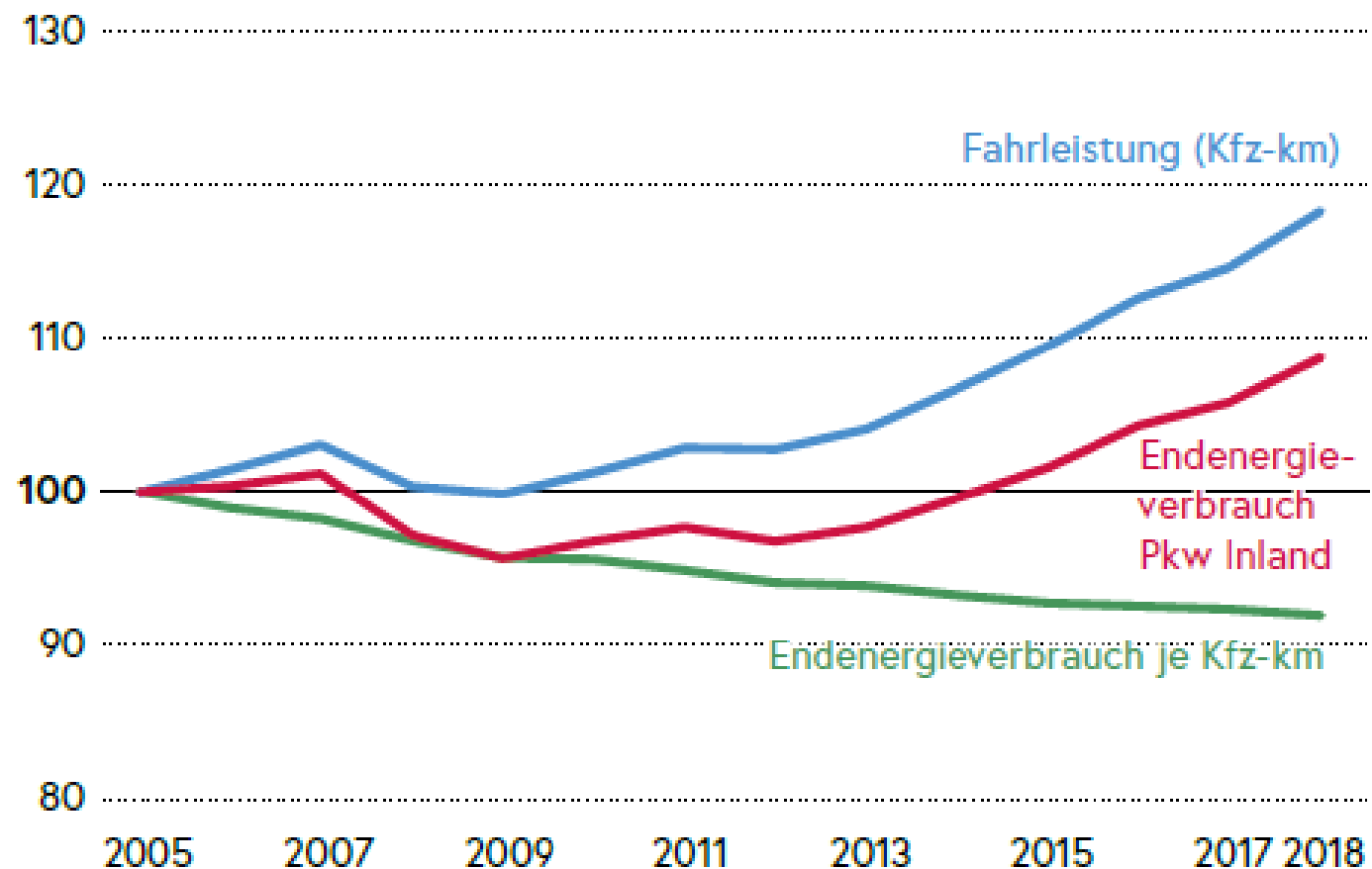
Die Energiebilanz der Erde stimmt!



Technologie-Entwicklung und Umweltverbesserung

Energieintensität der Personenkraftwagen

Index 2005 = 100



Quelle: Österreichische Energieagentur

Klimafreundliche Lebensstile und Mobilität

Warum muss ich woanders hin?

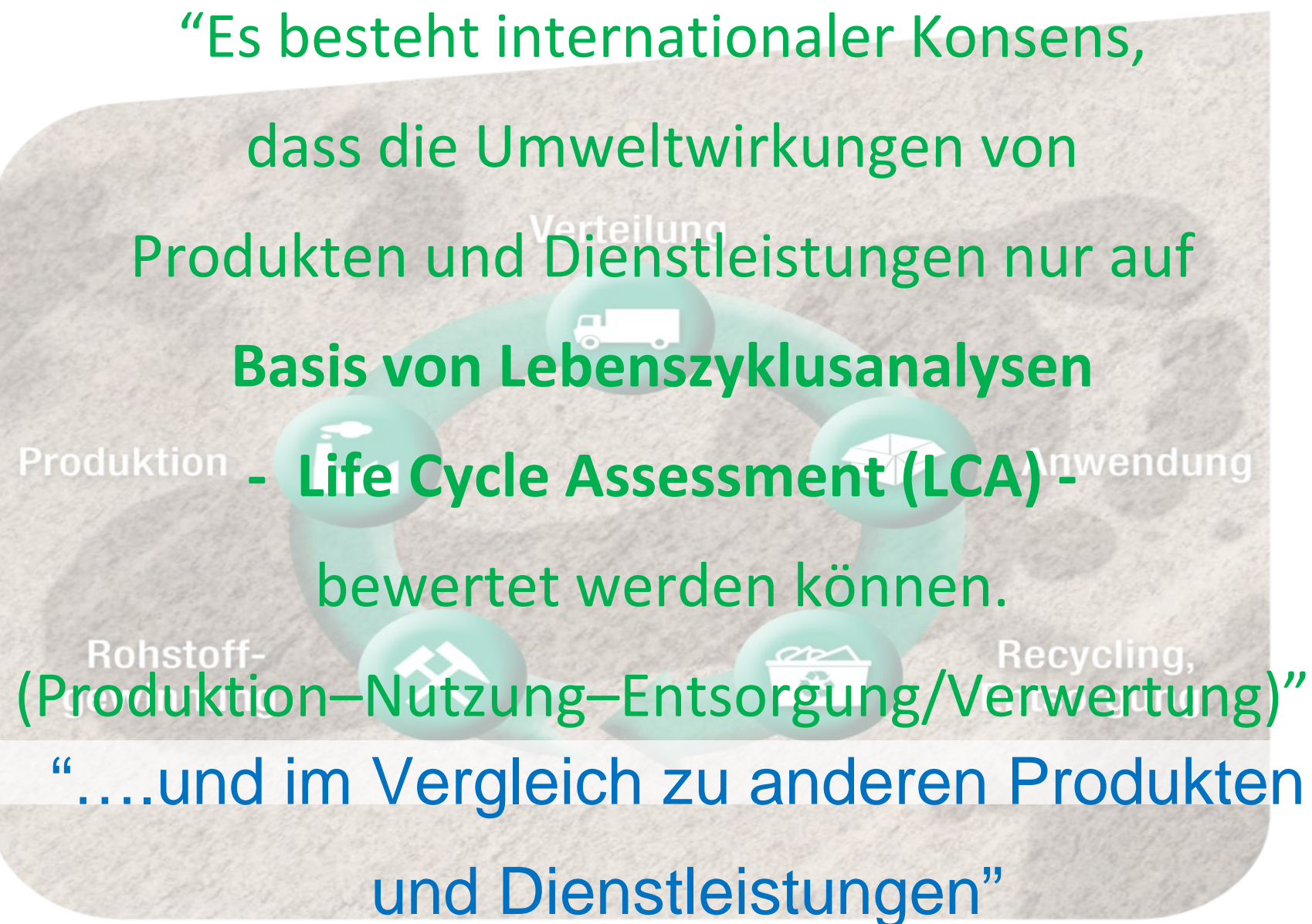
Welche Wahlmöglichkeiten gibt es?

