

# Emissionsvergleich von alternativen Antriebssystemen

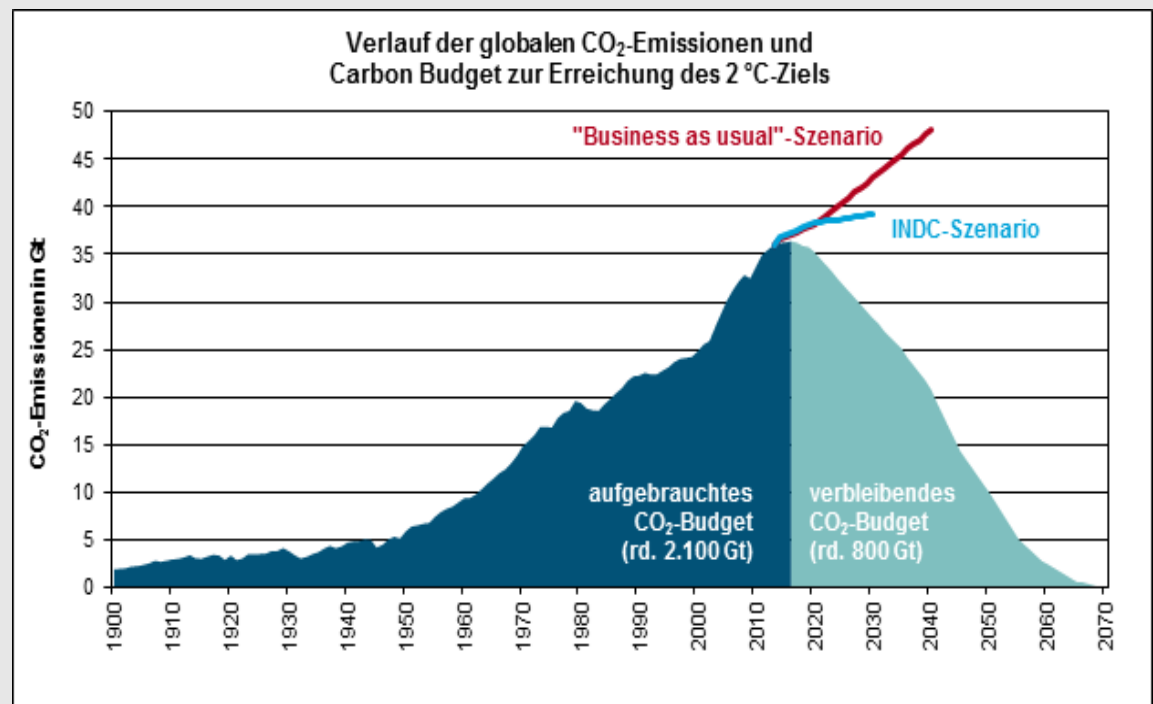
DI Werner Pölz

# Inhalt

- Klima-Debatte
- Systemgrenzen - Energie- und Materialbilanzen
- Ergebnisse

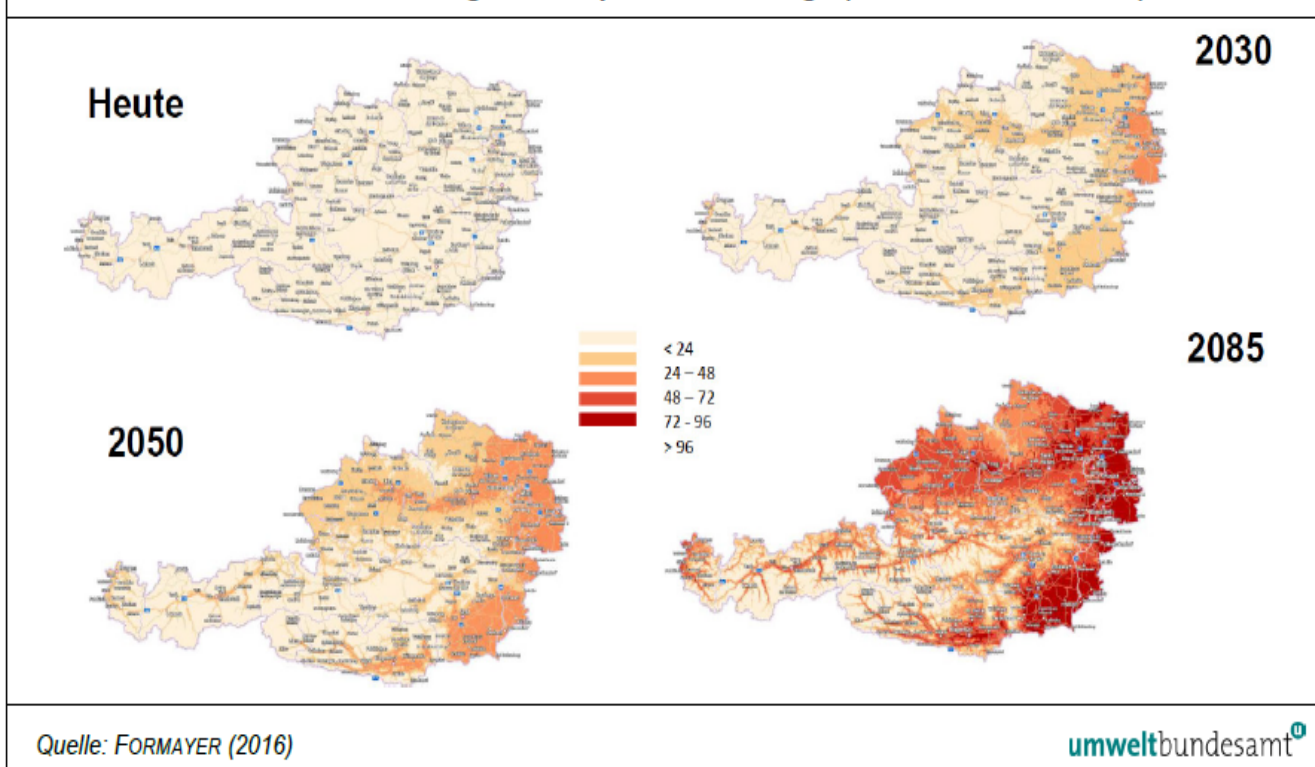
# DIE HERAUSFORDERUNG

Laut IPCC müssen die kumulierten menschlichen Emissionen seit 1870 unterhalb von 2900 Gt CO<sub>2</sub> liegen, um die Grenze einer Erderwärmung von 2°C (mit einer Wahrscheinlichkeit von mehr als 66%) nicht zu überschreiten.



