

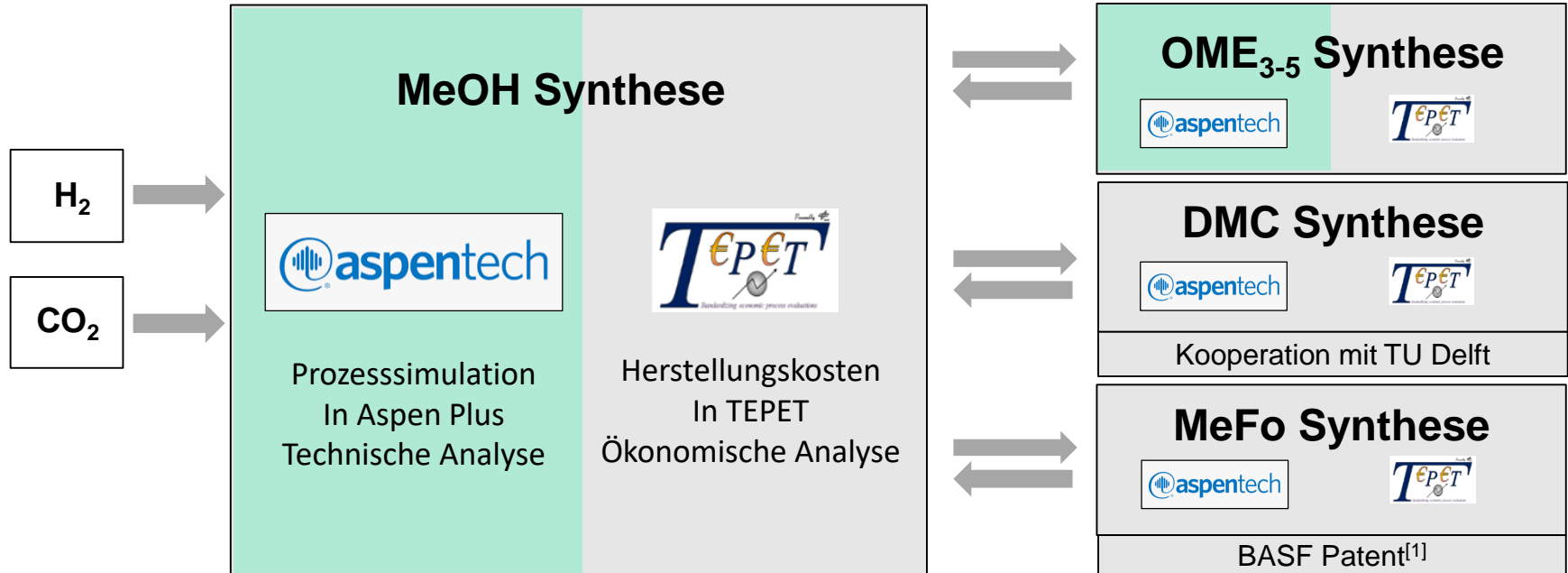
Techno-ökonomische und ökologische Bewertung der Synthese und motorischen Nutzung von Oxygenaten im Rahmen von NAMOSYN

Techno-ökonomische Analyse: S. Adelong, Y. Rahmat (DLR)

Lebenszyklusanalyse: D. Rezo (LTT)

BEniVer Statuskonferenz - Fachforum von TÖA und LCA, Berlin

AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – Routen und Annahmen



[1] [BASF SE – Patent Nr. EP2922815B1](#)

AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – OME₃₋₅ Synthese

Vergleich der Herstellungsrouten P1-P4

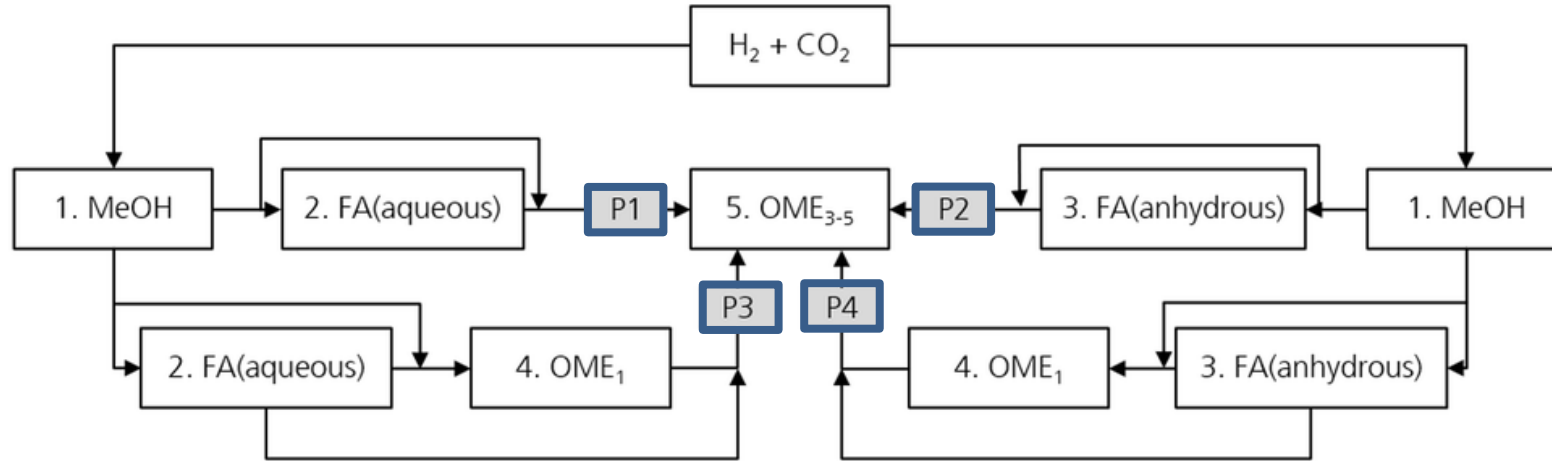
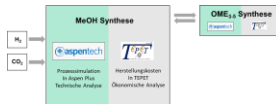
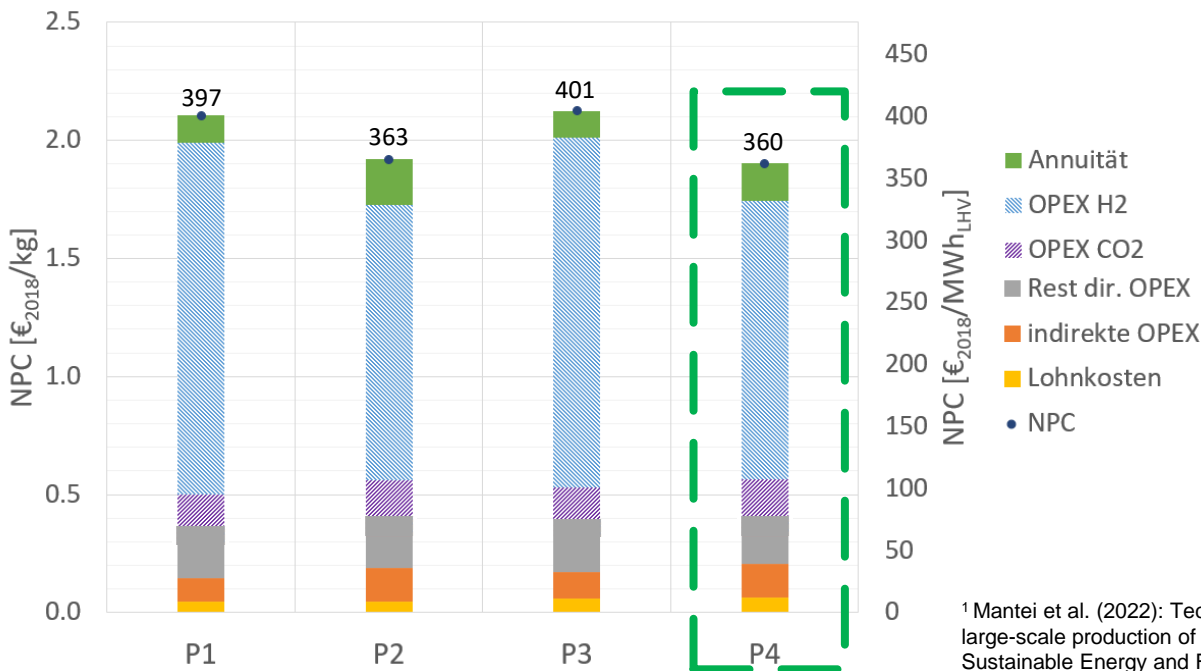