Wie wird entschieden?



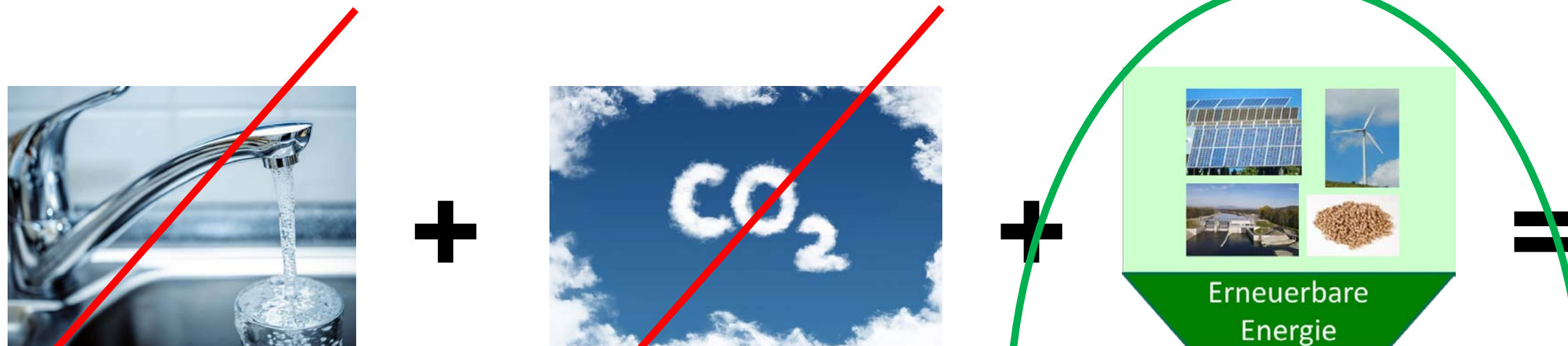
Statement zur Umweltbewertung

“Es besteht internationaler Konsens,
dass die Umweltwirkungen von
Produkten und Dienstleistungen nur auf
Basis von Lebenszyklusanalysen
- Life Cycle Assessment (LCA) -
bewertet werden können.
(Produktion–Nutzung–Entsorgung/Verwertung)”

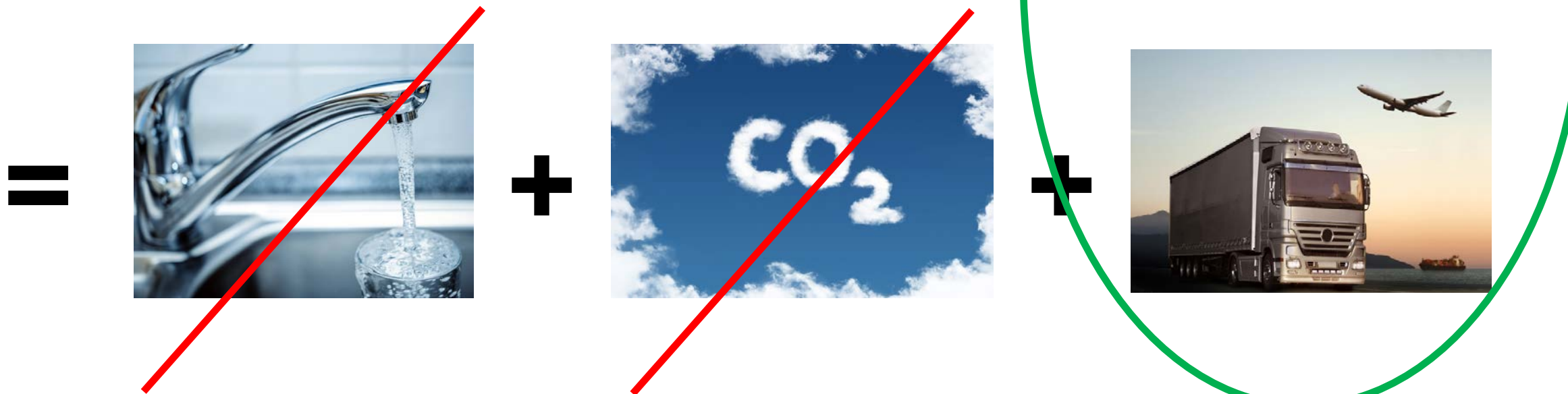


“....und im Vergleich zu anderen Produkten
und Dienstleistungen”

Die Zwei Gleichungen zu E-Fuels



- E-Fuel**
- Benzin
 - Diesel
 - Methan
 - Methanol
 -



Woher kommt der Kohlenstoff für Carbon Capture and Utilisation (CCU) (z.B. E-Fuels)?

CO₂-Quellen

- Verbrennung
- Vergasung
- Fermentation (Ethanol, Biogas)
- Biogas-Aufbereitung
- Chemischer Prozess (Stahl, Zement)
- Atmosphäre
- Begleitgas aus Öl-, Gas-Förderung
- Andere: z.B. Geothermie, Mineralwasser

Produkte der CO₂-Quelle

- Energieträger, z.B. Strom, Wärme, Treibstoff
- Produkt: z.B. Stahl, Zement, Dünger