# DIE KLIMAKRISE

## Zeitliche Entwicklung am Beispiel der Hitzetage (Worst-Case-Szenario)

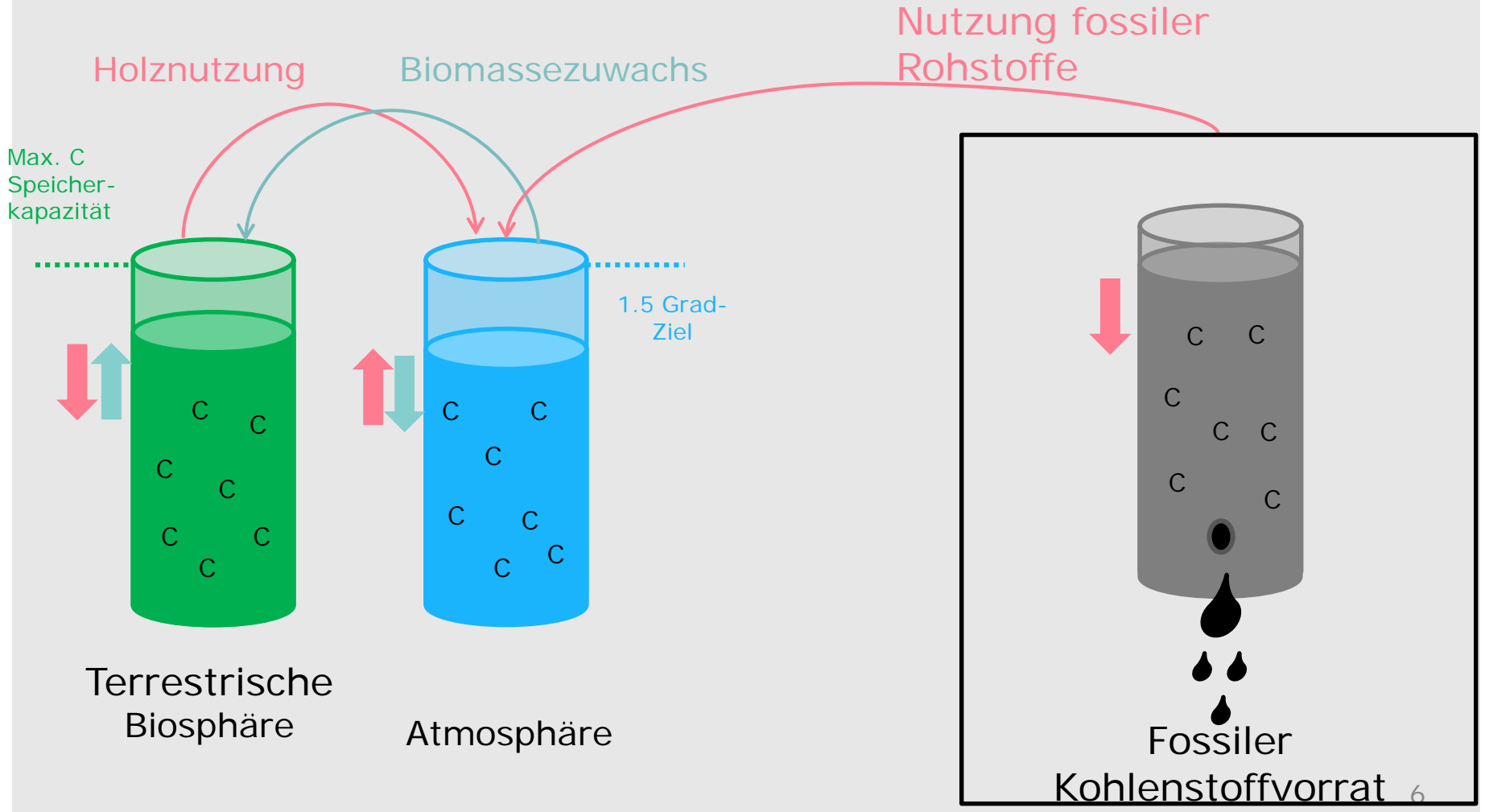


- Globaler Temperaturanstieg 1880-2017: +1,1°C
- Österreich 1880-2017: +2°C
- Ein globales 2°C Ziel könnte für Ö + 4°C bedeuten
- Folge: Trockenheit & Hitzeperioden im Sommerhalbjahr, etc
- Beispiel Hitzetage (≥ 30 °C) im „Worst-Case-Szenario“:

# Soll Biomasse genutzt werden?

# KOHLENSTOFFFLÜSSE (VEREINFACHT!)

→ C-Freisetzung  
→ C-Aufnahme

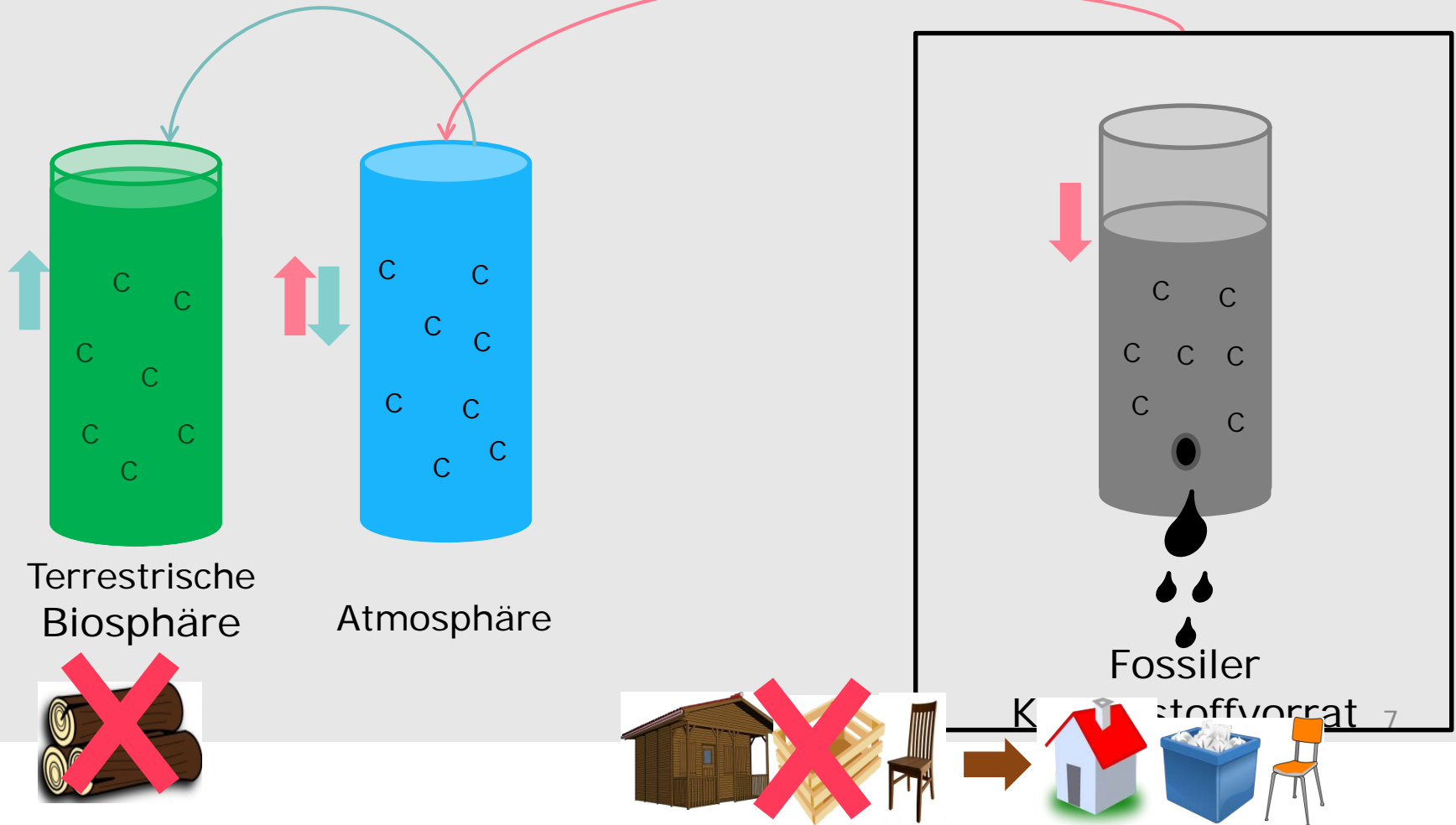


→ C- Freisetzung  
→ C-Aufnahme

# KOHLENSTOFFFLÜSSE (VEREINFACHT!)

Beispiel: Reduzierte Nutzung von Biomasse

bedeutet mehr Nutzung von fossilen Rohstoffen



# TREIBHAUSGASEMISSIONEN-BASICS

- Treibhausgas (THG)-Emissionen sind mehr als nur CO<sub>2</sub>.
- Rund 80% der globalen THG Emissionen sind CO<sub>2</sub>.
- CO<sub>2</sub> alleine kann die Klimawirksamkeit drastisch unterschätzen.
- Klimawirksamkeit durch Global Warming Potential (GWP) ausgedrückt.
- Umrechnung der gesamten THG-Emissionen in CO<sub>2</sub>-eq
- Andere THG sind: Fluorkohlenwasserstoffe (z.B. Kältemittel), SF<sub>6</sub> (bei Hochspannungstechnik), NF<sub>3</sub> (bei Siliziumherstellung). Berücksichtigt auf einen Zeithorizont von 100 Jahre
- Prinzipielle Unterscheidung zwischen direkten und indirekten Emissionen

Treibhausgas	GWP
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub> (Methan, Erdgas)	25
N <sub>2</sub> O (Lachgas)	298