Abbildung: Mantei et al. (2022): Techno-economic assessment and carbon footprint of processes for the large-scale production of oxymethylene dimethyl ethers from carbon dioxide and hydrogen in Sustainable Energy and Fuels (DOI: 10.1039/D1SE01270C)



AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – OME₃₋₅ Synthese

P1-P4: 100 kt_{OME3-5}/a, NPC₂₀₁₈ für BEniVer RA V3.2



Grundannahmen		V3.2*
CO ₂	€/t	71,0
H ₂	€/t	5 586
Strom	€/MWh	71,5

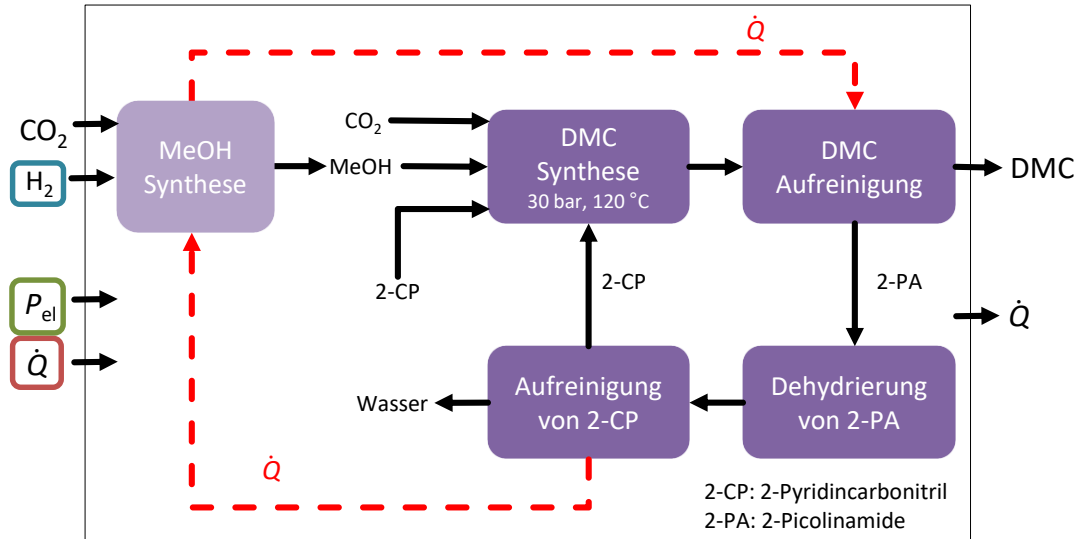
* BEniVer Rahmenannahmen:
Generische Kosten - Mittelwert 2018

- Gemeinsame Publikation der Ergebnisse auf Basis RA V1.2¹
- RA V3.2: H₂-Kosten Hauptkostentreiber

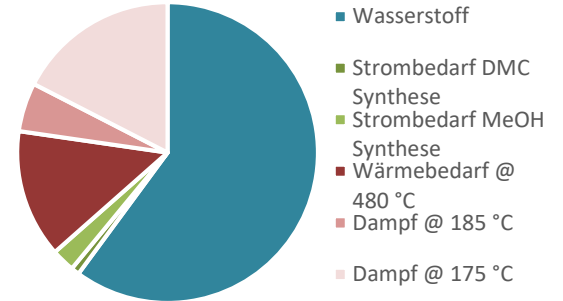
¹ Mantei et al. (2022): Techno-economic assessment and carbon footprint of processes for the large-scale production of oxymethylene dimethyl ethers from carbon dioxide and hydrogen in Sustainable Energy and Fuels (DOI: 10.1039/D1SE01270C)

AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – DMC Synthese

100 kt/a, BEniVer RA V3.2

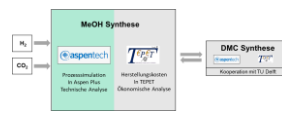


Energiebedarf: 95,7 MW für
50,1 MW DMC



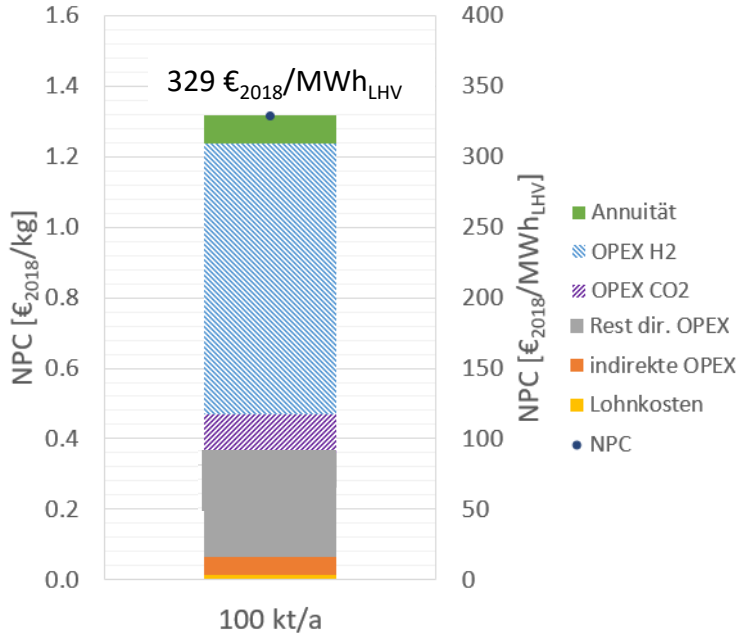
$$\eta_{\text{energetisch}} = 52,3 \%$$

$$\eta_{\text{energetisch}} = \frac{\dot{m}_{\text{DMC}} \times LHV_{\text{DMC}}}{\sum \text{Strombedarf der Anlage} + \sum \text{Wärmebedarf der Anlage} + \dot{m}_{\text{H}_2} \times LHV_{\text{H}_2}}$$



AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – DMC Synthese

100 kt/a, BEniVer RA V3.2

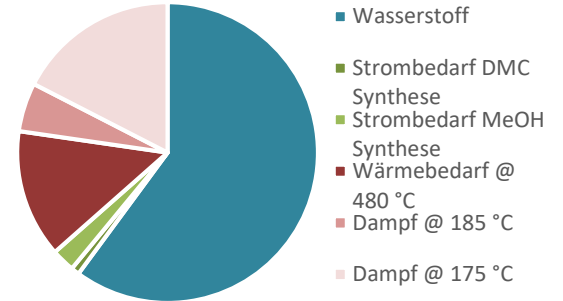


Grundannahmen V3.2*	
Basisjahr	2018
Betriebsstunden	8000
CO ₂	€/t 71,0
H ₂	€/t 5 586
Strom	€/MWh 71,5

*BEniVer Rahmenannahmen:
Generische Kosten - Mittelwert 2018

$$\eta_{H2tL} = \frac{\dot{m}_{DMC} \times LHV_{DMC}}{\dot{m}_{H_2} \times LHV_{H_2}}$$