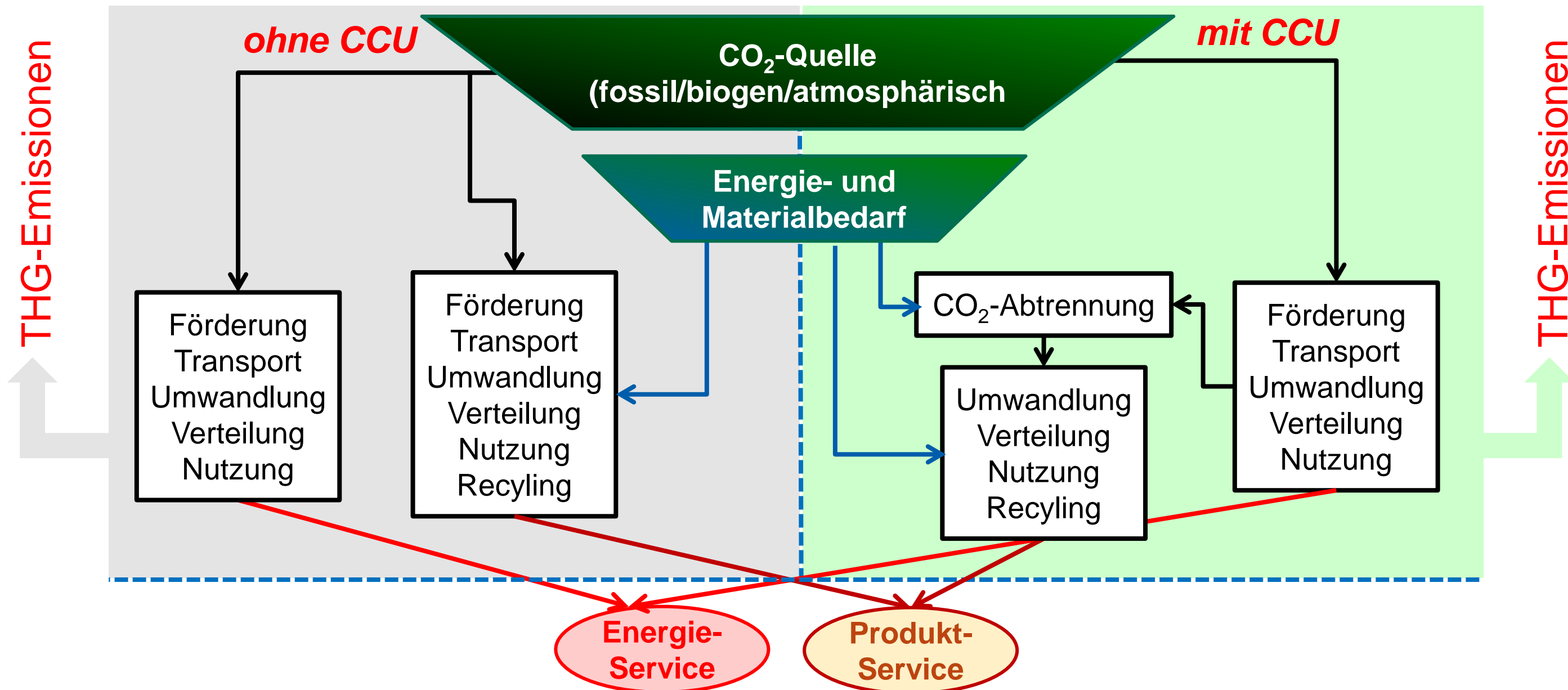
Kennzeichen der CO₂-Quellen

- CO₂-Konzentration
- Temperatur und Druck
- Mischung mit anderen Gasen e.g. CO, H₂, NO_x
- Stündliche/jährliche Mengen

Herkunft des CO₂

- Fossile Brennstoffe
- Biogene Brennstoffe
- Abfall (fossiler&biogener Brennstoff)
- Unbestimmt (Luft)

LCA-System Vergleich: Energie- und Produkt-Dienstleistungen



Bewertung der Klimawirksamkeit der CO₂-Emission am Fahrzeug mit E-Fuel

- **Klimaneutral** mit CO₂ aus der
 - Luft
 - Biomasse (wie in der Energiewirtschaft, Landnutzungsänderung in LULUCF)
- **CO₂ aus fossiler** Energie bzw. Rohstoffen
 - **Jahresbilanz:** von E-Fuel Fahrzeug und anderen Produkten (z.B. Strom, Stahl, Zement)
 - **Physikalisch:** am Fahrzeuges, d.h. CO₂-Reduktion wird anderen Produkten zugerechnet
 - **Allokation** des doppelt genutzten C notwendig zu E-Fuel und Produkt(en)
 - 100% : 0%: (physikalisch) CO₂-Emissionen zum E-Fuel
 - 50% : 50%: Aufteilung der CO₂-Emissionen zu E-Fuel und Produkt(en)
 - 0% : 100%: CO₂-Emissionen „verbleiben“ bei den Produkt(en)

Wesentliche Kennzeichen der E-Fuel-Herstellungspfade

- **Primärenergie für Wasserstoff-Erzeugung:** Wasser, Wind, Sonne, Strommix
- **CO₂-Quelle:** Luft, Verbrennungsgas aus Industrie- und Kraftwerksprozessen, Begleitgas aus Erdöl/Erdgas-Förderung, Bioethanol-Erzeugung, CO₂ aus Biogasaufbereitung
- **Produkte der CO₂-Quelle:** z.B. Stahl, Zement, Ammoniak
- **Prozessintegration/Bioenergie:** Wasserstoff, Brennstoff, Strom, Wärme

Fazit
diese Kennzeichen müssen immer angegeben werden,
sonst ist E-Fuel nicht eindeutig festgelegt

30 untersuchte E-Fuel Systeme für PKW mit VKM

CO₂-Nutzung aus

- Raffinerie
- Begleitgas Erdgasförderung
- Luft
- Hochofen-Gichtgas (CO)
- Biomassevergasung
- Ethanolerzeugung
- Biogasaufbereitung

Nr	Synthese	CO ₂ -Quelle	Biomasse	Stromquelle
1	Fischer-Tropsch (PtL)	Raffinerie	-	Wind, PV, Strommix-AT
2	Fischer-Tropsch (PtL)	Begleitgas Aderklaa	-	Wind, PV, Strommix-AT
3	Fischer-Tropsch (PtL)	Luft (Direct Air Capture)	-	Wind, PV, Strommix-AT
4	Fischer-Tropsch (BtL)	Biomassevergasung	Waldrestholz	Wind, PV, Strommix-AT
5	Methanol (PtL)	Raffinerie	-	Wind, PV, Strommix-AT
6	Methanol (PtL)	Begleitgas Aderklaa	-	Wind, PV, Strommix-AT
7	Methanol (PtL)	Luft (Direct Air Capture)	-	Wind, PV, Strommix-AT
8	Methanol (PtL)	Hochofen-Gichtgas	-	Wind, PV, Strommix-AT
9	Methanol (PBtL)	Biomassevergasung	Waldrestholz	Wind, PV, Strommix-AT
10	Methanol-to-Gasoline (PtL)	Raffinerie	-	Wind, PV, Strommix-AT
11	Methanol-to-Gasoline (PtL)	Begleitgas Aderklaa	-	Wind, PV, Strommix-AT
12	Methanol-to-Gasoline (PtL)	Luft (Direct Air Capture)	-	Wind, PV, Strommix-AT
13	Methanol-to-Gasoline (PBtL)	Bioethanolanlage	Getreide	Wind, PV, Strommix-AT
14	Methanol-to-Gasoline (PBtL)	Biomassevergasung	Waldrestholz	Wind, PV, Strommix-AT
15	Synthetic-Natural-Gas (PtG)	Raffinerie	-	Wind, PV, Strommix-AT
16	Synthetic-Natural-Gas (PtG)	Begleitgas Aderklaa	-	Wind, PV, Strommix-AT
17	Synthetic-Natural-Gas (PtG)	Luft (Direct Air Capture)	-	Wind, PV, Strommix-AT
18	Synthetic-Natural-Gas (PBtG)	Biogasaufbereitung	Bg. Reststoffe	Wind, PV, Strommix-AT
19	Synthetic-Natural-Gas (PBtG)	Biomassevergasung	Waldrestholz	Wind, PV, Strommix-AT
20	Synthetic-Natural-Gas (PBtG)	Hochofen-Gichtgas	-	Wind, PV, Strommix-AT