# DIREKTE UND VORGELAGERTE EMISSIONEN

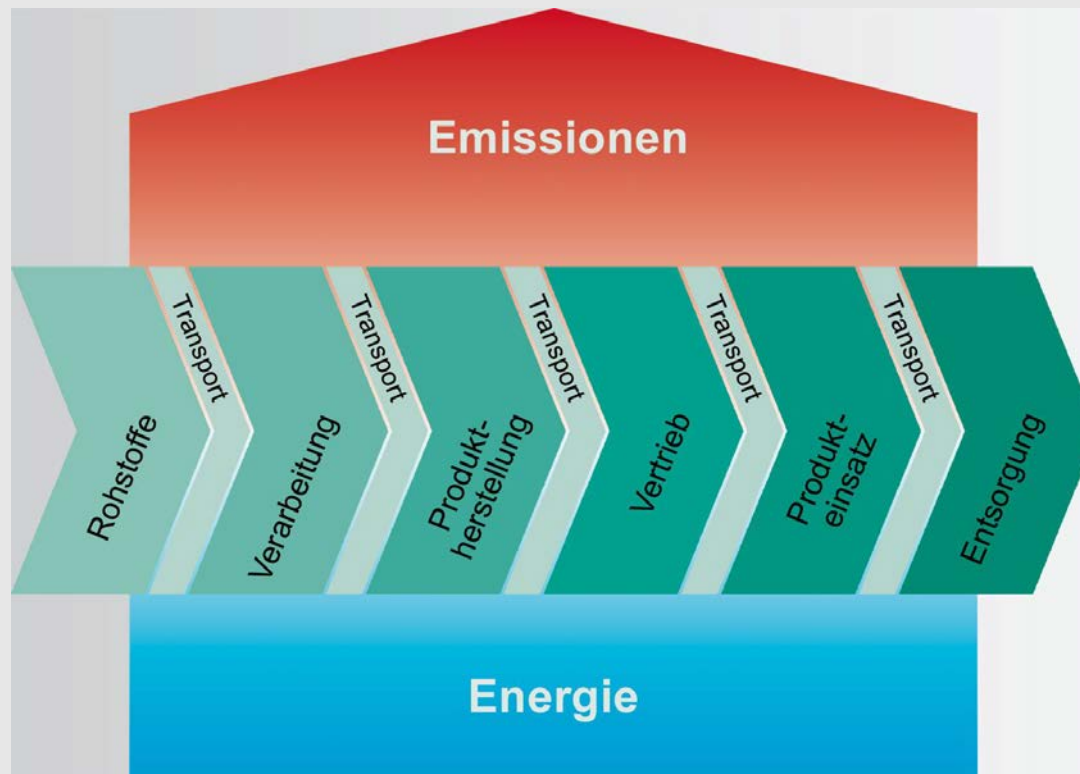
## Direkte Emissionen

- 1 Liter Benzin verbrennt zu 2,32 kg CO<sub>2</sub>
- 1 kWh Erdgas zu 0,2 kg CO<sub>2</sub>
  
- CO<sub>2</sub>-Emissionen: Immer und überall gleich!
  
- THG Emissionen wie N<sub>2</sub>O, die bei der Verbrennung entstehen sind oftmals vernachlässigbar
  
- Dies gilt aber nicht für Luftschadstoffe!  
Diese sind abhängig von den Verbrennungsbedingungen

## Vorgelagerte (indirekte) Emissionen

- Bei vielen Prozessen fallen entlang der Herstellungskette relevante Emissionen an.
  
- Berücksichtigt die Lebenszyklusemissionen
  
  
- Beispiele:
  - Erdöl-Bereitstellung: Venting und Flaring
  - Biomasse-Bereitstellung: Verbrennung ist CO<sub>2</sub>-neutral, Bereitstellung muss bewertet werden
  - Herstellung von Elektrofahrzeugen

# CO<sub>2</sub>-Bilanz für ein Produkt



# SYSTEMGRENZE BIOGAS

# Systemgrenzen-Diskussion

- Substrate: Gülle und NAWARO (Materialmix von 50 %)
  - Mais: Anbau, Pflege, Ernte und Transport bis zur Biogasanlage
    - Variante 1: Stickstoffdüngung mittels Mineraldünger
    - Variante 2: Stickstoff-Düngung mittels Biogasgülle (Kreislauf)
  - Schweinegülle: Reststoff aus der Tierhaltung (ohne Vorketten)
- Fermenter zur Biogaserzeugung
- Biogas-Nutzung
  - Biogas-Aufbereitung und Reinigung zur Einspeisung ins Erdgasnetz
  - Biogasverstromung in einem BHKW und Wärmebereitstellung
- Ausbringung von Biogasgülle
  - Keine Substitutionseffekte aus der Düngemittelsubstitution

# Energie- und Materialbilanz Substrate

- Ertrag Mais: rund 49 t/ha Frischmasse
- Düngung (rund 130 kg N/ha; P, Ca, K)
  - Die Stickstoffgaben sind bei Biogasgülle und Mineraldünger gleich
  - Lachgasemissionen von 4,57 kg N<sub>2</sub>O/ha
- Maschineneinsatz (Anbau, Pflege, Ernte) mittels Diesel (inkl. gesetzl. Beimischung)
- Pflanzenschutz berücksichtigt

# Energie- und Materialeinsatz - Fermenter

- Fermenter Biogas mix (50 % Gülle, 50 % Mais)
- Methanverlust 1,0 % (über den Heizwert berechnet)
- Stromeinsatz für den Betrieb (österr. Stromaufbringung)
- Wärmeeinsatz für den Fermenter (Biomasse)
- Herstellung der Biogasanlage

# Energie- und Materialeinsatz – 1. Variante: Gaseinspeisung

- Aufbereitung zu Erdgasqualität zur Einspeisung ins Erdgasnetz
  - Upgrading
    - 60 % Umwandlungswirkungsgrad
  - 2 % Methanverluste
  - Stromeinsatz für das Upgrading berücksichtigt
- Einspeisung ins Erdgasnetz und Abgabe an einer Tankstelle

