

FfE

Simulation-based analysis of
synthetic fuels in the industry in relation to
climate protection level

Tobias Hübner, FfE
05.10.2020

Smart Energy Systems, Conference,
Aalborg University, Denmark

2020

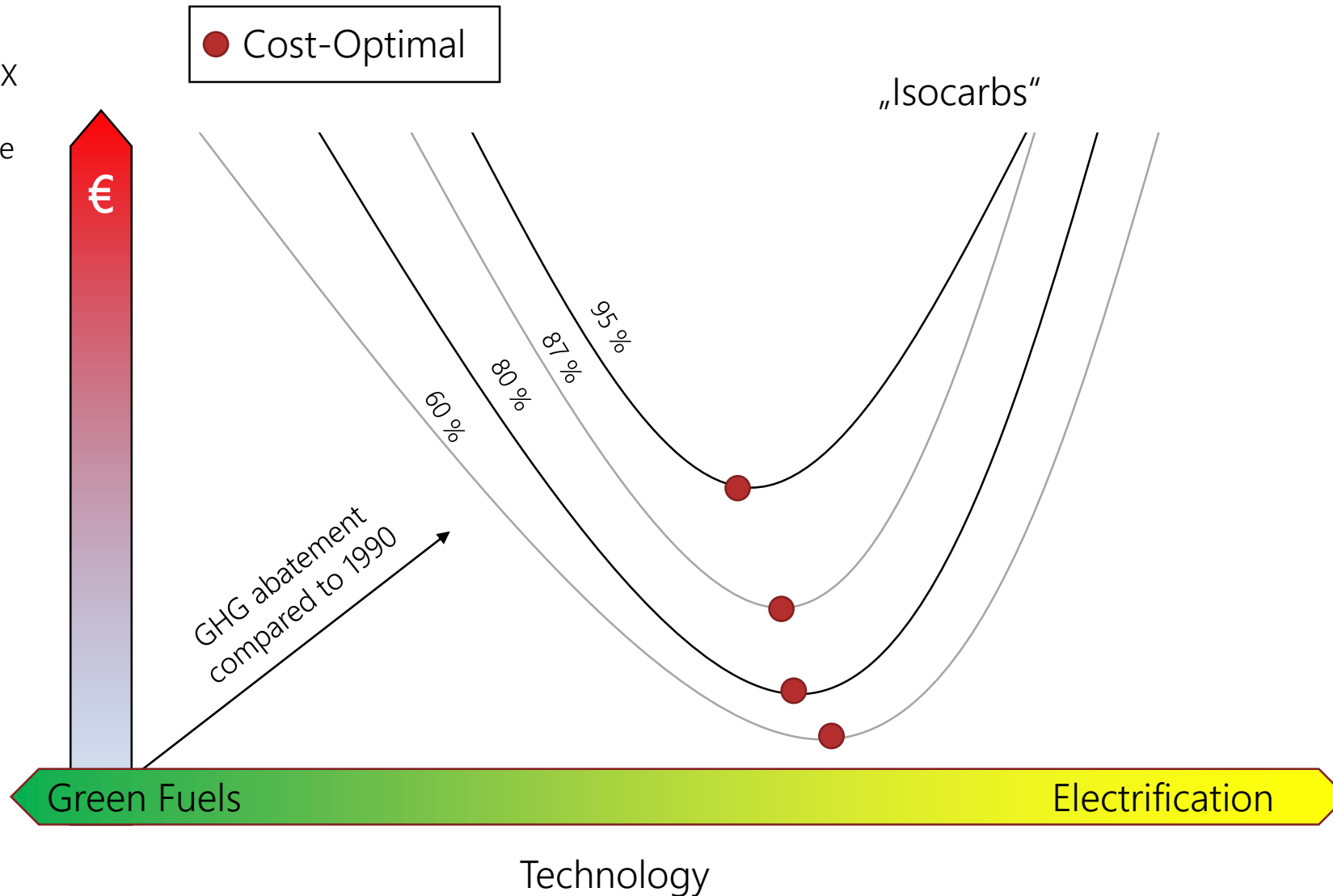
Content

- Motivation
- Research Focus
- Methodology
- Preliminary results
- Final consideration with limitations, conclusion and outlook