Im Auftrag



In Partnerschaft mit

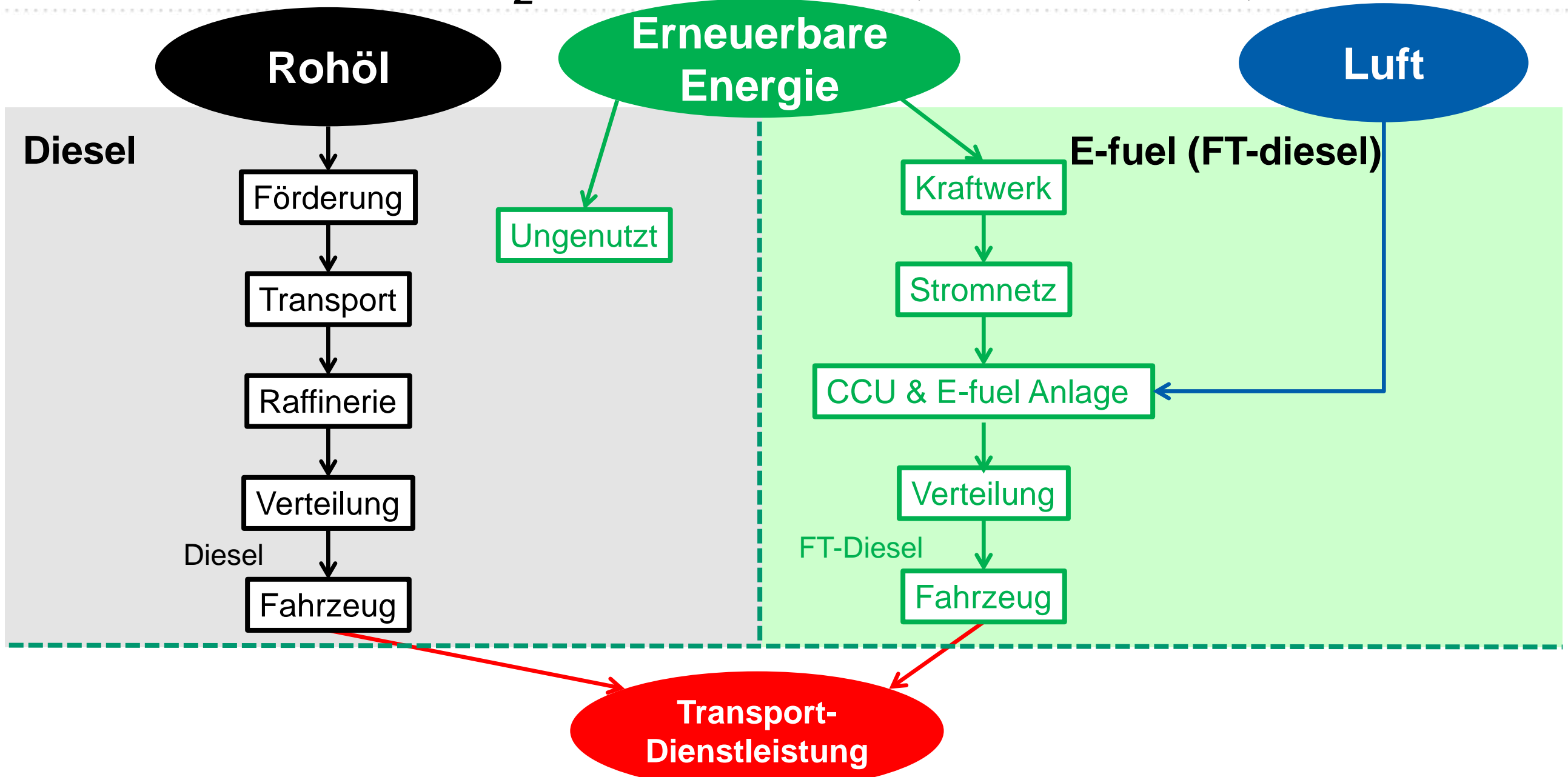


Bespielhafte Systeme

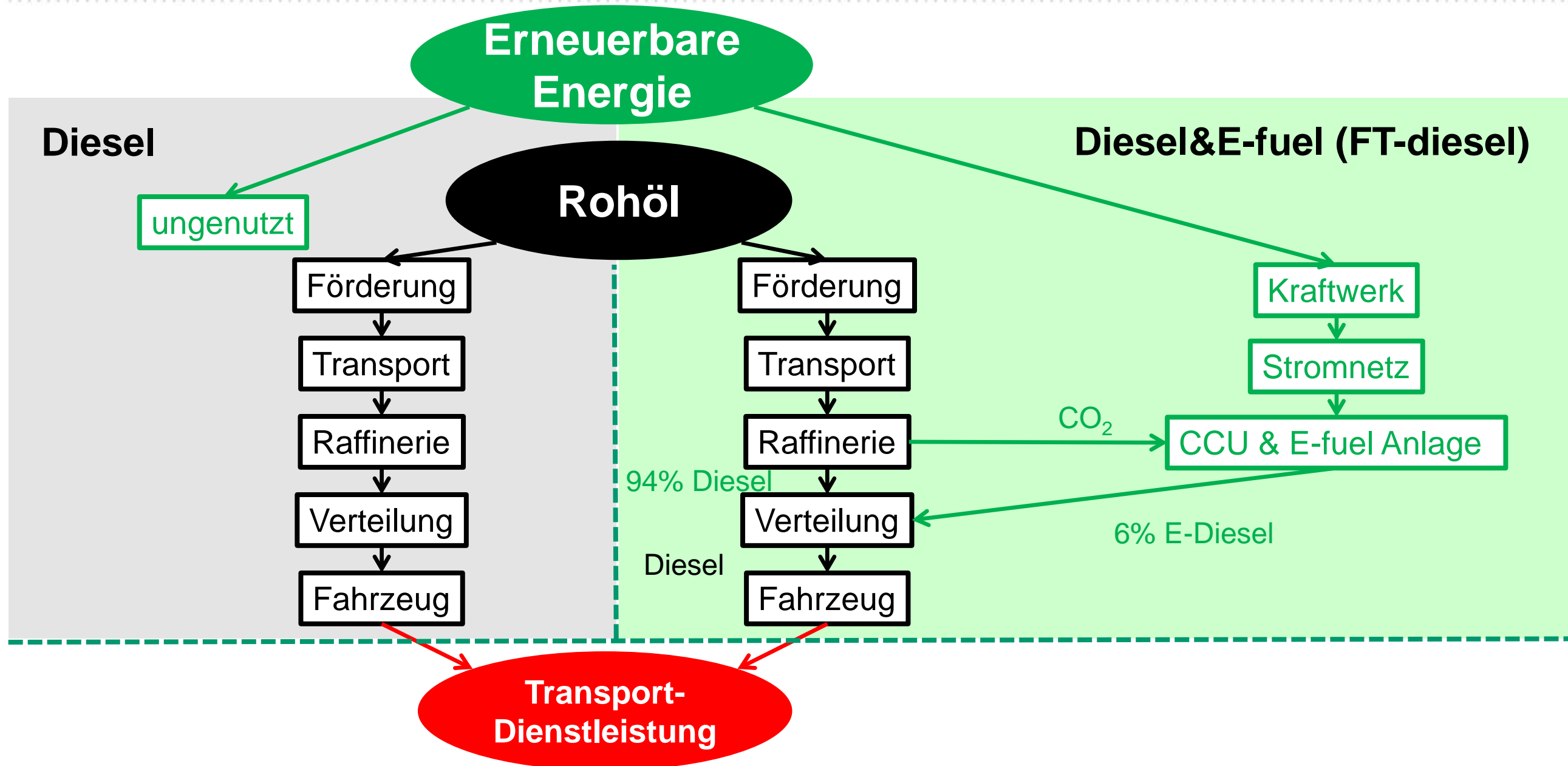
- **Fossile Treibstoffe mit VKM/PKW**
 - Benzin
 - Diesel
- **E-Fuel:** E-Benzin mit VKM und Strom aus Wind
 - CO₂ aus Biomasse-Vergasung (1 km E-Fuel aus Strom und Holz)
 - CO₂ aus EtOH-Anlage (inkl. EtOH) (0,29 km E-Fuel + 0,71 km EtOH)
 - CO₂ Luft (1 km E-Fuel)