## Energie- und Materialeinsatz – 2. Variante: Stromproduktion

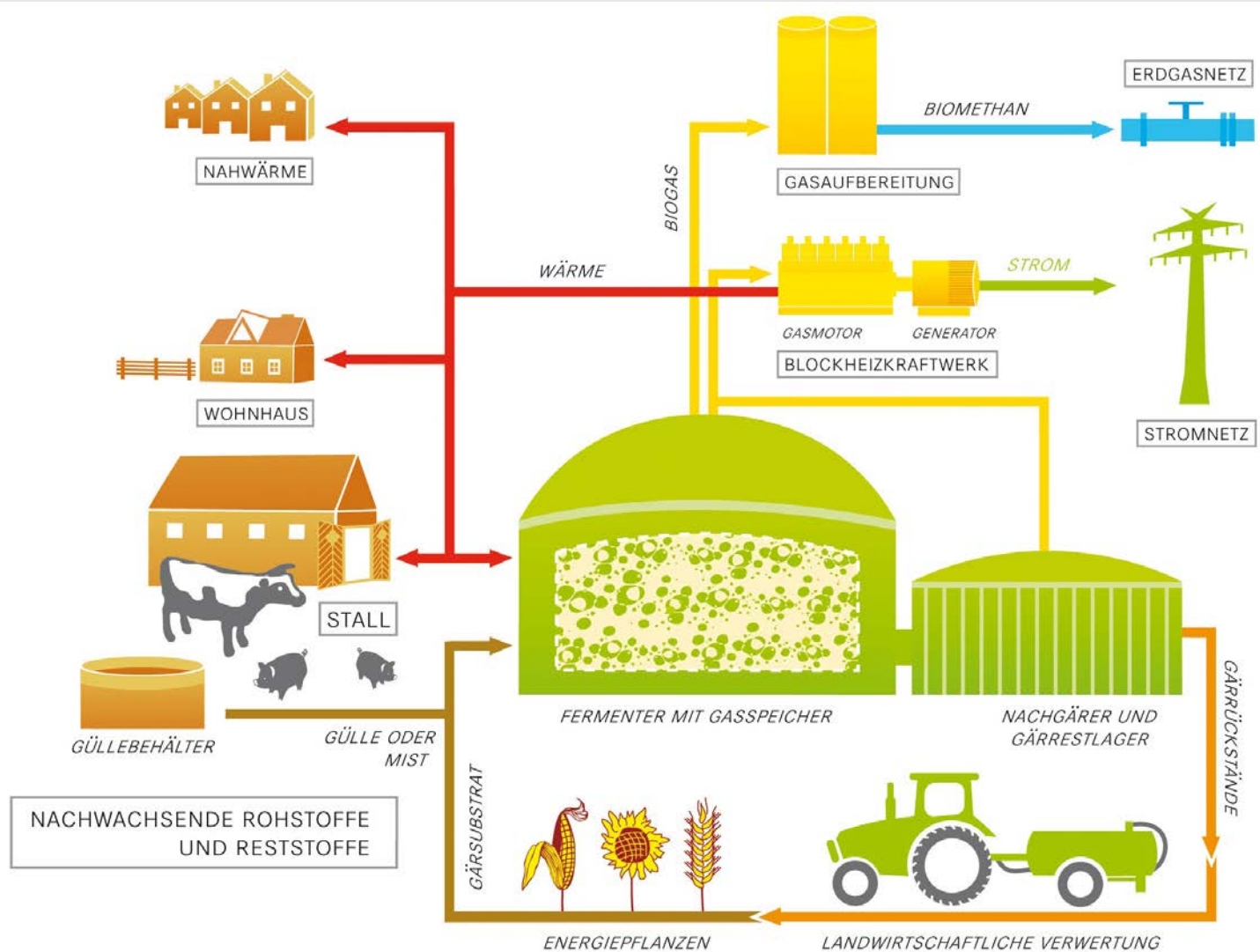
- Strom aus Biogas
  - Gasmotor-BHKW mit 500 kWel
  - 0,2 (best case) - 2 % (worste case) Methanschlupf beim Motor
  - El. Wirkungsgrad: 50 %
  - Verwertung der Wärme – jedoch keine THG-Gutschriften



## Vergleichs-System „fossil“

- PKW-Erdgas Durchschnitt
  - Verbrauch: 0,59 kWh/km
  - 13.000 km pro Jahr
  - 15 Jahres Lebensdauer
  - Alle Größen- und Gewichtsklassen gewichtet (Annahme)
- Strombereitstellung in Österreich im Jahr 2017
  - Österreichischer Strompark 67,3 % (hoher Wasserkraftanteil rund 67 %)
  - Brutto-Stromimporte 32,7 % (auf Grund von Stromaustausch mit den Nachbarländern)