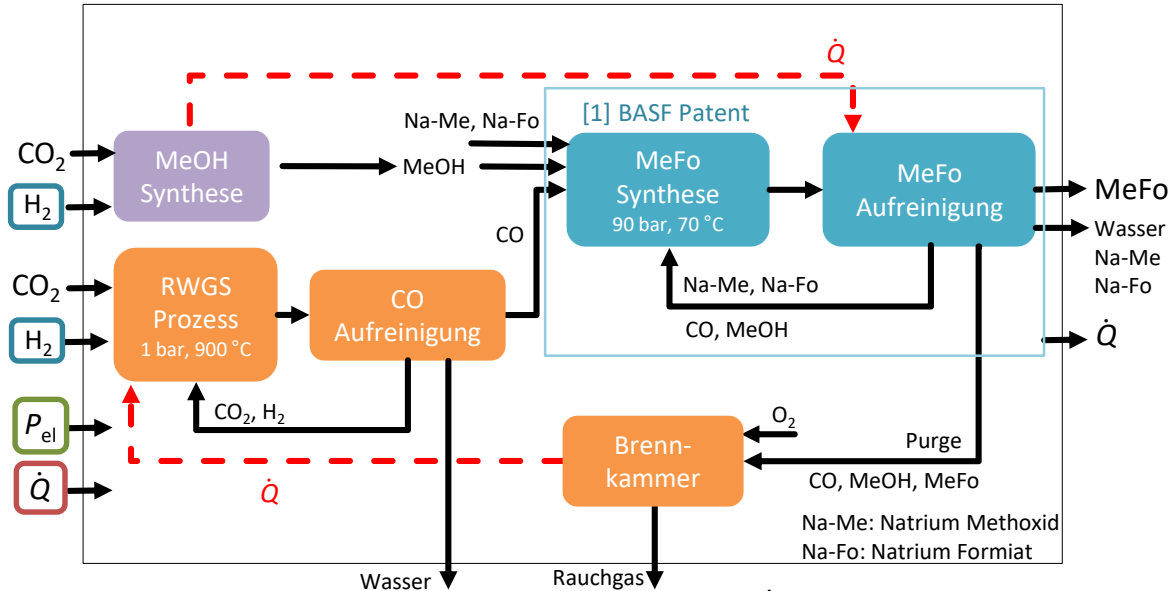
Energiebedarf: 95,7 MW für
50,1 MW DMC



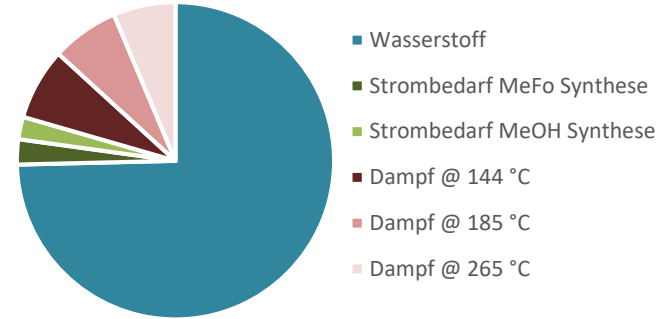
$\eta_{\text{energetisch}} = 52,3 \%$
 $\eta_{H2tL} = 87,1 \%$

AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – MeFo Synthese

100 kt/a, BEniVer RA V3.2



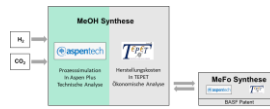
Energiebedarf: 86,2 MW für
55,0 MW MeFo



$\eta_{\text{energetisch}} = 63,8 \%$

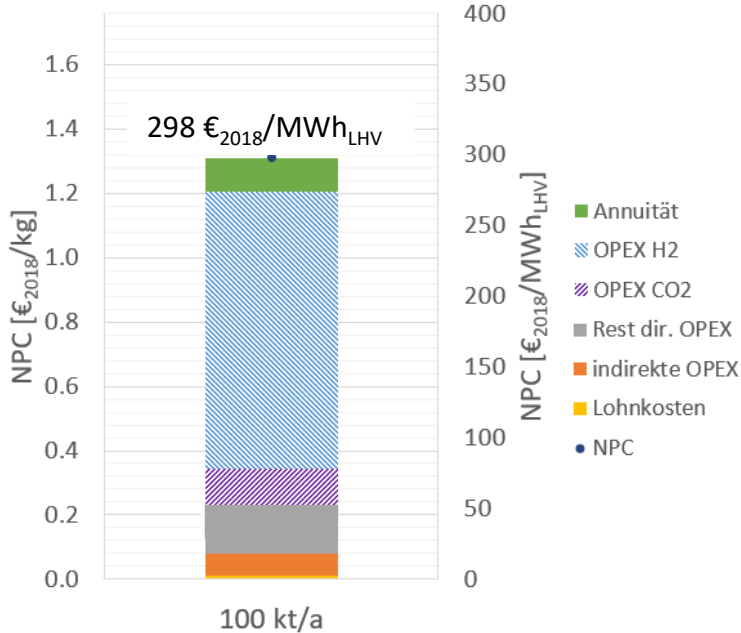
$$\eta_{\text{energetisch}} = \frac{\dot{m}_{\text{MeFo}} \times LHV_{\text{MeFo}}}{\sum \text{Strombedarf der Anlage} + \sum \text{Wärmebedarf der Anlage} + \dot{m}_{\text{H}_2} \times LHV_{\text{H}_2}}$$

[1] BASF SE – Patent Nr. EP2922815B1



AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – MeFo Synthese

100 kt/a, BEniVer RA V3.2

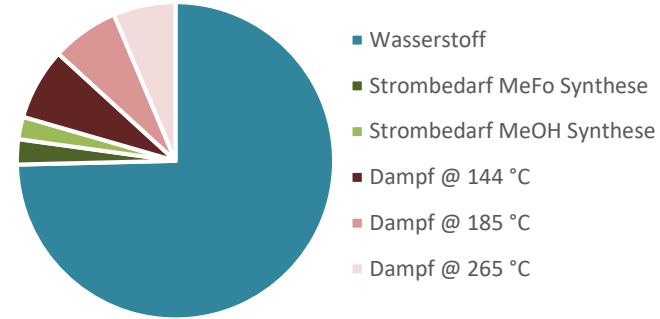


Grundannahmen V3.2*	
Basisjahr	2018
Betriebsstunden	8000
CO ₂	€/t 71,0
H ₂	€/t 5 586
Strom	€/MWh 71,5

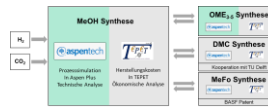
*BEniVer Rahmenannahmen:
Generische Kosten - Mittelwert 2018

$$\eta_{H_2tL} = \frac{\dot{m}_{MeFo} \times LHV_{MeFo}}{\dot{m}_{H_2} \times LHV_{H_2}}$$

Energiebedarf: 86,2 MW für
55,0 MW MeFo

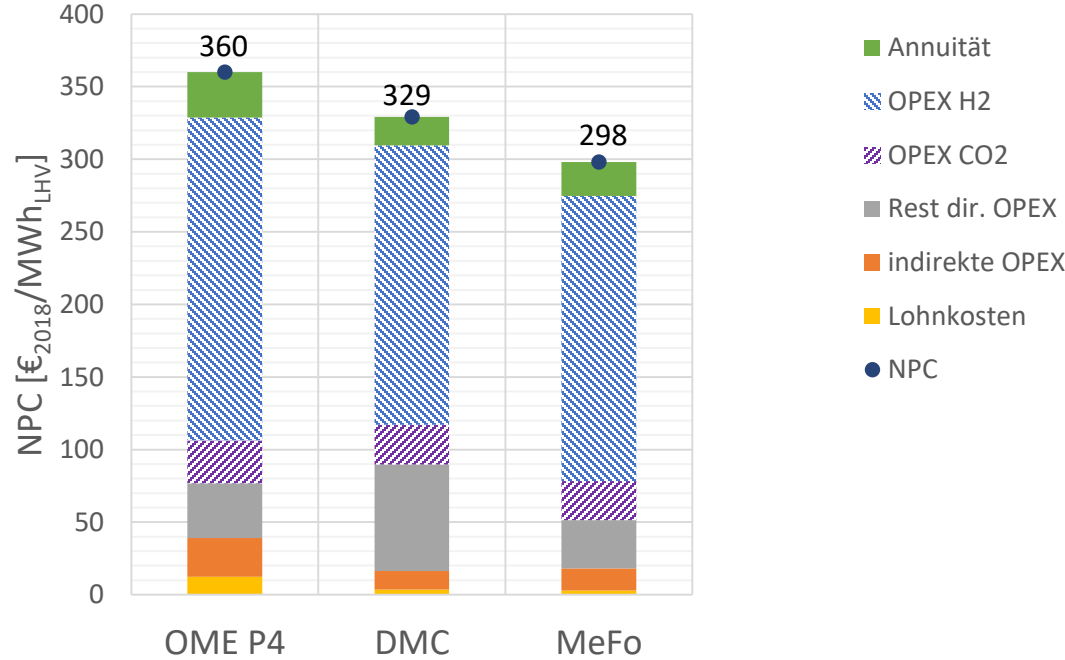


$\eta_{\text{energetisch}} = 63,8 \%$
 $\eta_{H_2tL} = 85,5 \%$



AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – Ergebnisse

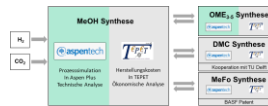
100 kt/a, BEniVer RA V3.2



Grundannahmen	V3.2*
Basisjahr	2018
Betriebsstunden	8000
CO ₂	€/t 71,0
H ₂	€/t 5 586
Strom	€/MWh 71,5