 - CO₂ aus Raffinerie (inkl. Benzin) (0,12 km E-Fuel + 0,88 km Benzin)
 - CO₂ aus Begleitgas (inkl. CNG) (0,09 km E-Fuel + 0,91 km CNG)
- **Strom** (Batterie): Wind
- **Wasserstoff** (H₂-Brennstoffzelle): Wind

Anmerkung: Ergebnisse der anderen E-Fuels (MeOH, FT-Diesel, CNG) mit anderen Stromquelle analog z.B. Diesel

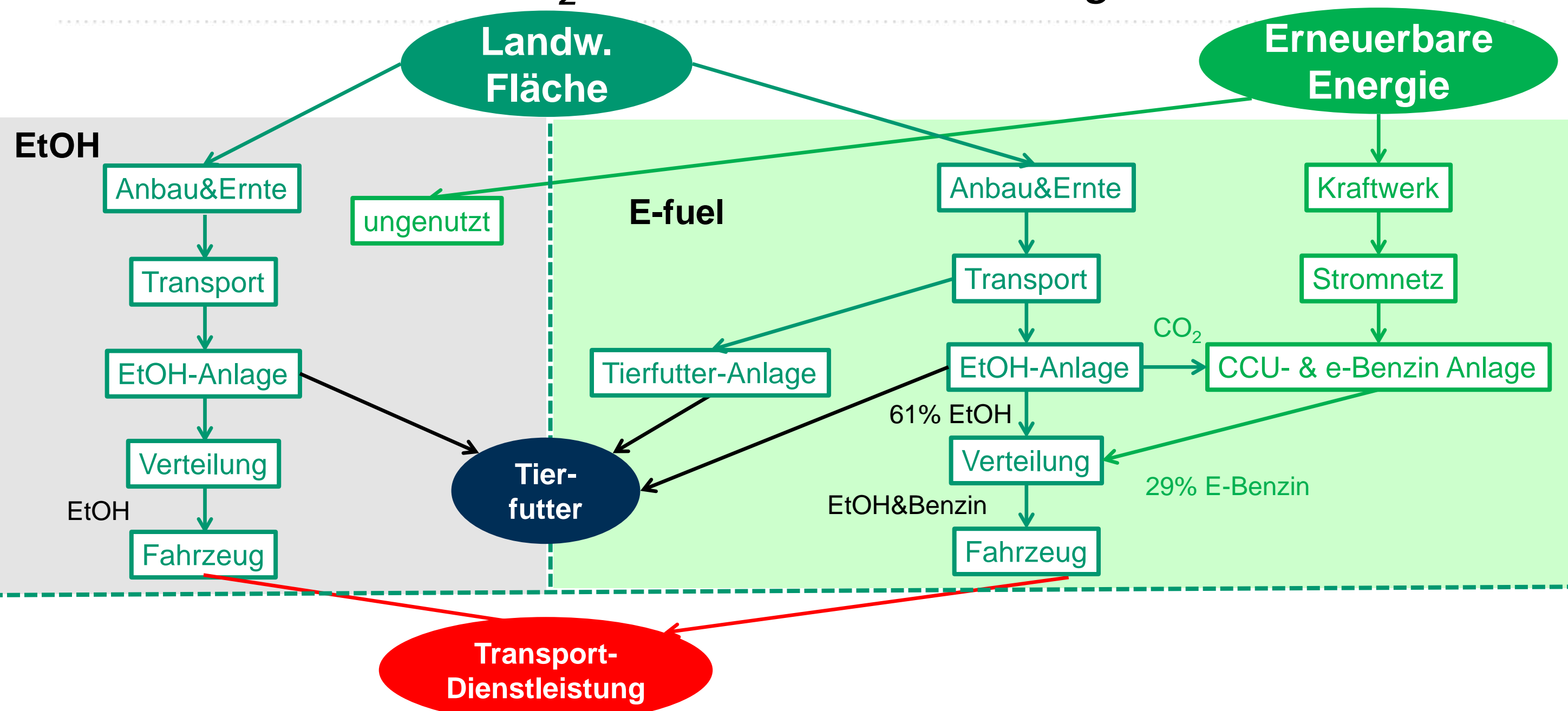
E-Fuel mit VKM - erneuerbarer Strom und CO₂ aus der Luft (1 km E-Fuel)