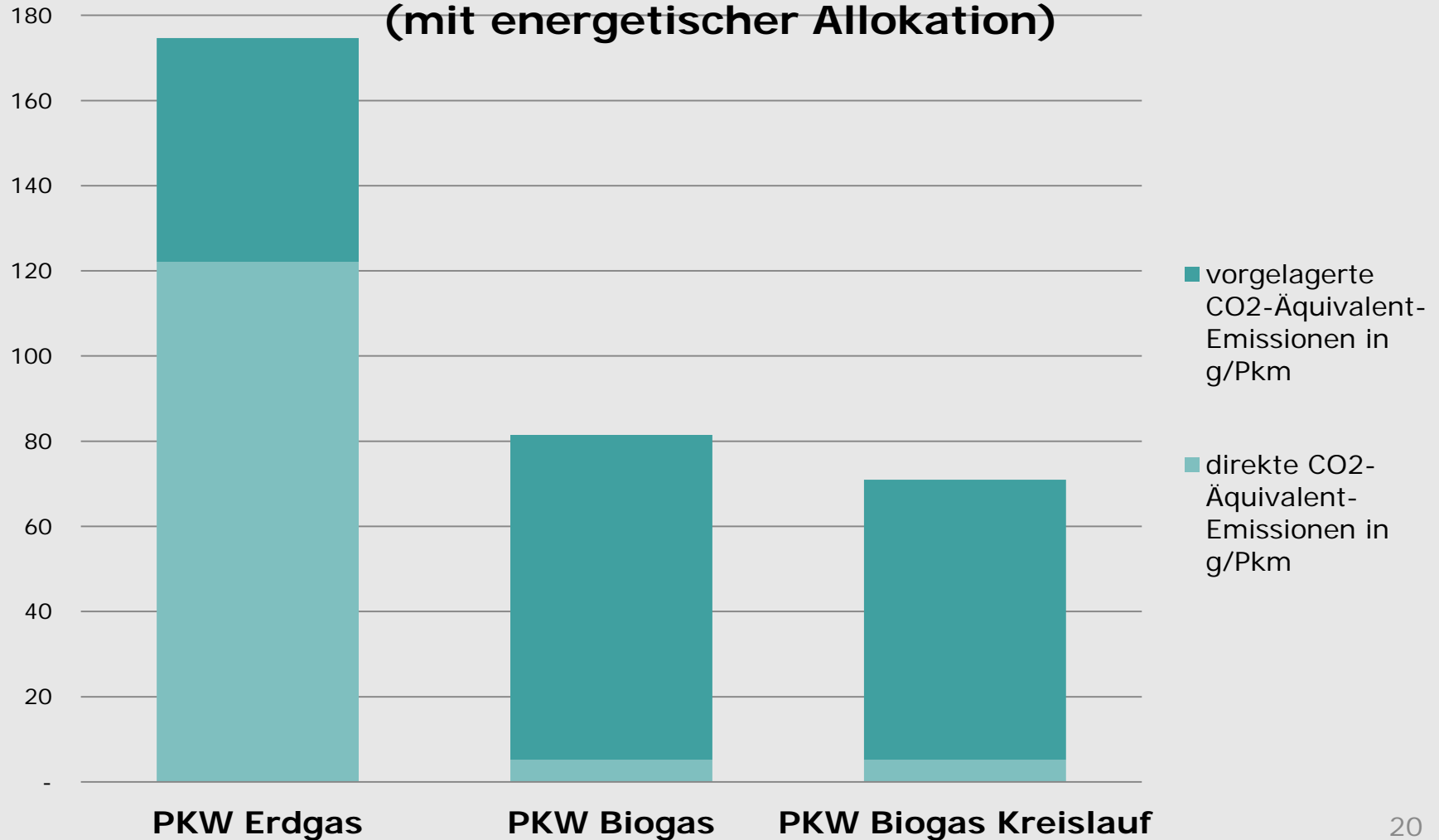
# Energetische Allokation



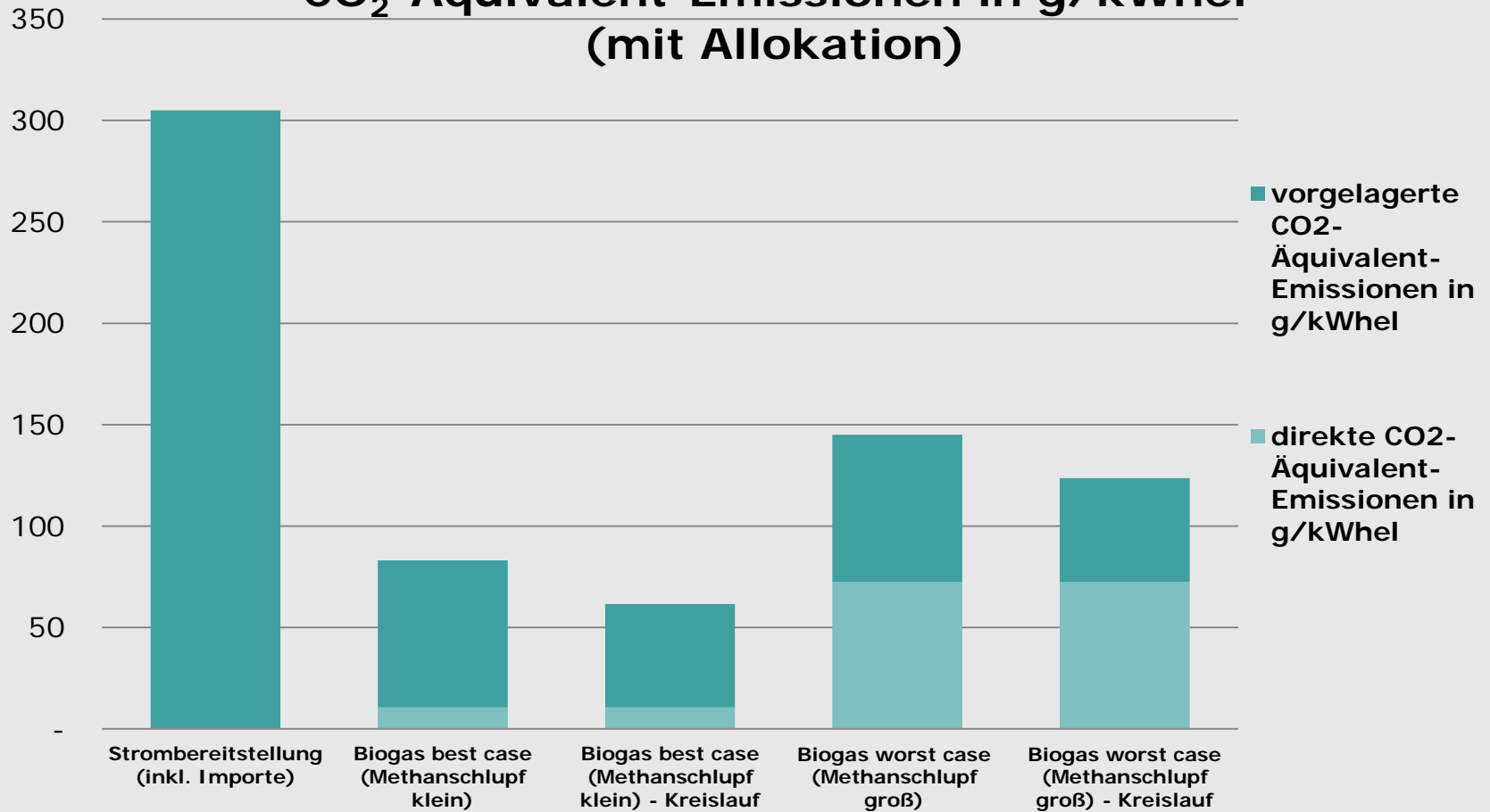
# LCA-Emissionsvergleich

- Wie hoch sind die CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen von einem PKW mit BioMethan im Vergleich zu einem durchschnittlichen PKW in Österreich im Jahr 2017 (Benzin/Diesel gemischt bzw. Erdgas) (inkl. Biokraftstoff-Beimischung)