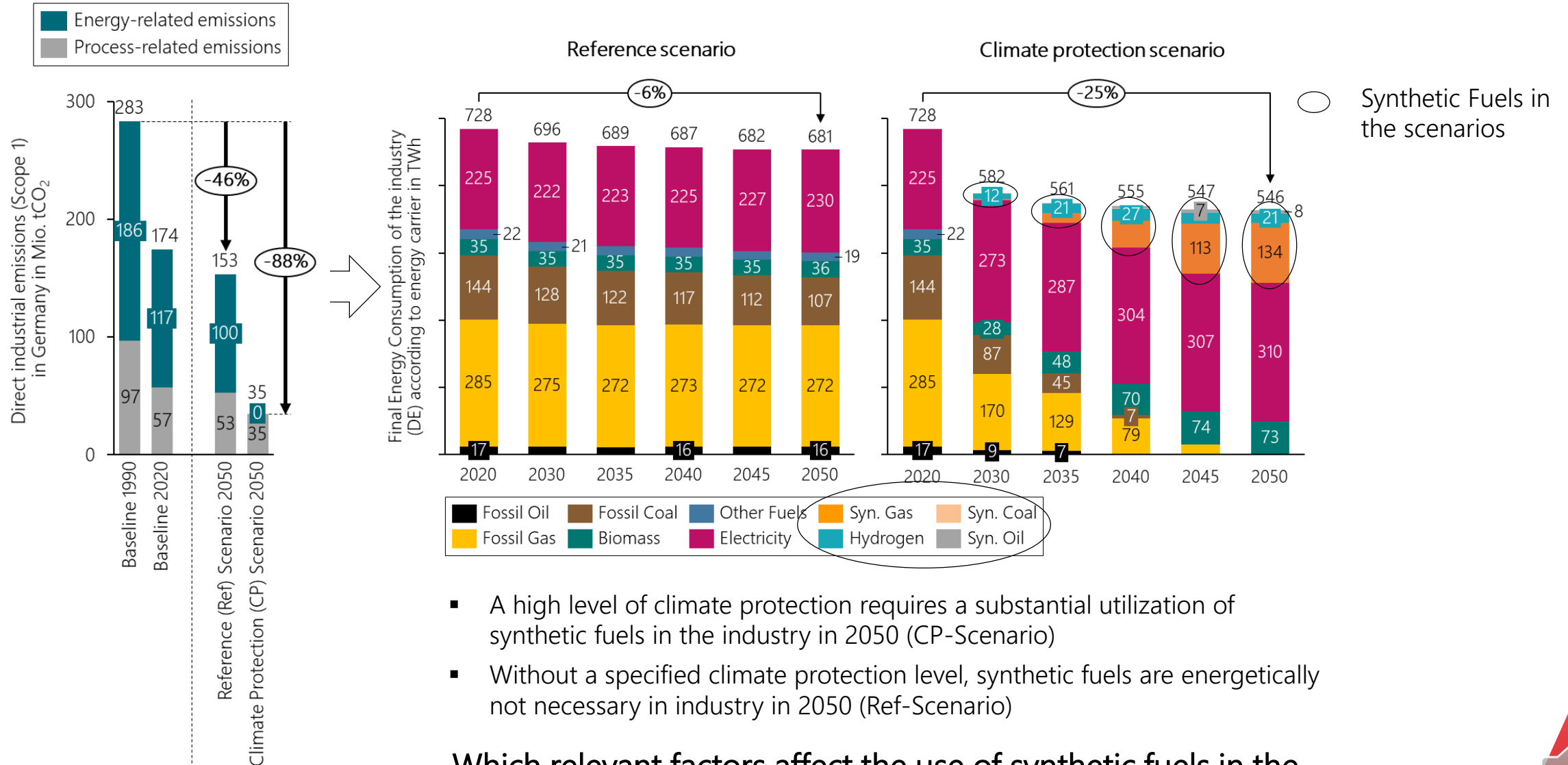
Motivation: Cost-optimal transformation paths in the industry sector

Kosten

- 1) CAPEX, OPEX
Technology
- 2) Infrastructure
- 3) ...



Motivation: Synthetic Fuels in the German industry sector



- A high level of climate protection requires a substantial utilization of synthetic fuels in the industry in 2050 (CP-Scenario)
- Without a specified climate protection level, synthetic fuels are energetically not necessary in industry in 2050 (Ref-Scenario)

Which relevant factors affect the use of synthetic fuels in the industry?