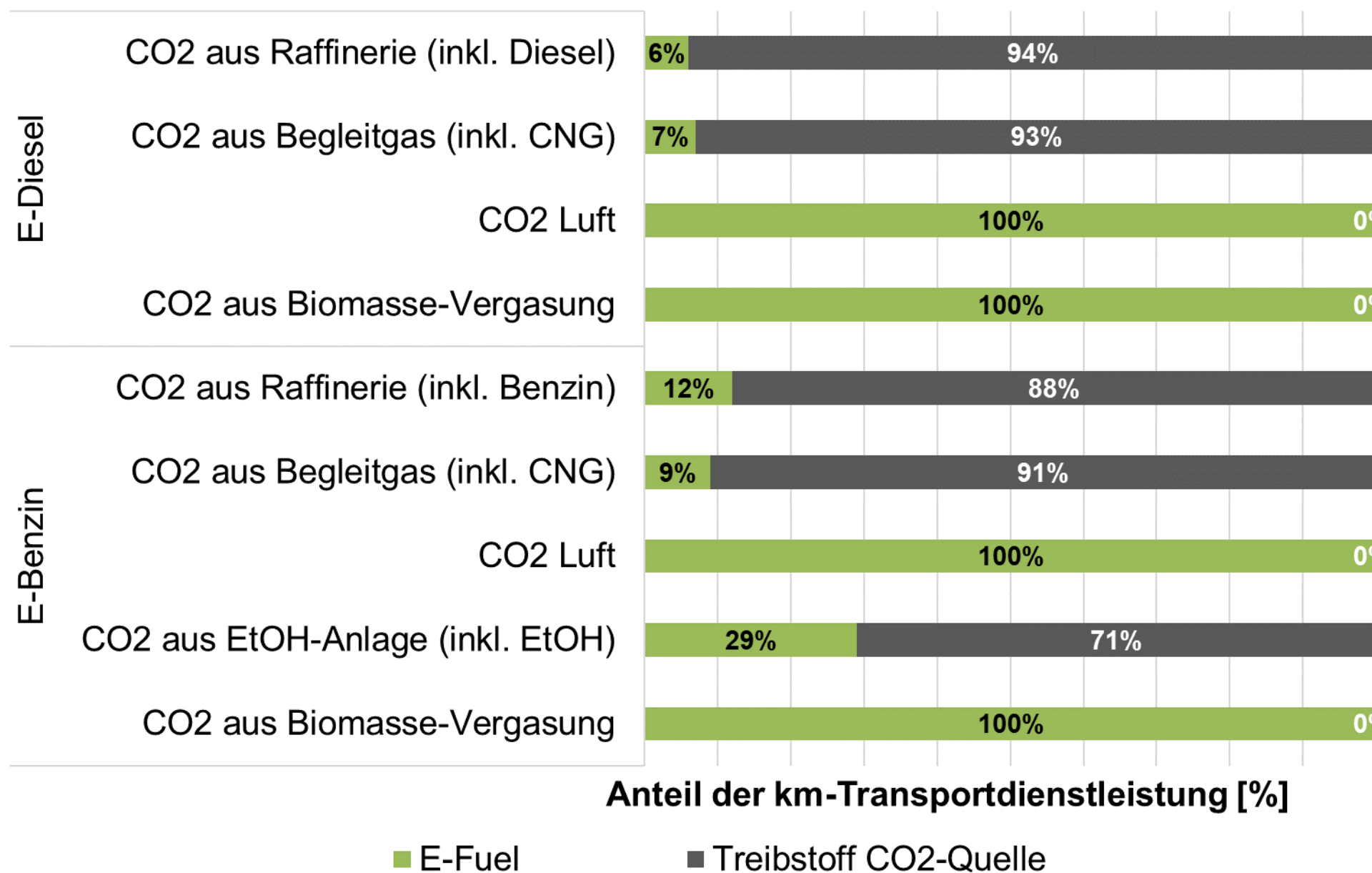
E-Fuel mit VKM - erneuerbarer Strom und CO₂ aus Raffinerie



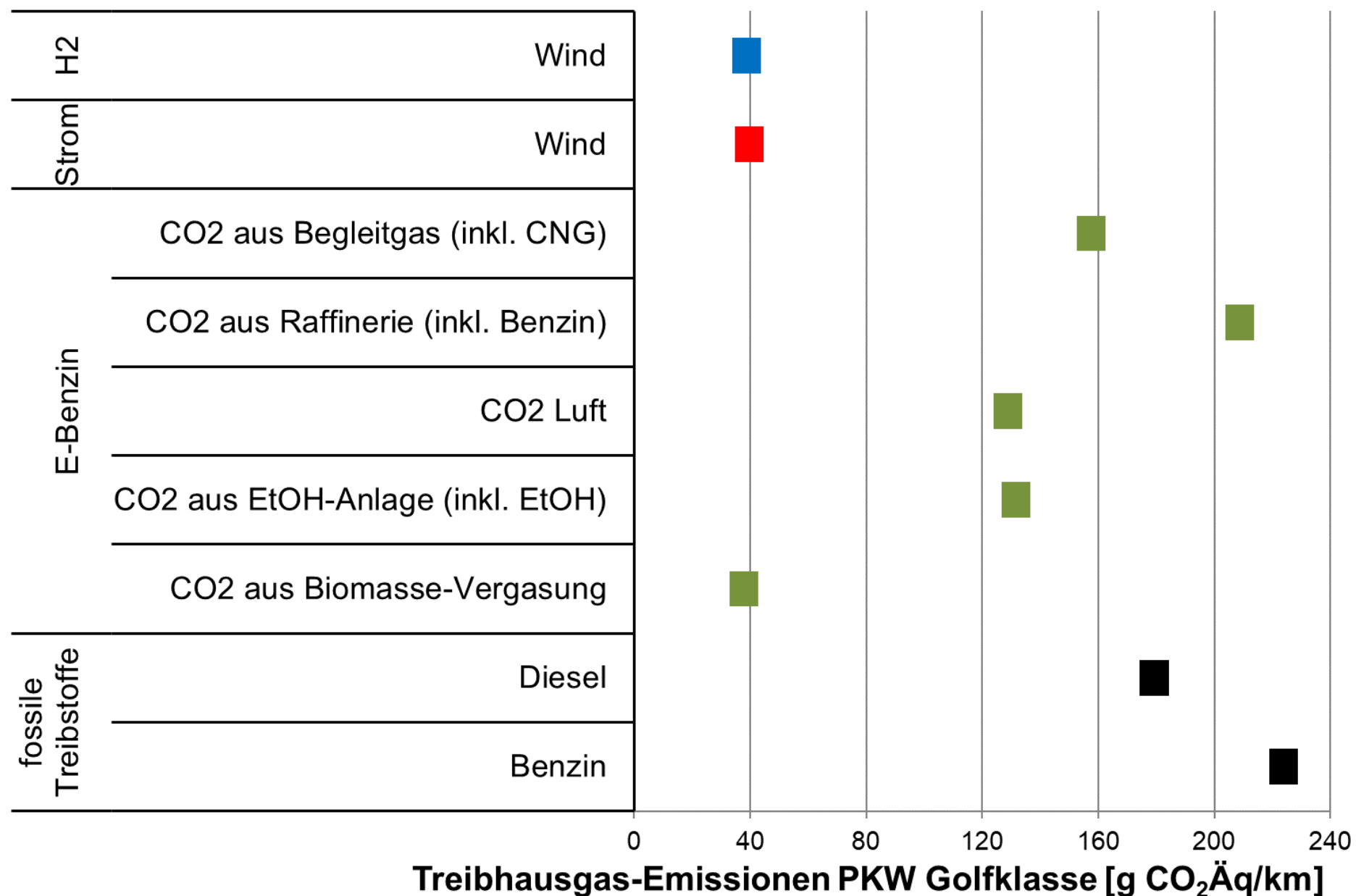
E-Fuel mit VKM: erneuerbarer Strom und CO₂ aus Bioethanol-Anlage