- Wie hoch sind die CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen von 1 kWh Strom aus Biogas im Vergleich zur österr. Stromaufbringung (inkl. Stromimporte)

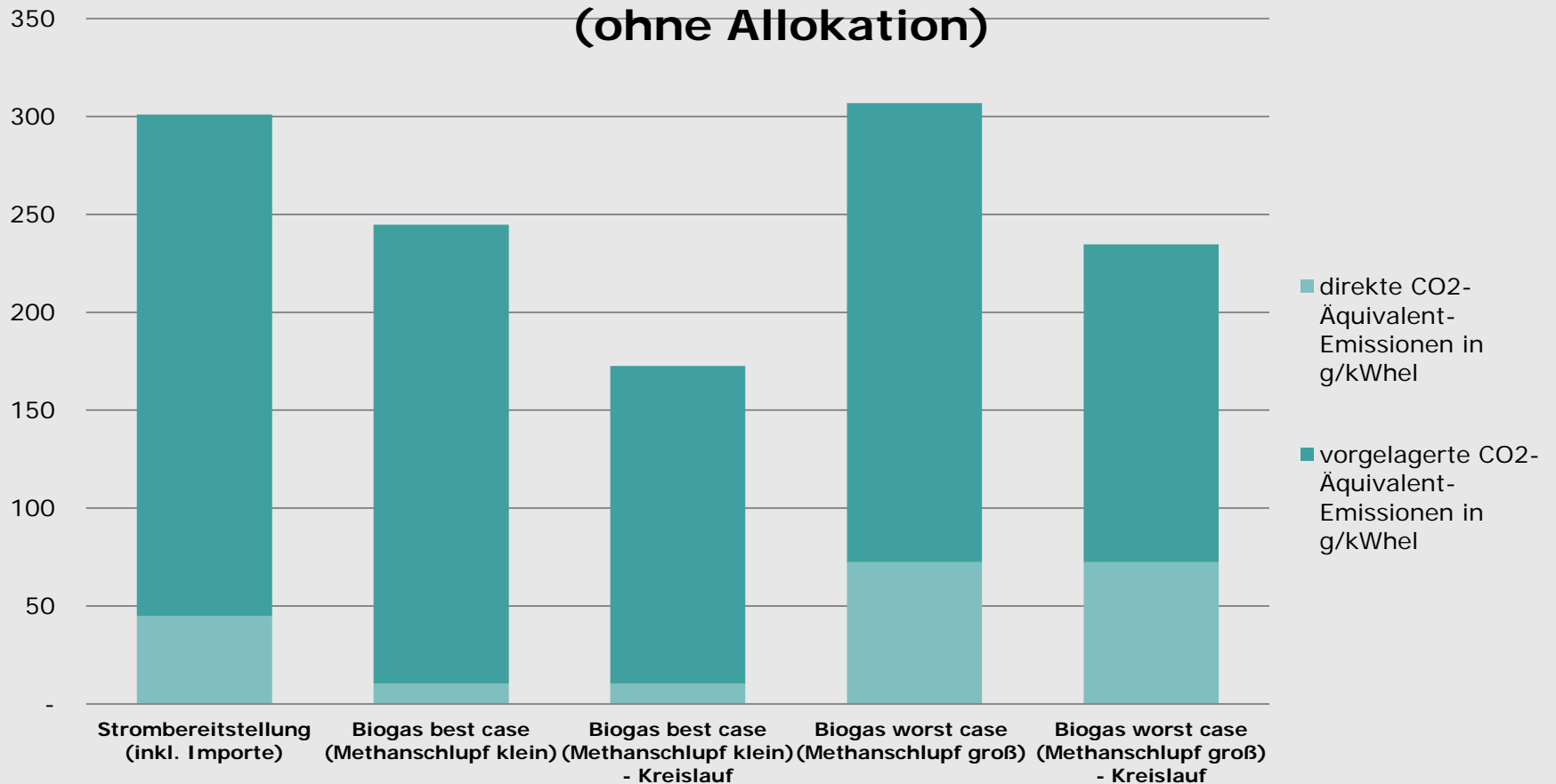
## CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen in g/Pkm (mit energetischer Allokation)