Research Focus

1) Assessment of the absolute consumption of synthetic fuels in the German industry at a high level of climate protection

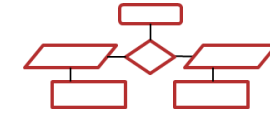
2) Comparison of the result according to synthetic fuels with other German industrial scenarios to classify the calculated values



3) Derive relevant factors for the use of synthetic fuels in industrial modelling

Methodology

Construct and simulate consistent industrial transformation paths with different climate protection level



Assess the energy carrier-specific synthetic fuel consumption for each simulation year in the paths



Compare the result of synthetic fuels use with other German industrial scenarios to classify the calculated values



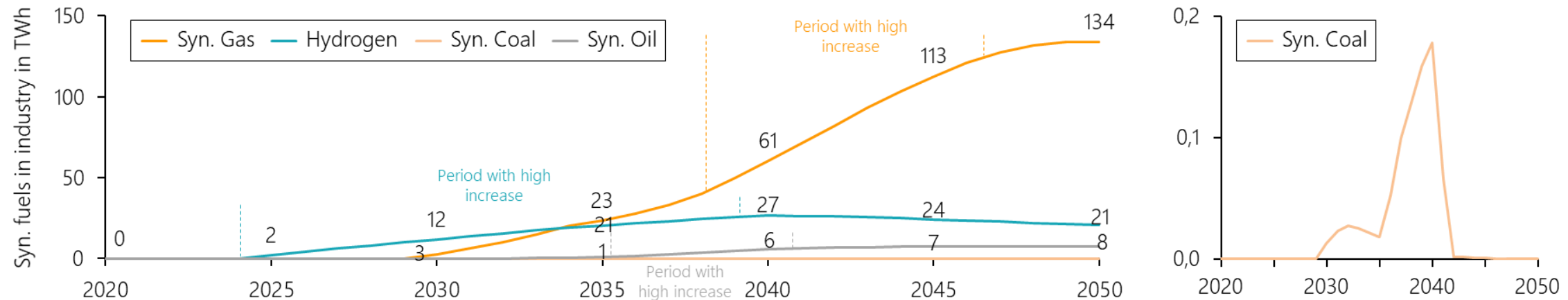
Derive relevant factors for the use of synthetic fuels in industrial modelling



Preliminary results (1)

1) Ref-Scenario (46 % GHG abatement in 2050 compared to 1990): The use of synthetic fuels is not necessary

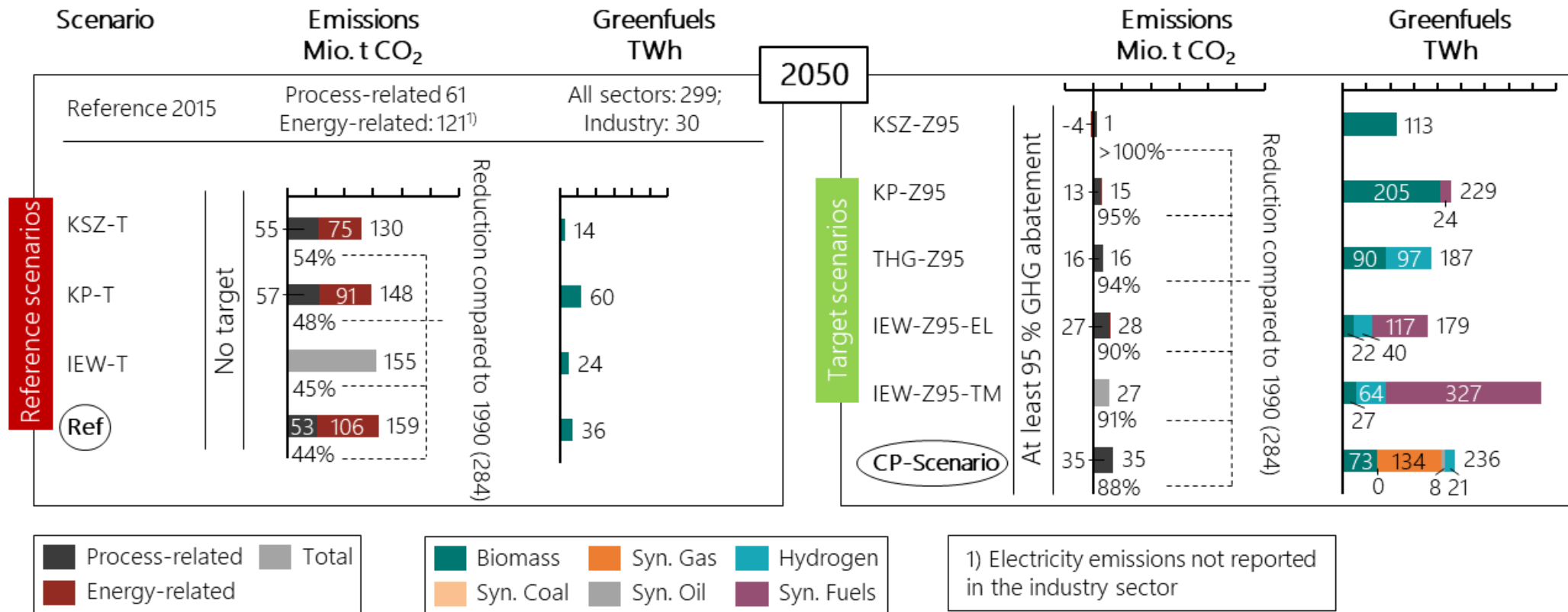
2) CP-Scenario (88 % GHG abatement in 2050 compared to 1990):