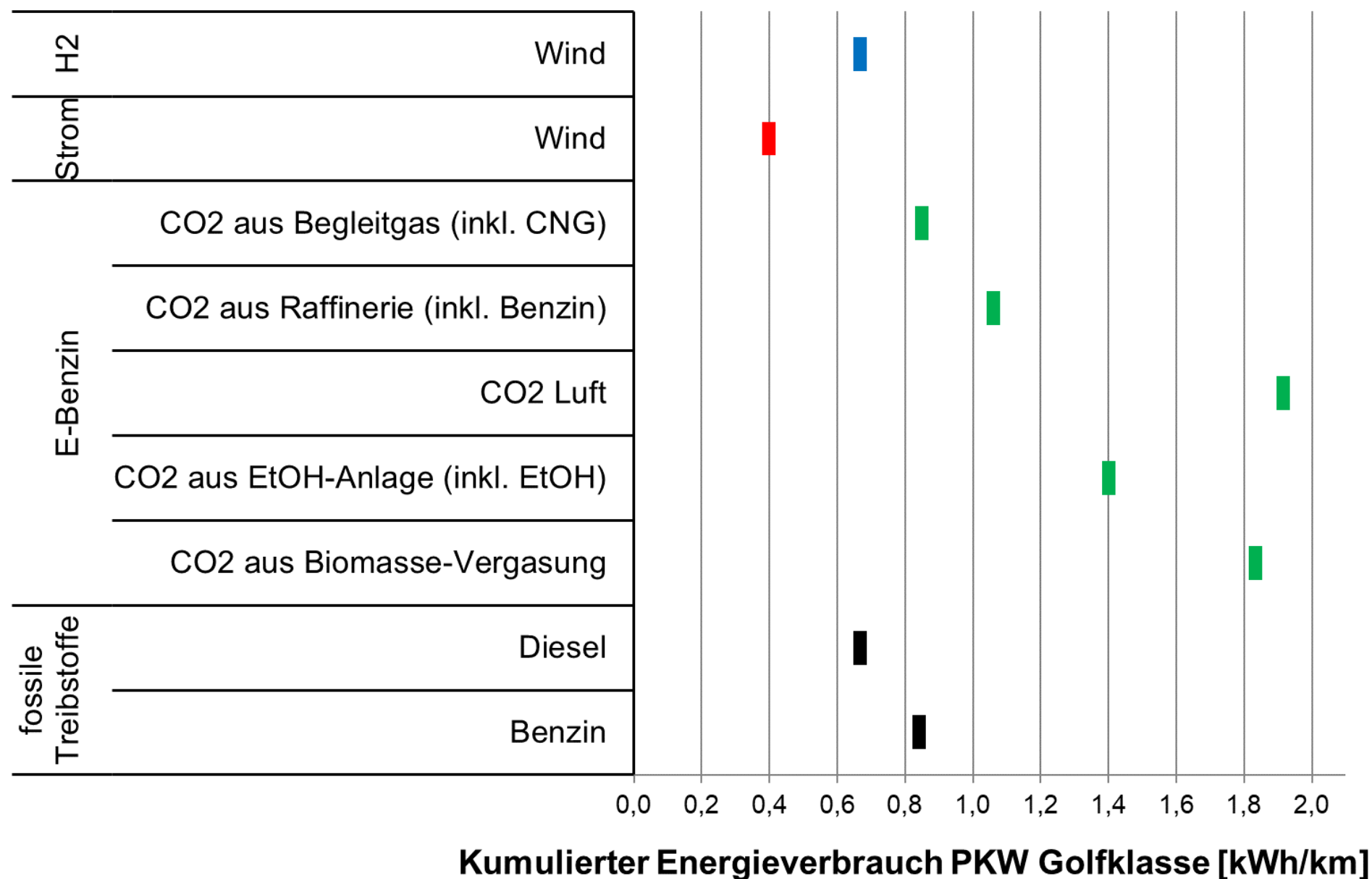
Verfügbare CO₂-Menge und Transportdienstleistung



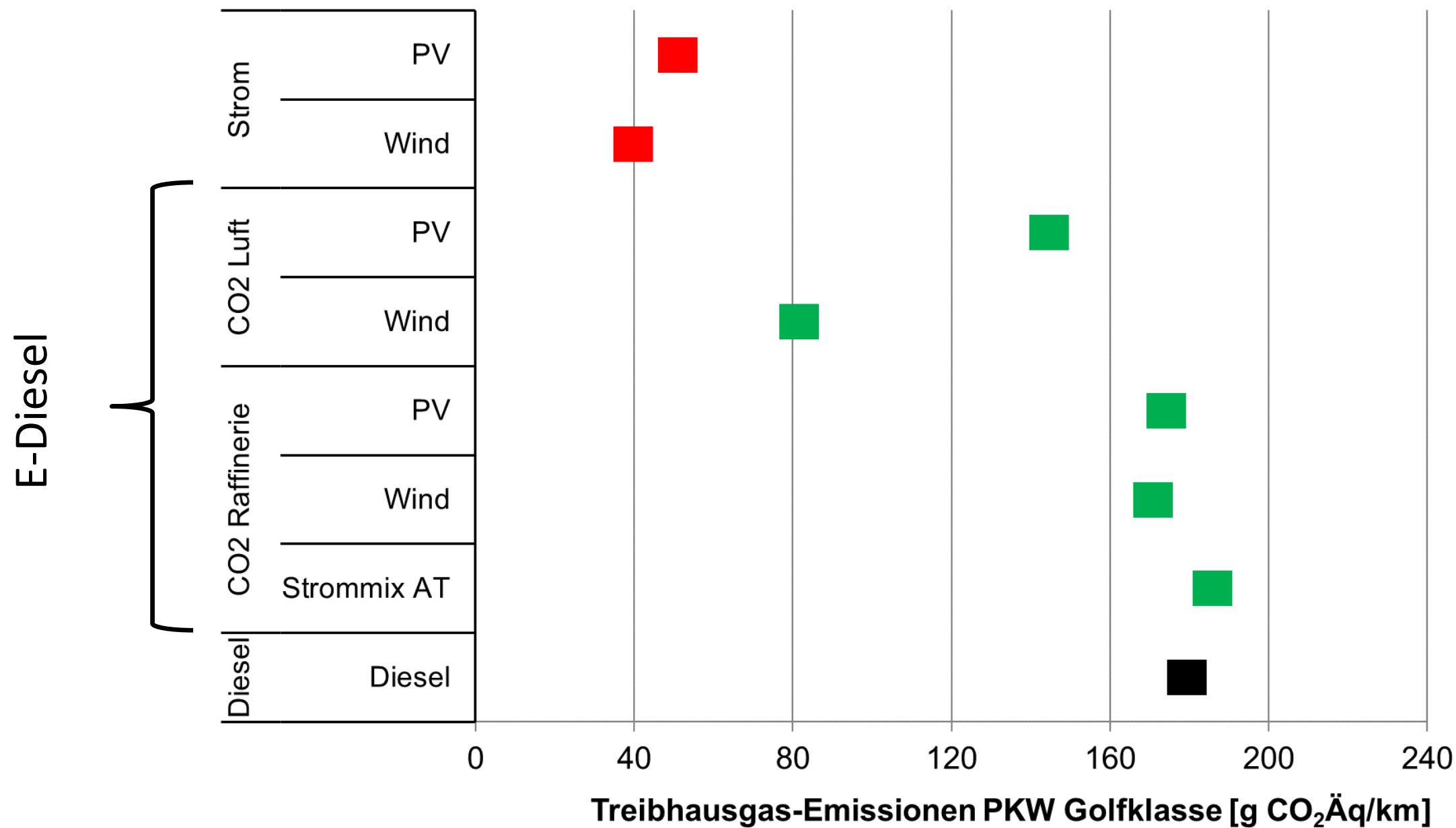
Treibhausgas-Emissionen: E-Benzin im Vergleich