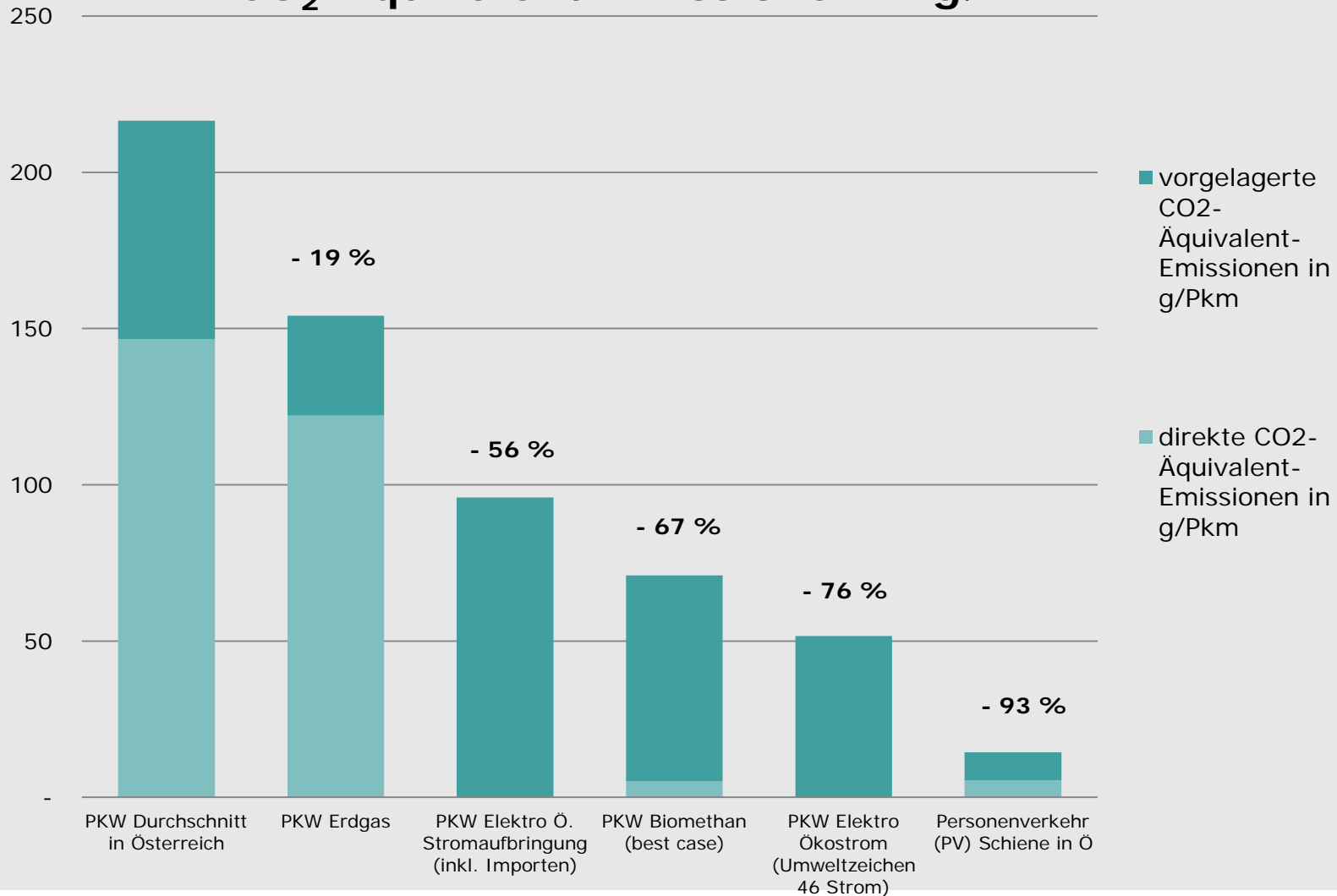
## CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen in g/kWhel (mit Allokation)



## CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen in g/kWhel (ohne Allokation)



## CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen in g/Pkm



# Zusammenfassung

- Biogas kann unter idealen Bedingungen zu einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen im Vergleich zu fossilen Energieträger führen
- Der Spielraum kann jedoch rasch klein werden
  - Hoher Methanschluß bei der Verbrennung von Biogas
- Die Bilanzierungsregeln haben massiven Einfluss auf die Ergebnisse
- THG-Einsparungspotential ist bei der Nutzung von Biomethan als Brennstoff höher als bei der Verstromung
  - PKW in Österreich werden massiv mit fossilen Kraftstoffen getankt
    - Stromversorgung in Österreich ist hohem Anteil an erneuerbaren Energieträgern ausgestattet
  - Umwandlungsverluste wirken sich bei der Verstromung von Biogas stärker aus
- Die THG-Emissionsuntergrenze scheint fast erreicht zu sein



# Kontakt

DI Werner Pölz

Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5  
1090 Wien

Tel.: 01/31 304 3760

E-Mail: [werner.poelz@umweltbundesamt.at](mailto:werner.poelz@umweltbundesamt.at)