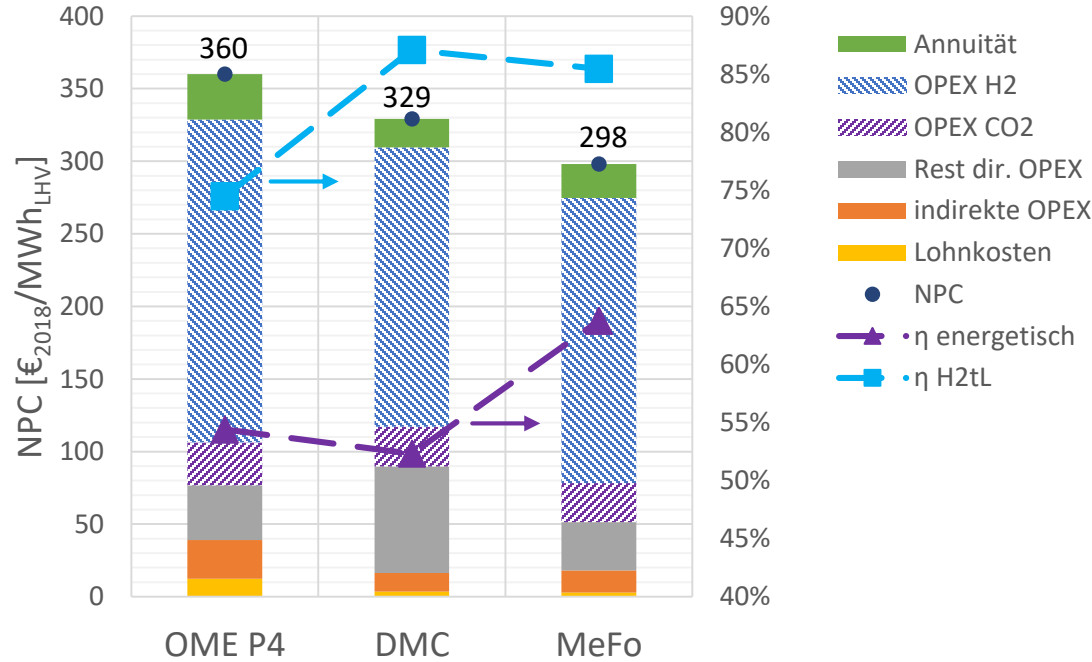
*BEniVer Rahmenannahmen:
Generische Kosten - Mittelwert 2018

- NPC-Vergleich:
100 – 200 €/MWh_{LHV} fossil inkl. St.



AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – Ergebnisse

100 kt/a, BEniVer RA V3.2



Grundannahmen	V3.2*
Basisjahr	2018
Betriebsstunden	8000
CO ₂ €/t	71,0
H ₂ €/t	5 586
Strom €/MWh	71,5

*BEniVer Rahmenannahmen:
Generische Kosten - Mittelwert 2018

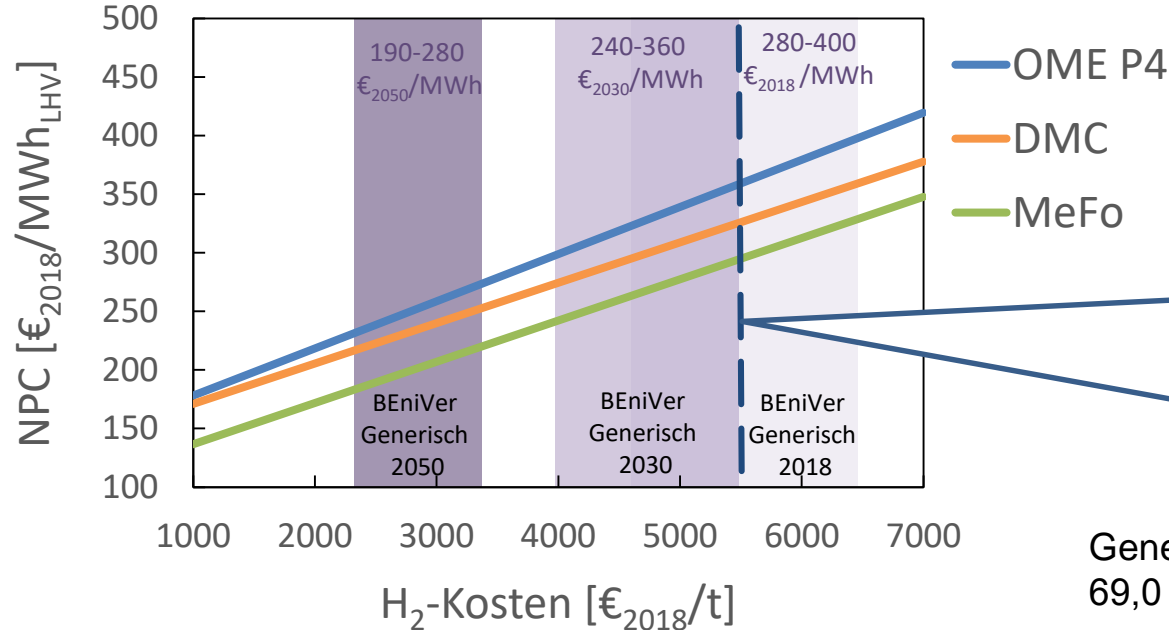
- NPC-Vergleich:
100 – 200 €/MWh_{LHV} fossil inkl. St.
- H₂ ist Kostentreiber
→ Sensitivitätsanalyse nä. Folie

$$\eta_{\text{energetisch}} = \frac{\dot{m}_{\text{Produkt}} \times LHV_{\text{Produkt}}}{\sum P_{el} + \sum \dot{Q} + \dot{m}_{H_2} \times LHV_{H_2}}$$

$$\eta_{H_2tL} = \frac{\dot{m}_{\text{Produkt}} \times LHV_{\text{Produkt}}}{\dot{m}_{H_2} \times LHV_{H_2}}$$

AP 2.2.3 Techno-ökonomische Analyse – Ergebnisse

100 kt/a, BEniVer RA V3.2, Sensitivitätsanalyse -> Umrechnung auf 300 MW_{el} verfügbar



Grundannahmen V3.2*	
Basisjahr	2018
Betriebsstunden	8000
CO ₂	€/t 71,0
H ₂	€/t 5 586
Strom	€/MWh 71,5


*BEniVer Rahmenannahmen:
Generische Kosten - Mittelwert 2018

Generische CO₂-Kosten BEniVer RA V3.2:
69,0 €/t (2018 min.) – 93,4 €/t (2050 max.)

Zielsetzung von NAMOSYN

Life Cycle Assessments für Synfuels


Ottokraftstoffe:

 DMC/MeFo-Blends
65 vol.-%/35 vol.-%

VS.

 Benzin

Diesekraftstoff:

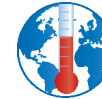
 OME₃₋₅ als Reinstoff

VS.

 Diesel

 OME₃₋₅/Diesel-Blends

Umweltwirkungen



Klimawandel (GWI)