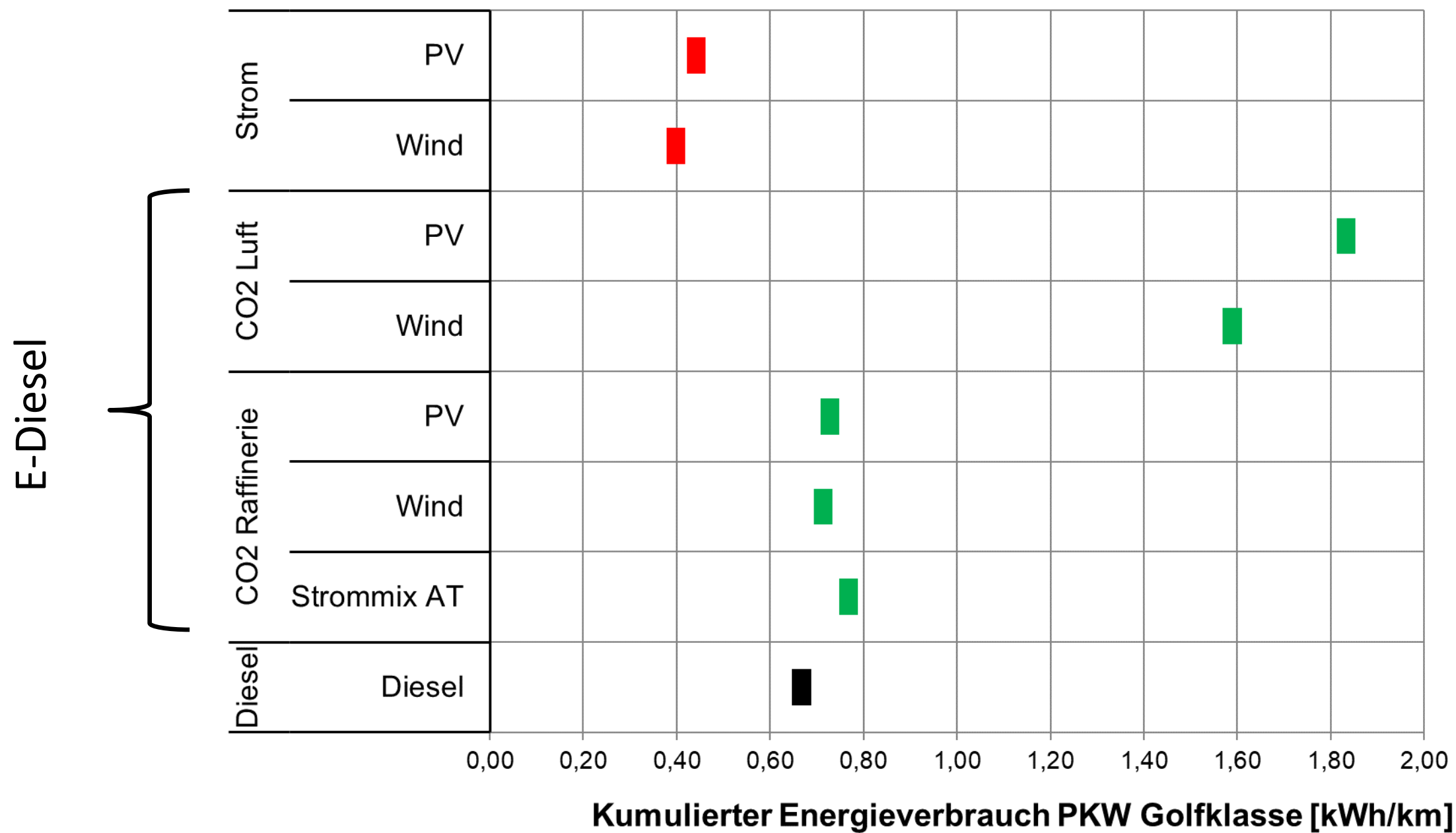
Primärenergiebedarf: E-Benzin im Vergleich



Treibhausgas-Emissionen: E-Diesel im Vergleich



Primärenergiebedarf: E-Diesel im Vergleich



E-Fuels energiewirtschaftlich **interessant für klimafreundliche** Flugzeuge, Schiffe und ev. LKW, wo keine Elektrifizierung möglich

E-Fuels im PKW kaum Umweltvorteile gegenüber direkter Nutzung:
E-fuel \geq H₂ \geq Strom

Zuordnung der CO₂-Emissionen bzw. doppelt genutzten C – alle Produkte in integriertem Ansatz oder 50% zu beiden Produkten

Herkunft, Menge und Reinheit des CO₂ ganz wesentlich für Energie- und Umweltbilanz von E-Fuels: Luft, Biomasse und fossile Energie

E-Fuels nutzen **Wasser, Kohlendioxid und erneuerbaren Strom** für Transportdienstleistungen mit VKM

Umweltbewertung muss zumindest **Treibhausgas-Emissionen** (Einsatz erneuerbarer Energie) und **Primär-Energieaufwand** (Energieeffizienz) umfassen.

Umweltbewertung kann nur auf Basis einer **Lebenszyklusanalyse (LCA)** erfolgen: Errichtung
- Betrieb - Entsorgung

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

JOANNEUM RESEARCH
Forschungsgesellschaft mbH

LIFE – Zentrum für Klima,
Energie und Gesellschaft

Science Tower
Waagner-Biro-Straße 100, 8020 Graz
Tel. +43 316 876-7600
life@joanneum.at

www.joanneum.at/life