- 2050: 134 TWh Syn. Gas, 21 TWh Hydrogen, 8 TWh Syn. Oil
- Synfuels account for ~30% of final energy consumption in 2050
- Synthetic coal is only needed to a limited amount in the scenario for a transition period between 2030 and 2040, before cheaper GHG abatement options such as biomass availability increase



Preliminary results (2)



KSZ: Klimaschutzszenario 2050, 2015; KP: Klimapfade für Deutschland, 2018; IEW: Integrierte Energiewende, 2018; THG: Treibhausgasneutrales Deutschland, 2017; Reference and CP: Own industry scenarios; T stands for trend and reference scenarios, Z95 for target scenarios with specified GHG reduction (at least 95% in 2050 compared to 1990)

More biomass and/or synthetic fuels are the prerequisite for achieving high climate protection in the industry



Preliminary results (3)

Hydrogen

The use of hydrogen requires changes in technology in the industry. Accordingly, the use of hydrogen depends largely on the following factors:

- Technology and application availability
- Technology diffusion rates according to facility lifetime and other restrictions
- Other technologies like recycling steel
- GHG abatement costs

Other synthetic fuels: Syn. gas, coal and oil

The use of synthetic gas, coal and oil does not require a change of technology and therefore depends largely on the following factors in the model:

- previous use in industry of the „reference fossil energy carrier“
- availability and cost of other GHG abatement measures
- Classic “fallback option” due to high systemic efficiency losses



Final consideration with limitations, conclusion and outlook

Limitations

- So far, apart from the reference scenario, no sensitivity analyses with different GHG reduction targets have been calculated
- Industrial measures and technologies have not been jointly optimized. Competition between the use of synthetic fuels and other GHG abatement technologies is only occasionally considered in the model

Conclusion

- The results contribute to the cost-efficient use of synthetic fuels in industry and thus serve as a basis for political decisions
- "As much as necessary for climate protection, as little as possible for efficiency reasons"

Outlook

- Overall optimization of all GHG reduction measures and the importance of synthetic fuels in the model
- Perform sensitivity analyses based on the climate protection level and derive the importance of synthetic fuels





Tobias Hübner, M. Sc.

Research Associate

FfE Munich

Tel.: +49(0)89 15 81 21 – 36

Email: thuebner@ffe.de



Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH

Am Blütenanger 71

80995 München

Tel.: +49(0)89 15 81 21 – 0

Email: info@ffe.de

Internet: www.ffegmbh.de

Twitter: @FfE_Muenchen



Backup: Literature

- BCG-01 18 Gebert, Philipp et al.: Klimapfade für Deutschland. München: The Boston Consulting Group (BCG), prognos, 2018.
- BMUB-06 15 Repenning, Julia; Emele, Lukas; Blanck, Ruth et al.: Klimaschutzszenario 2050 - 2. Endbericht. Berlin: Öko-Institut e.V., 2015
- DENA-01 18 Bründerlinger, Thomas et al.: dena-Leitstudie Integrierte Energiewende - Teil A: Ergebnisbericht und Handlungsempfehlungen. Berlin: dena, 2018.
- FFE-39 20 Hübner, Tobias; Serafin von Roon: Modellierung kosteneffizienter Transformationspfade der deutschen Industrie. In: Energieinnovation 2020 - 16. Symposium Energieinnovation 16(20). München: Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft (FfE), 2020.
- UBA-10 17 Günther, Jens et al.: Den Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestalten. Berlin: Umweltbundesamt, 2017.