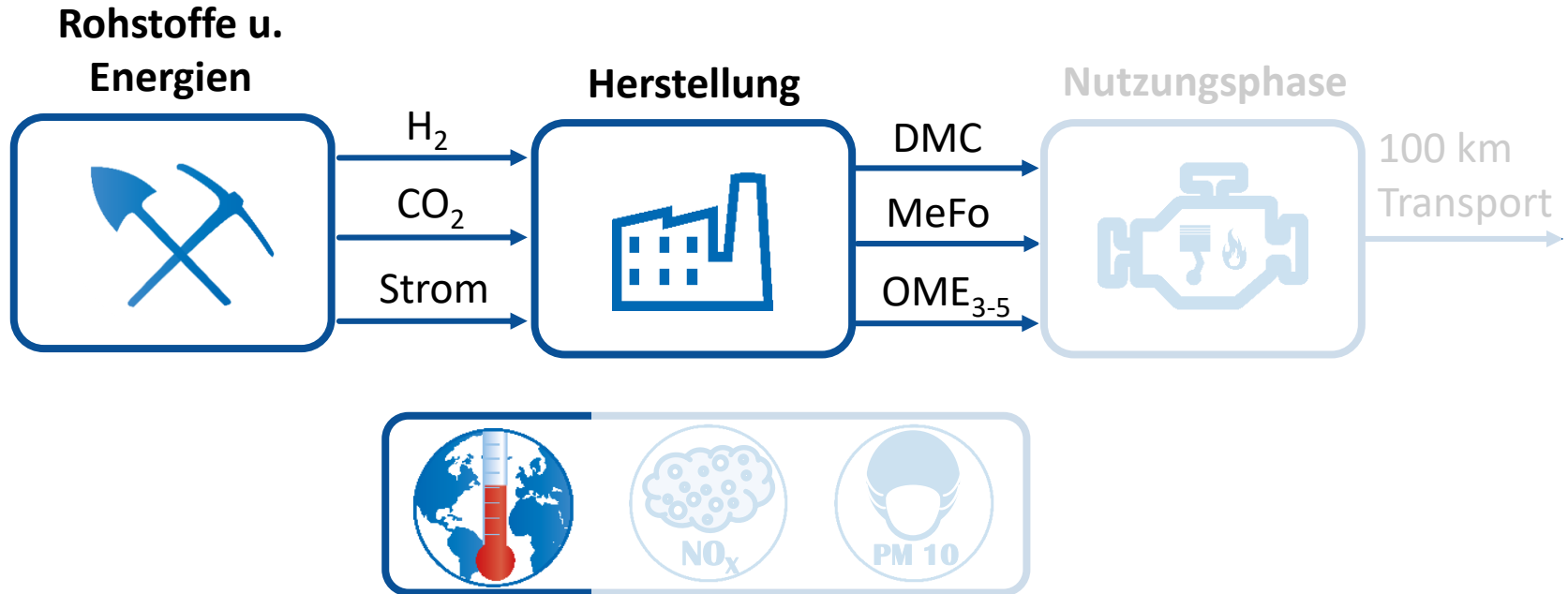


Partikelbildung (PMF)



Photochemische
Oxidantenbildung (POF)

Life Cycle Assessment von OME₃₋₅, DMC, MeFo

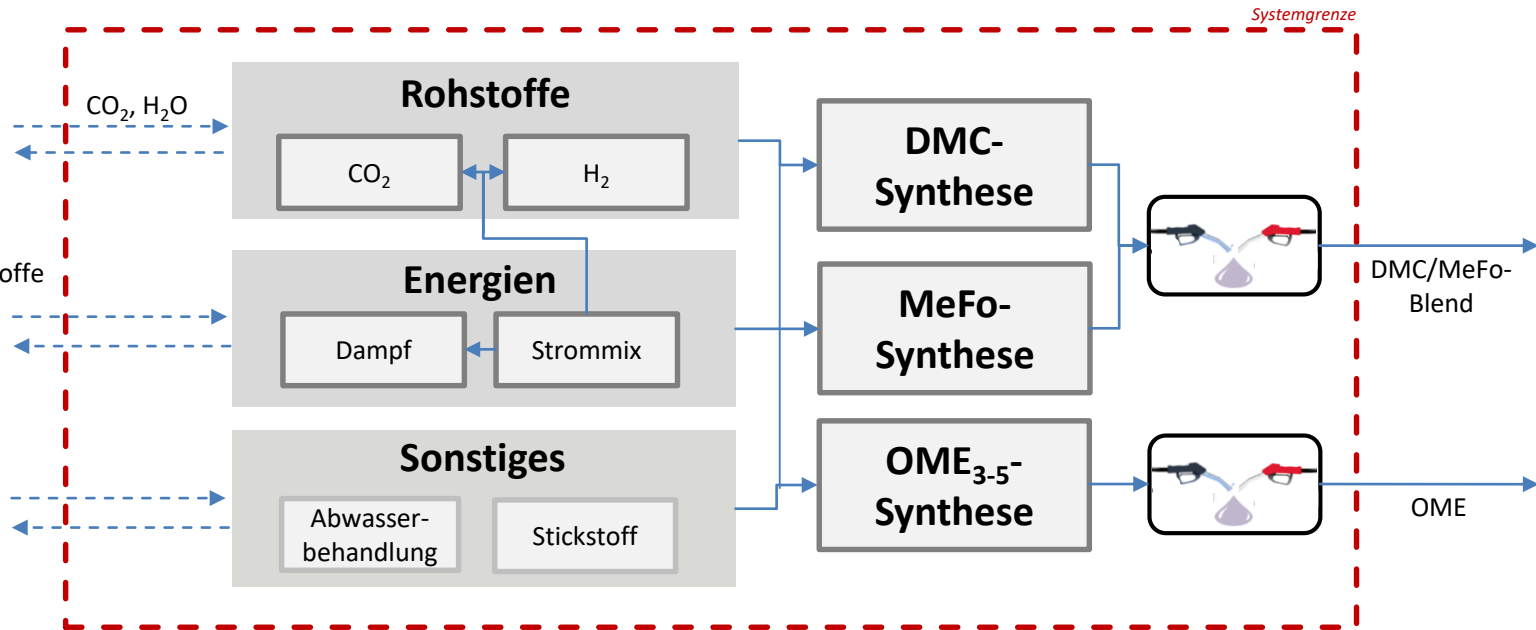


Systemgrenze Kraftstoffherstellung



Legende:

- Technischer Fluss
- - - Emissionen/Rohstoffe



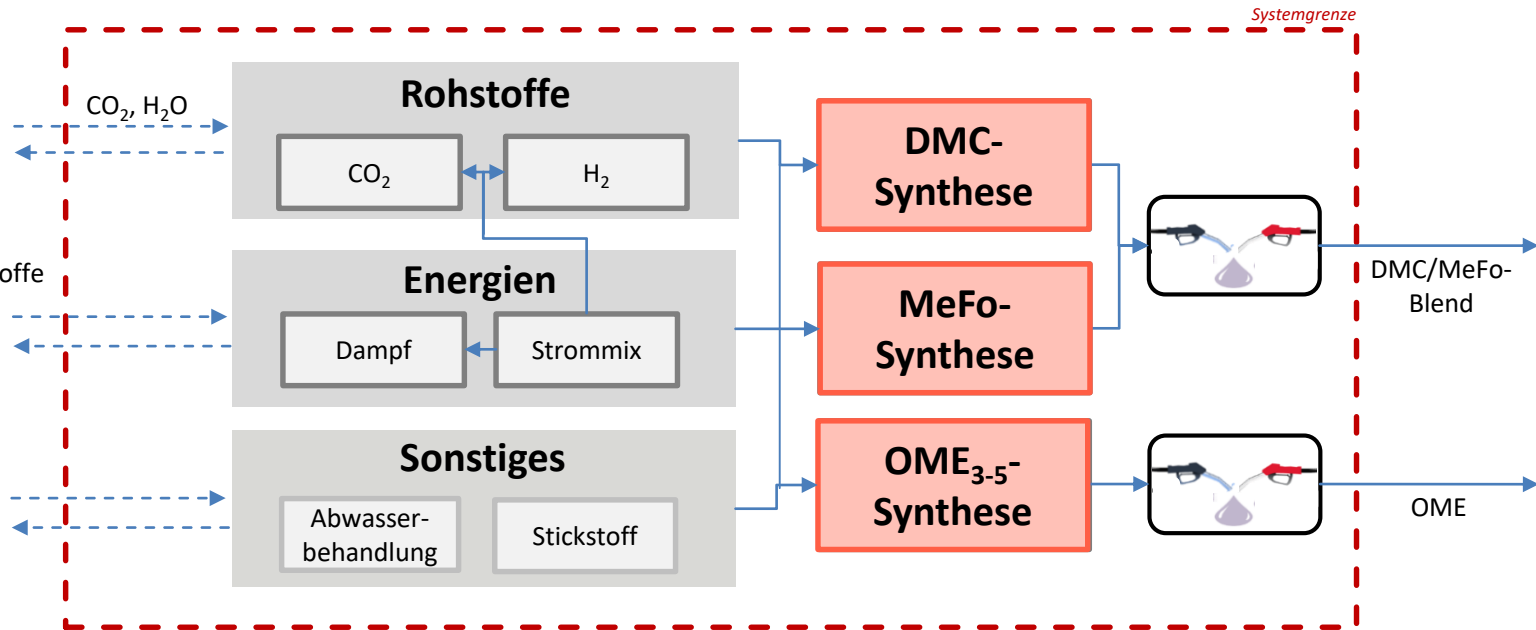
Systemgrenze Kraftstoffherstellung



Legende:

- Technischer Fluss
- - - Emissionen/Rohstoffe

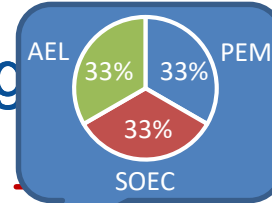
DLR, Fraunhofer ISE



Systemgrenze Kraftstoffherstellung



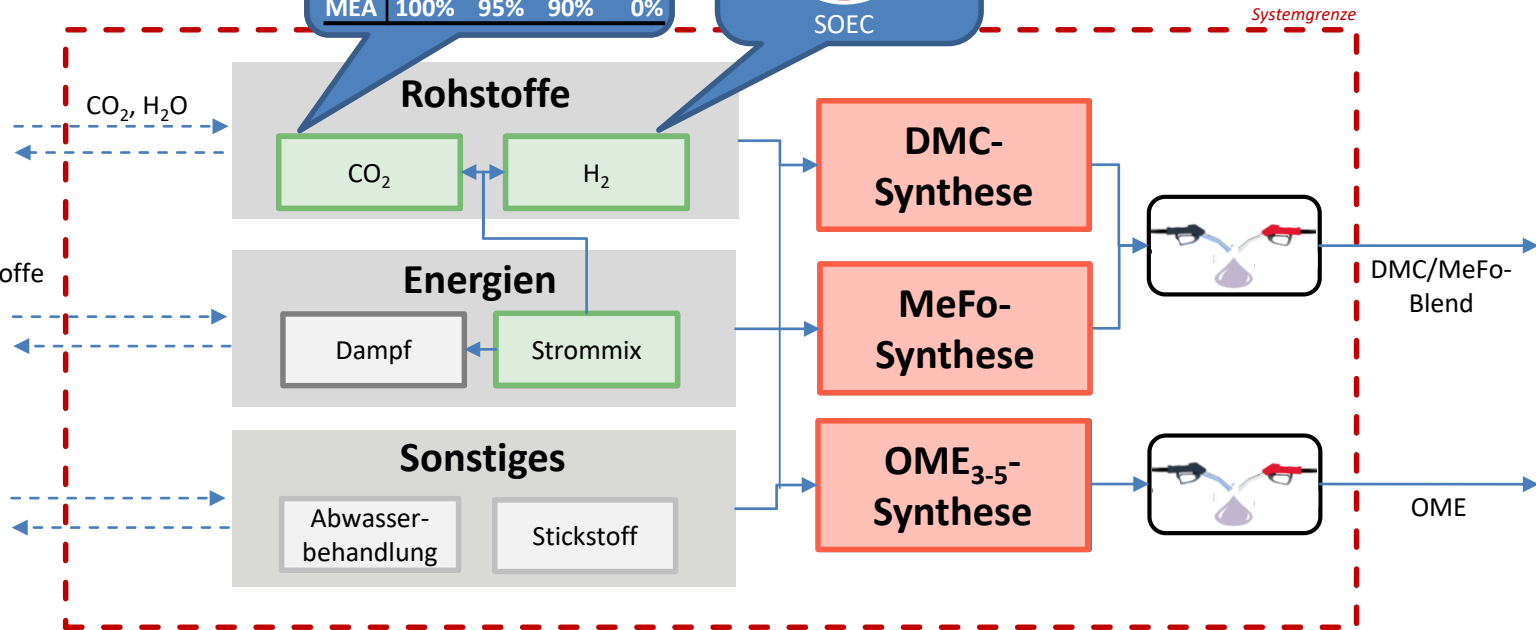
	2018	2030	2050	DAC
DAC	0%	5%	10%	100%
MEA	100%	95%	90%	0%



Legende:

- Technischer Fluss
- - - Emissionen/Rohstoffe

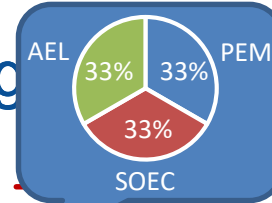
- DLR, Fraunhofer ISE
- BEniVer RA v3.0



Systemgrenze Kraftstoffherstellung



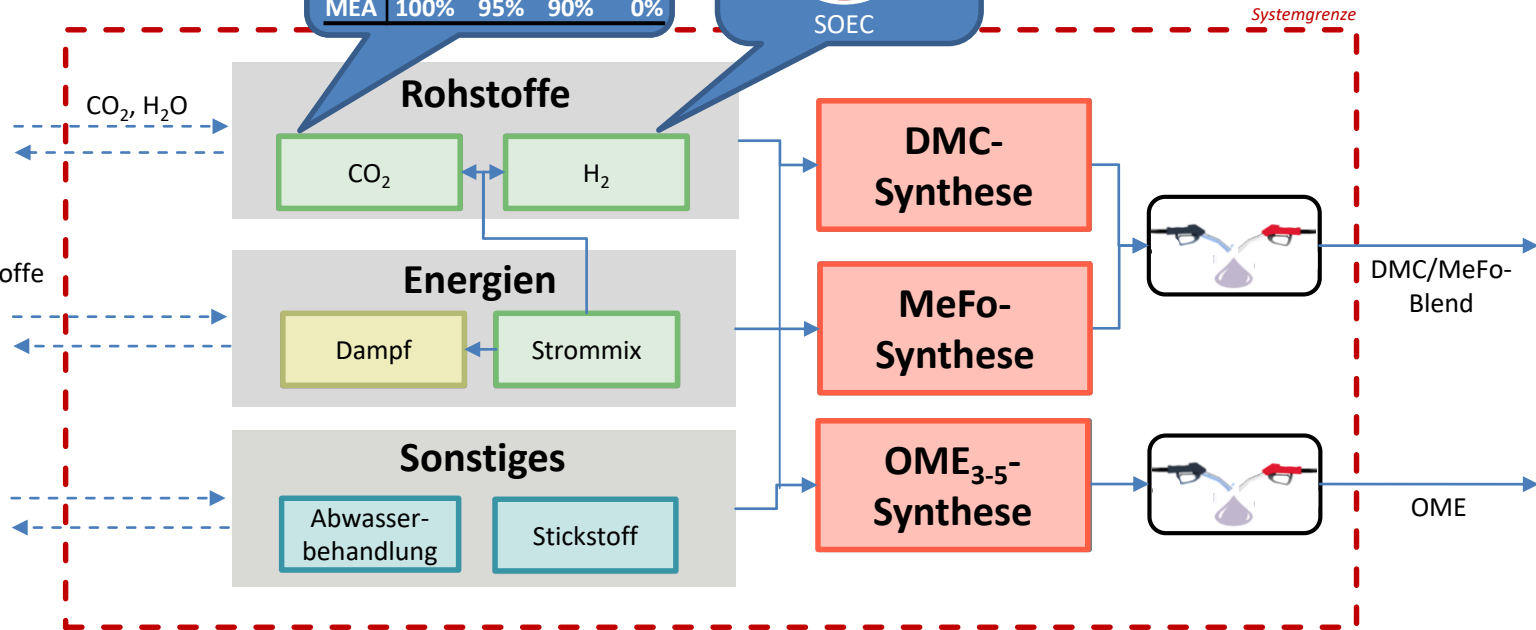
	2018	2030	2050	DAC
DAC	0%	5%	10%	100%
MEA	100%	95%	90%	0%



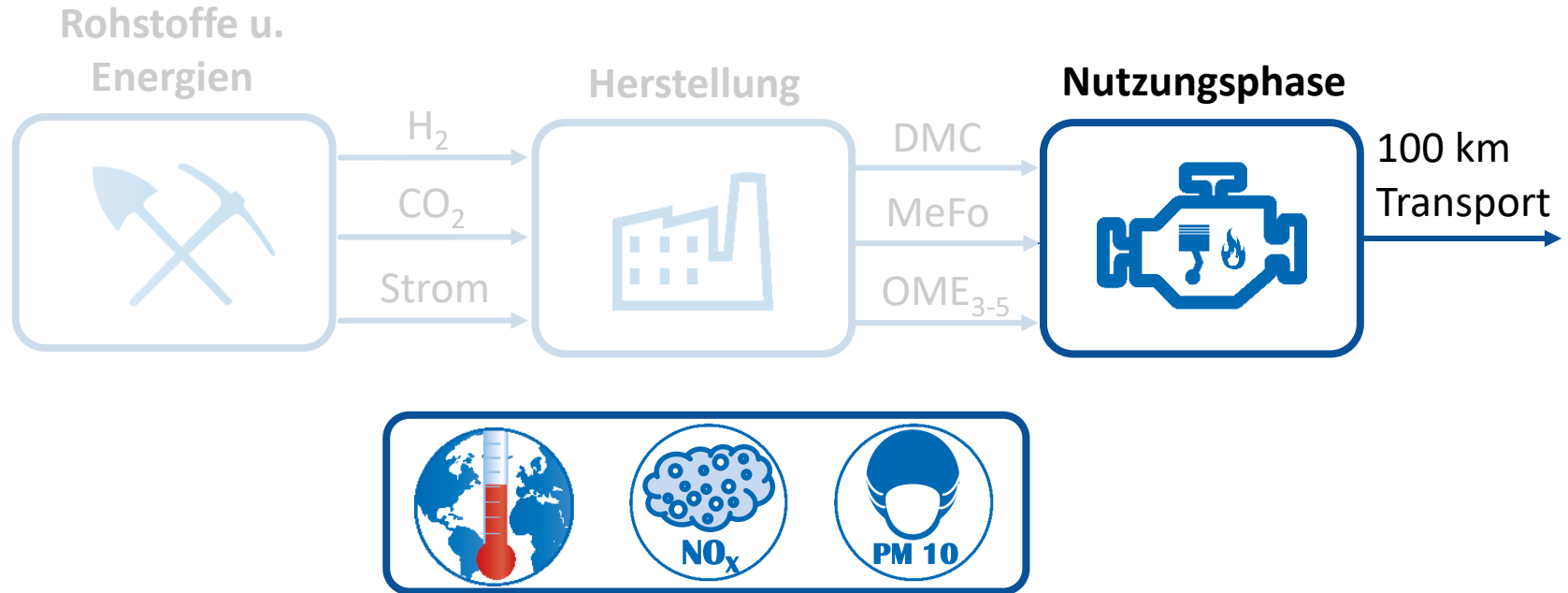
Legende:

- Technischer Fluss
- - - Emissionen/Rohstoffe

- DLR, Fraunhofer ISE
- BEniVer RA v3.0
- Literaturdaten^a
- Ecoinvent^b



Life Cycle Assessment von OME₃₋₅, DMC, MeFo



Modellierung der Nutzung von Benzin und DMC/MeFo

Tank-to-Wheel aus Prüfstandsmessungen mit Abgasnachbehandlung und HBEFA

	Benzin	DMC/MeFo
Verbrauch [kg/100 km]	7,1	18,3
CO ₂ [kg/100km]	20	26,8
CO [g/100 km]	41,7	21
NO _x [g/100 km]	2	0,39
Partikelmasse [g/100 km]	0,12	0
...		

C-Bilanz

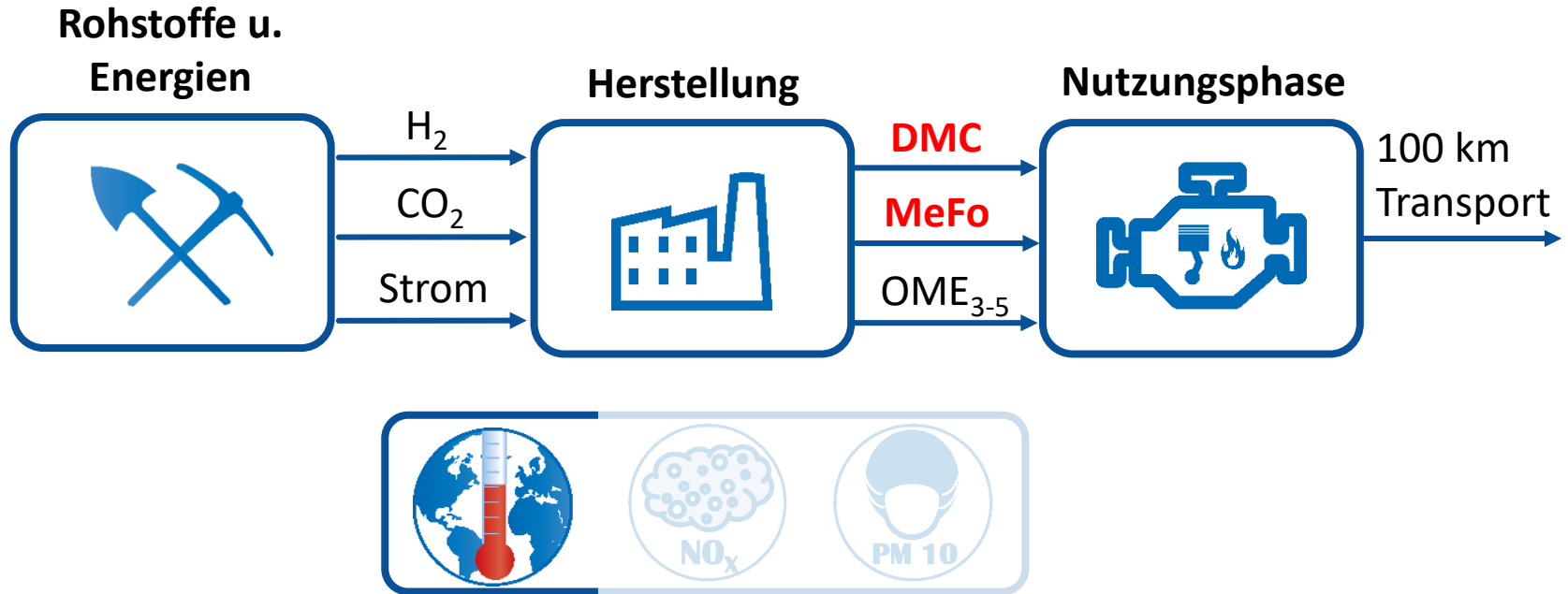
Modellierung der Nutzung Diesel und OME₃₋₅

Tank-to-Wheel aus Prüfstandsmessungen mit Abgasnachbehandlung und HBEFA

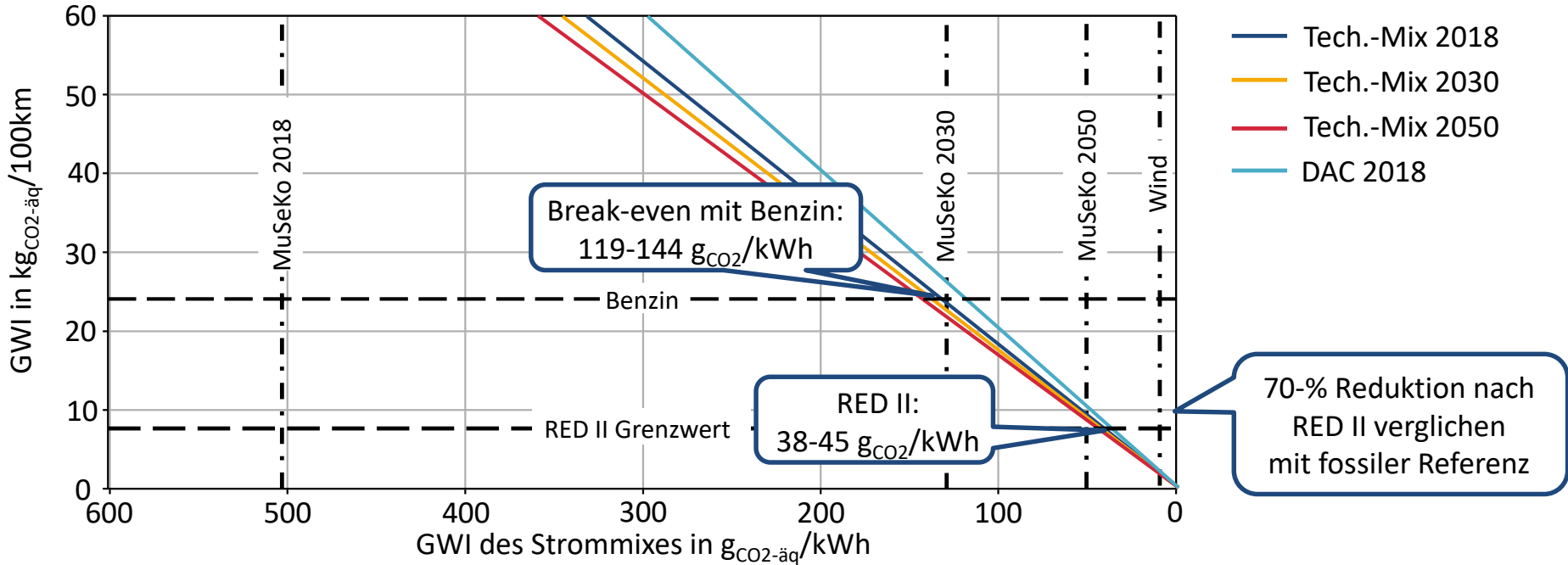
	Diesel		OME ₃₋₅
Verbrauch [kg/100 km]	4,6		10,5
CO ₂ [kg/100km]	14,5		17,5
CO [g/100 km]	1,4	↓	0,95
NO _x [g/100 km]	4,0	↓	3,2
Partikelmasse [g/100 km]	0,058	↓	0
...			

C-Bilanz

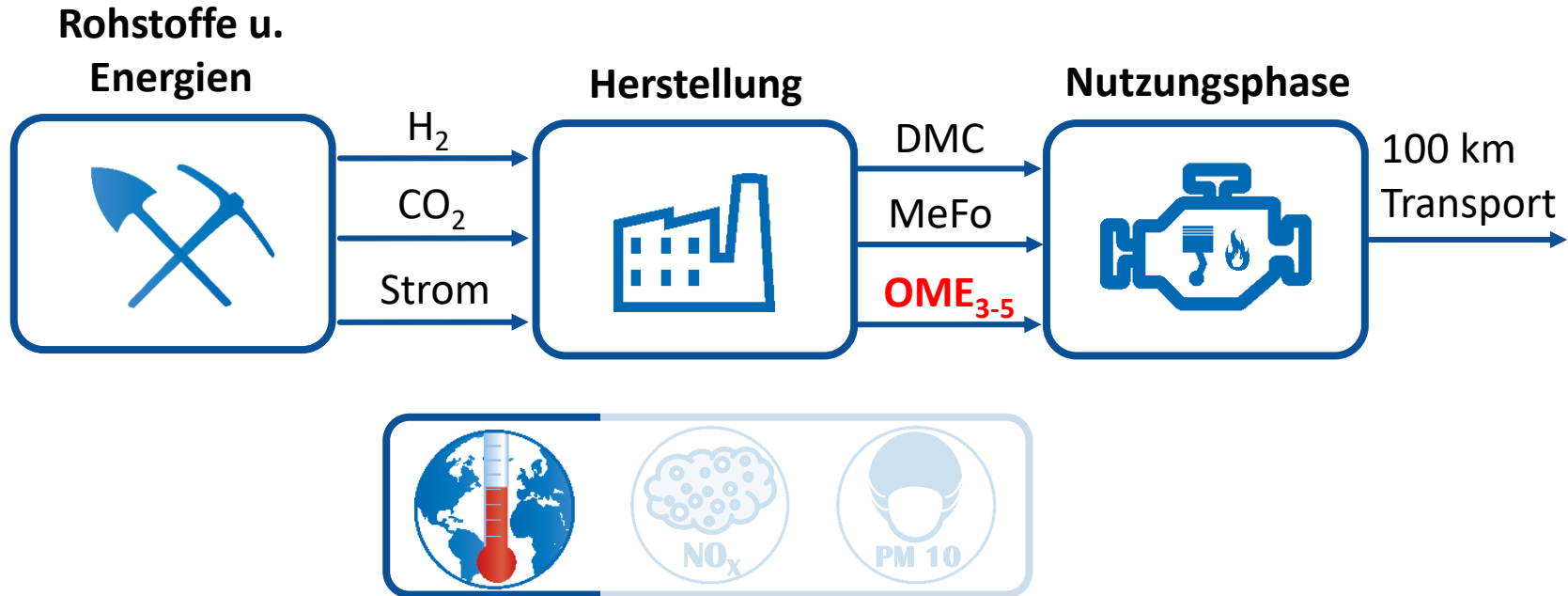
Life Cycle Assessment von OME₃₋₅, DMC, MeFo



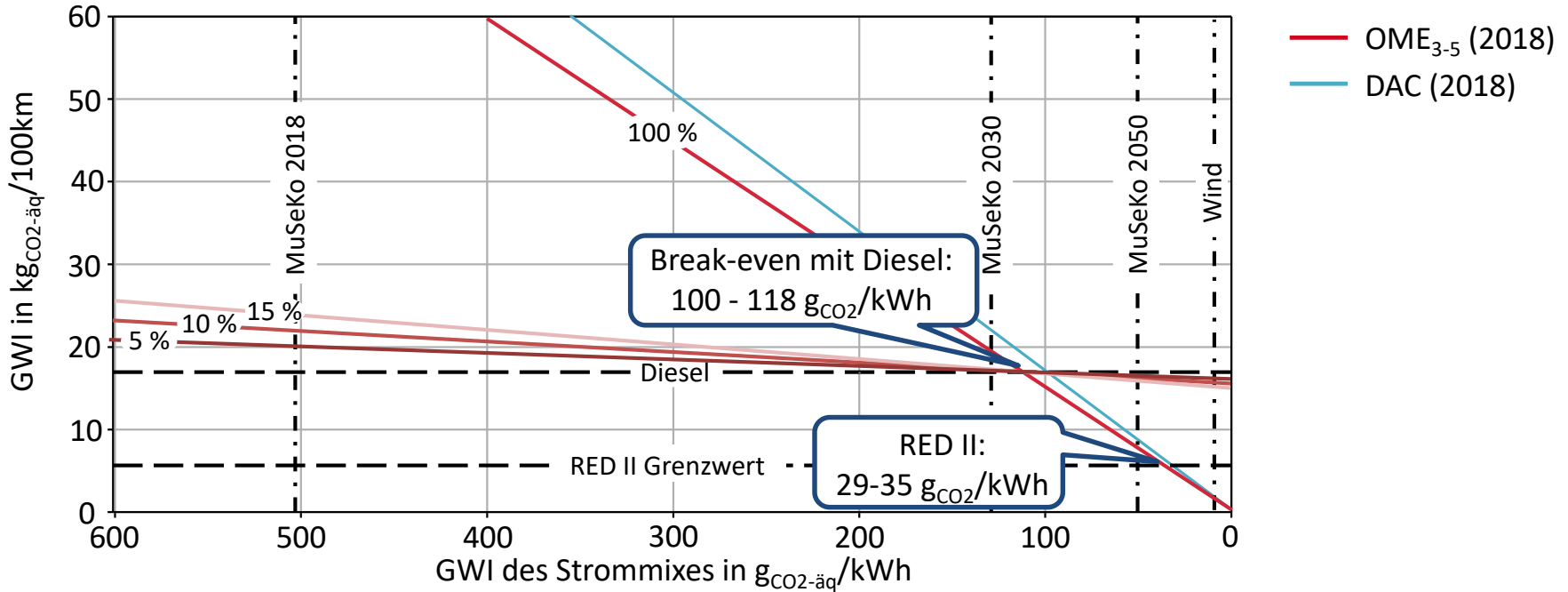
Cradle-to-Grave GWI von DMC/MeFo



Life Cycle Assessment von OME₃₋₅, DMC, MeFo

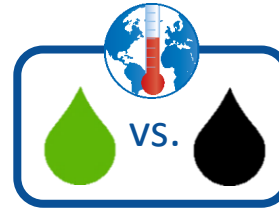


Cradle-to-Grave GWI von OME₃₋₅

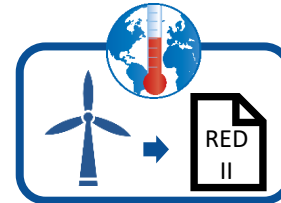


Zusammenfassung

- GWI Break-even mit fossiler Referenz:
 - Fossile Referenz: 100 - 144 g_{CO2}/kWh
 - RED II: 29 - 45 g_{CO2}/kWh



- Mit Windstrom hergestellte Synfuels können die Renewable Energy Directive II erfüllen



Techno-ökonomische und ökologische Bewertung der Synthese und motorischen Nutzung von Oxygenaten im Rahmen von NAMOSYN

Techno-ökonomische Analyse: S. Adelong, Y. Rahmat (DLR)

Lebenszyklusanalyse: D. Rezo (LTT)

BEniVer Statuskonferenz - Fachforum von TÖA und LCA, Berlin

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit. Fragen?