Backup: Emission factors and energy costs

Tabelle 9-5: Verwendete energiebedingte Emissionsfaktoren in den Szenarien

Energieträger	Emissionsfaktoren Energie [tCO ₂ /MWh]		Literatur und Herkunft
	2020	2050	
Fossile Kohlen	0,347	0,340	FfE-Berechnung nach [70], Gewichteter Mittelwert über Steinkohle und Braunkohle
Fossile Gase	0,198	0,198	[70]
Fossiles Öl	0,277	0,277	FfE-Berechnung nach [70]
Biomasse	0*	0*	Erneuerbarer Kohlenstoffkreislauf
Sonstige Brennstoffe	0,293	0,293	FfE-Berechnung nach [70],
Strom	0,232	0,023	Simulationsergebnis FfE-ISAaR, Szenario Fuel aus [65], Methoden nach [82]
Wasserstoff	0	0	Wasserstoffeinsatz verursacht bei der Verbrennung und in der Brennstoffzelle im Industriesektor keine Emissionen
Synthetische gasförmige Kohlenwasserstoffe (synth. Gase)	0*	0*	Erneuerbarer Kohlenstoffkreislauf
Synthetische flüssige Kohlenwasserstoffe (synth. Öl)	0*	0*	Erneuerbarer Kohlenstoffkreislauf
Synthetische feste Kohlenwasserstoffe (synth. Kohlen)	0*	0*	Erneuerbarer Kohlenstoffkreislauf

*Biomasse und synthetische kohlenstoffbasierte Brennstoffe werden im Szenario trotz direkter Emissionen bei der Verbrennung mit null Emissionen ausgewiesen. Dies ist auf den angenommenen erneuerbaren Kohlenstoffkreislauf der Brennstoffe zurückzuführen.

Tabelle 9-6: Verwendete energiebedingte Emissionsfaktoren erneuerbarer Brennstoffe zur Erfassung der realen brennstoffbedingten CO₂-Abscheidung

Energieträger	Emissionsfaktoren Energie [tCO ₂ /MWh]		Literatur und Herkunft
	2020	2050	
Biomasse	0,320	0,371	FfE-Berechnung nach [70]
Synthetische gasförmige Kohlenwasserstoffe (synth. Gase)	0,198	0,198	vgl. „Fossile Gase“ in Tabelle 9-5
Synthetische flüssige Kohlenwasserstoffe (synth. Öl)	0,277	0,277	vgl. „Mineralöl“ in Tabelle 9-5
Synthetische feste Kohlenwasserstoffe (synth. Kohlen)	0,347	0,340	vgl. „Kohlen“ in Tabelle 9-5

Tabelle 9-4: Verwendete volkswirtschaftliche Energieträgerkosten in den Szenarien

Energieträger	Energieträgerkosten [€/MWh]		Literatur und Herkunft
	2020	2050	
Kohlen	8	9,6	[74] Szenario B, [24], Durchschnitt aus Steinkohle und Braunkohle
Fossile Gase	22,7	28,1	[74] Szenario B, [24]
Mineralöl	29,8	51,8	FfE-Schätzung auf Basis von [74], [75], [76]
Biomasse	27,6	26,3	FfE-Berechnung nach [65]
Sonstige Brennstoffe	20	20	Schätzung auf der Basis von Industriedaten, verwendet in [65]
Strom	43,3	80,4	Simulationsergebnis FfE-ISAaR, FfE Fuel Szenario aus [65]
Wasserstoff	76,4	157	Wasserstoffproduktion in Deutschland über die drei inländischen Szenarien mit EE-erzeugtem Wasserstoff in [77] und Berücksichtigung der Dampfreformierung (inkl. Transport). Anteil Dampfreformierung aus Fuel Szenario [65], sinkt bis 2050 auf 0, dementsprechend steigt der Wasserstoffpreis da Wasserstoff in 2050 in [65] vollständig aus Wasserelektrolyse erzeugt wird
Synthetische gasförmige Kohlenwasserstoffe (synth. Gase)	245	117	Mittelwert über Importkosten und heimische Produktion [78] mit Mittelwert aus Importanteilen von [24], [23], [79], [19] je Stützjahr zusammengefasst in [9]
Synthetische flüssige Kohlenwasserstoffe (synth. Öl)	255	119	Mittelwert über Importkosten und heimische Produktion [78] mit Mittelwert aus Importanteilen von [24], [23], [79], [19] je Stützjahr zusammengefasst in [9]
Synthetische feste Kohlenwasserstoffe (synth. Kohlen)	350	130	Berechnung aus synthetischen Methankosten und Abscheidung des Kohlenstoffestoffs über Methanpyrolyse [64] und /AGORA 01 18/, [80], [63], [81] und angenommener konstanter Wasserstoffgutschrift von 150 € pro MWh Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen