

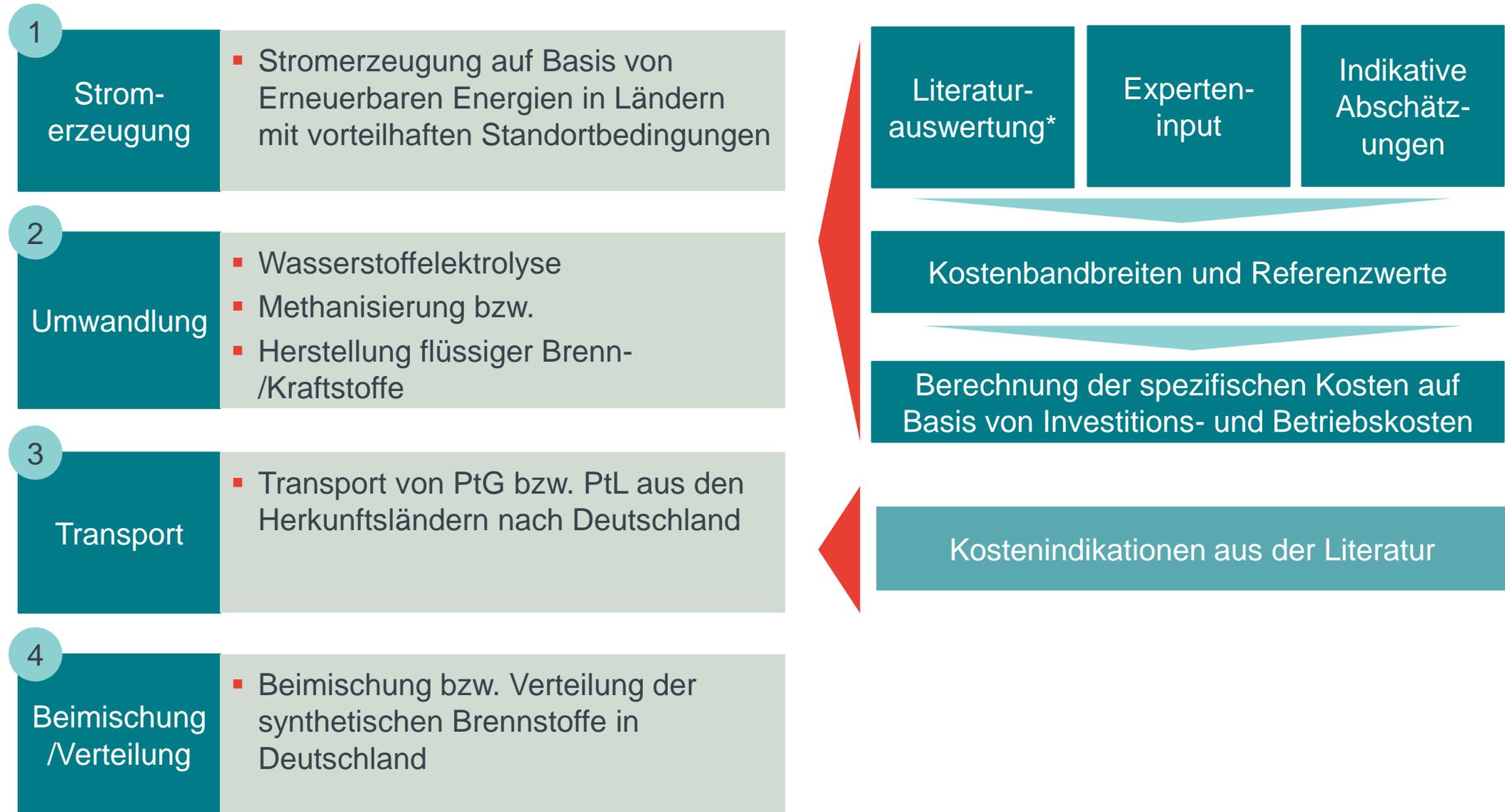
Die zukünftigen Kosten strombasierter Brennstoffe

Dr. Jens Perner, Frontier Economics

13. Februar 2018



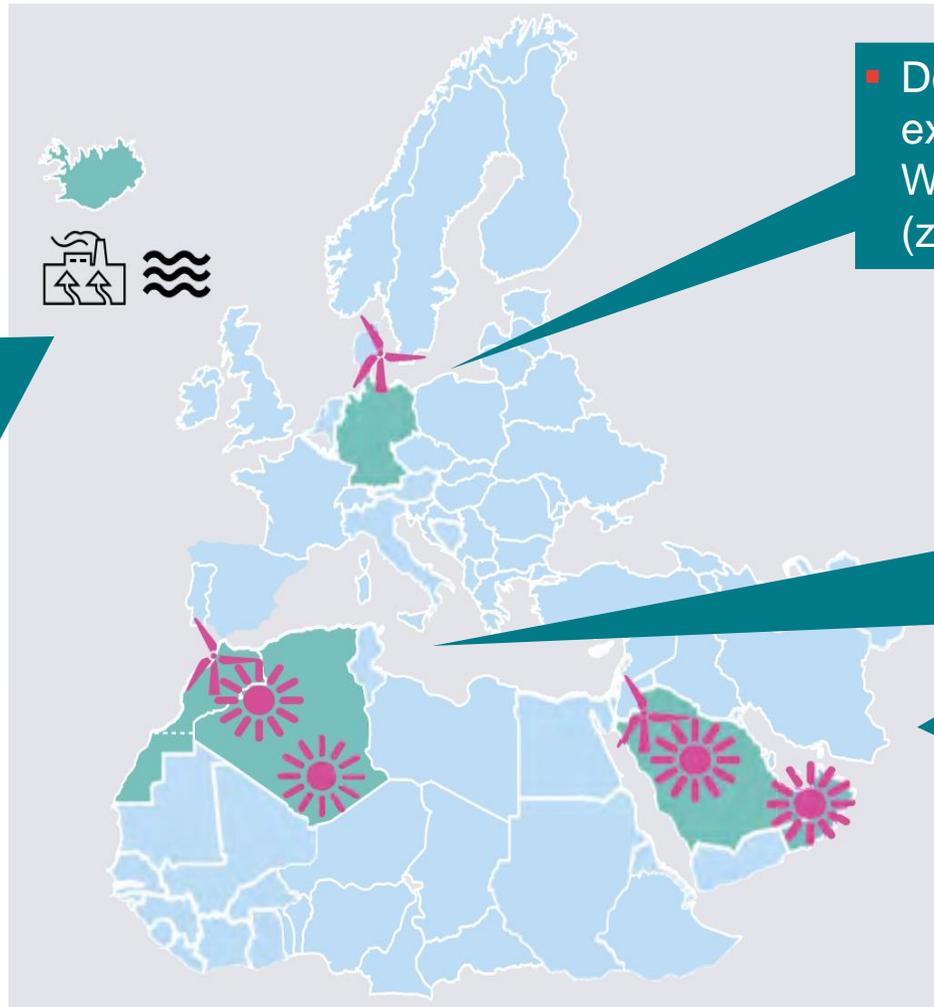
Ziel der Studie: Kosten des Imports von synthetischen Brenn- und Kraftstoffen entlang der Wertschöpfungskette abschätzen



*z.B. LBST, Fasihi und Breyer, Öko-Institut, DVGW, Enea, DLR/IWES/IfnE, Umweltbundesamt, ...

Im Rahmen der Studie werden exemplarisch EE-Erzeugungsoptionen in Deutschland, Island, Nordafrika und dem Nahen Osten betrachtet

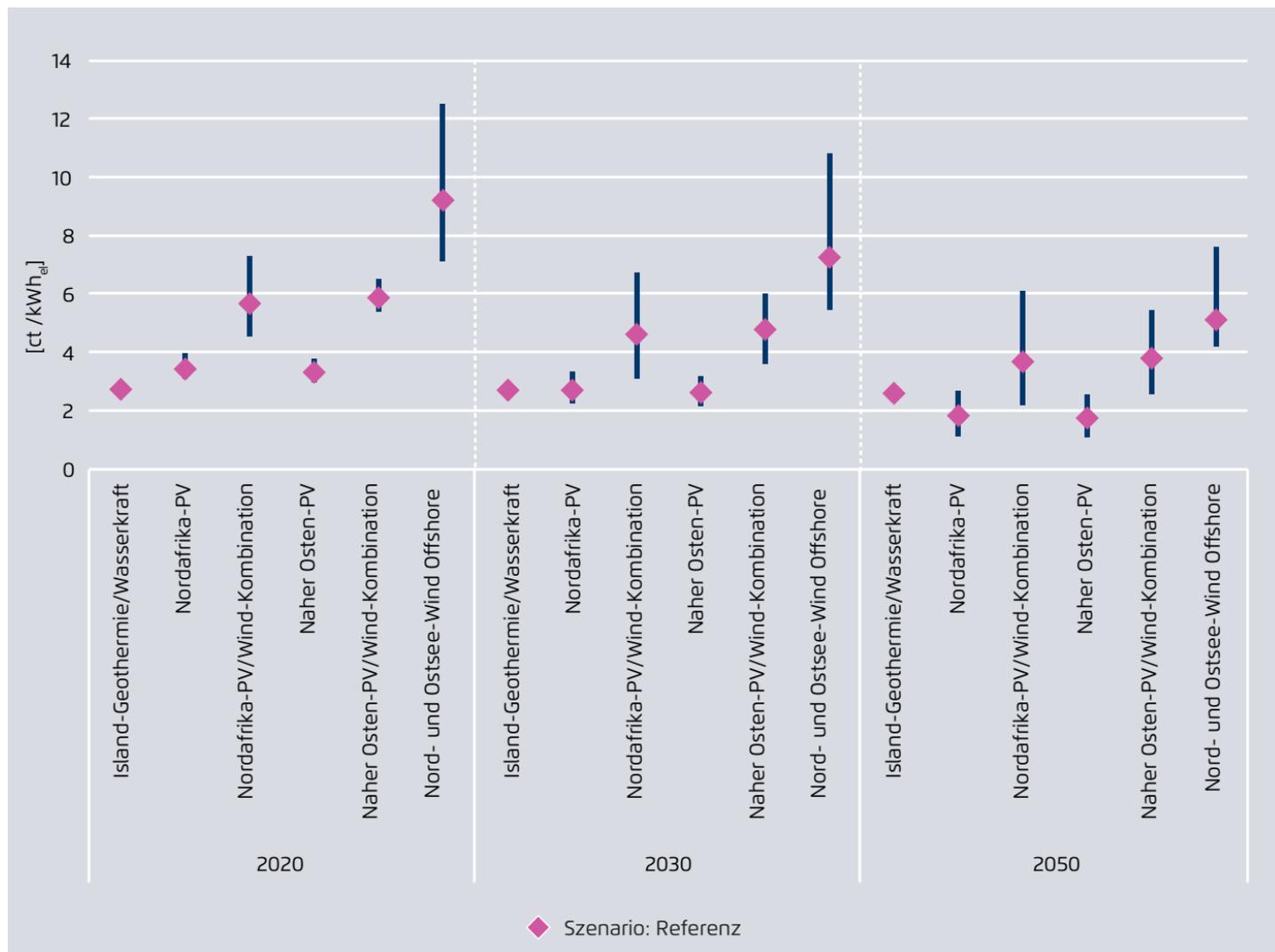
- Hohe Volllaststunden
- Wasser und CO₂ zu niedrigen Kosten verfügbar
- Aber: Potenzial überschaubar (~ 50 TWh/a)



- Deutschland (Referenz)
exemplarisch für andere Offshore-
Wind-Standorte in der Nordsee
(z.B. Norwegen)

- Großes Potenzial
- Wasser aus
Entsalzungsanlagen
- CO₂-Gewinnung über Direct
Air Capture

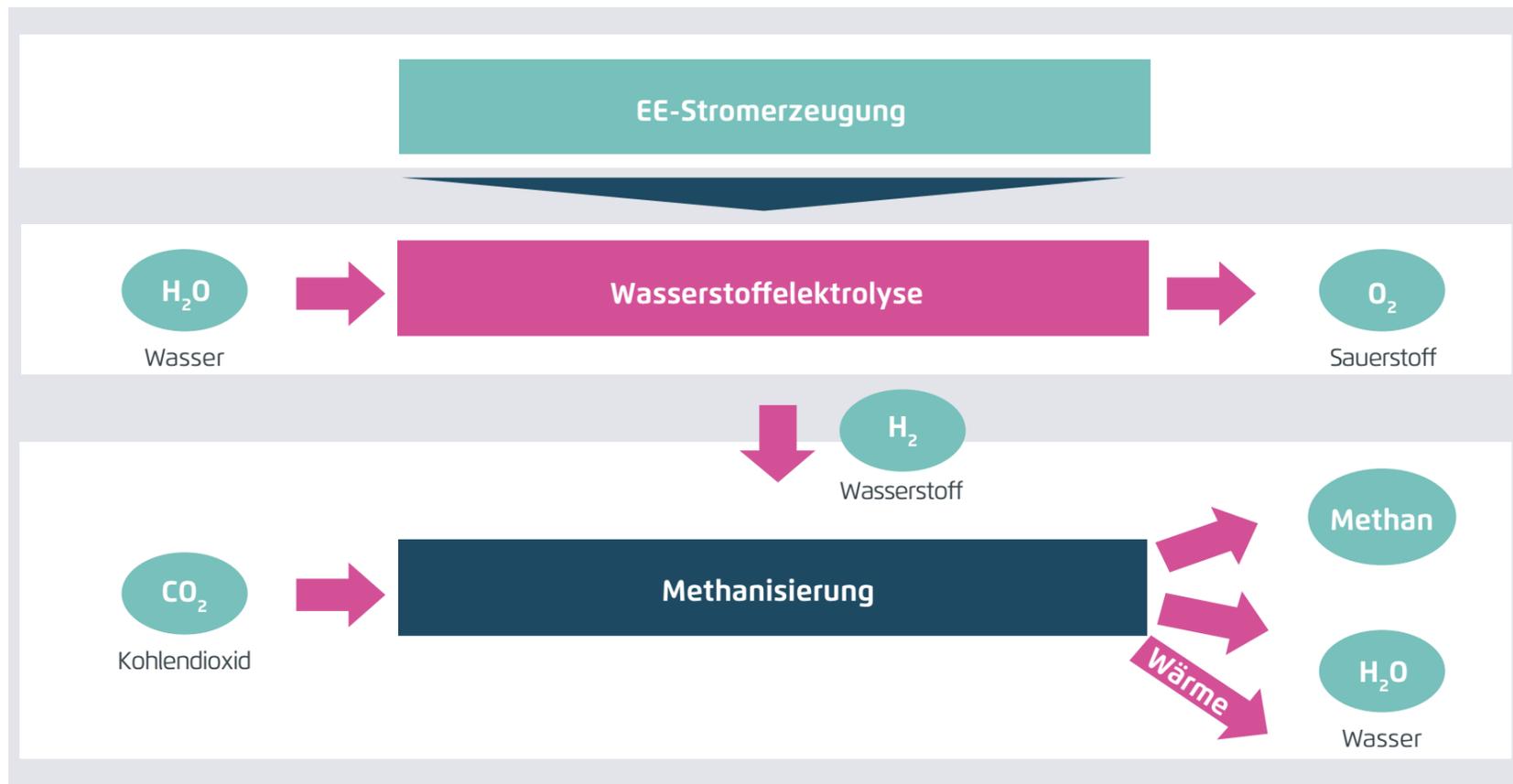
Stromgestehungskosten in den Jahren 2020, 2030 und 2050 zeigen deutliche Kostendegression



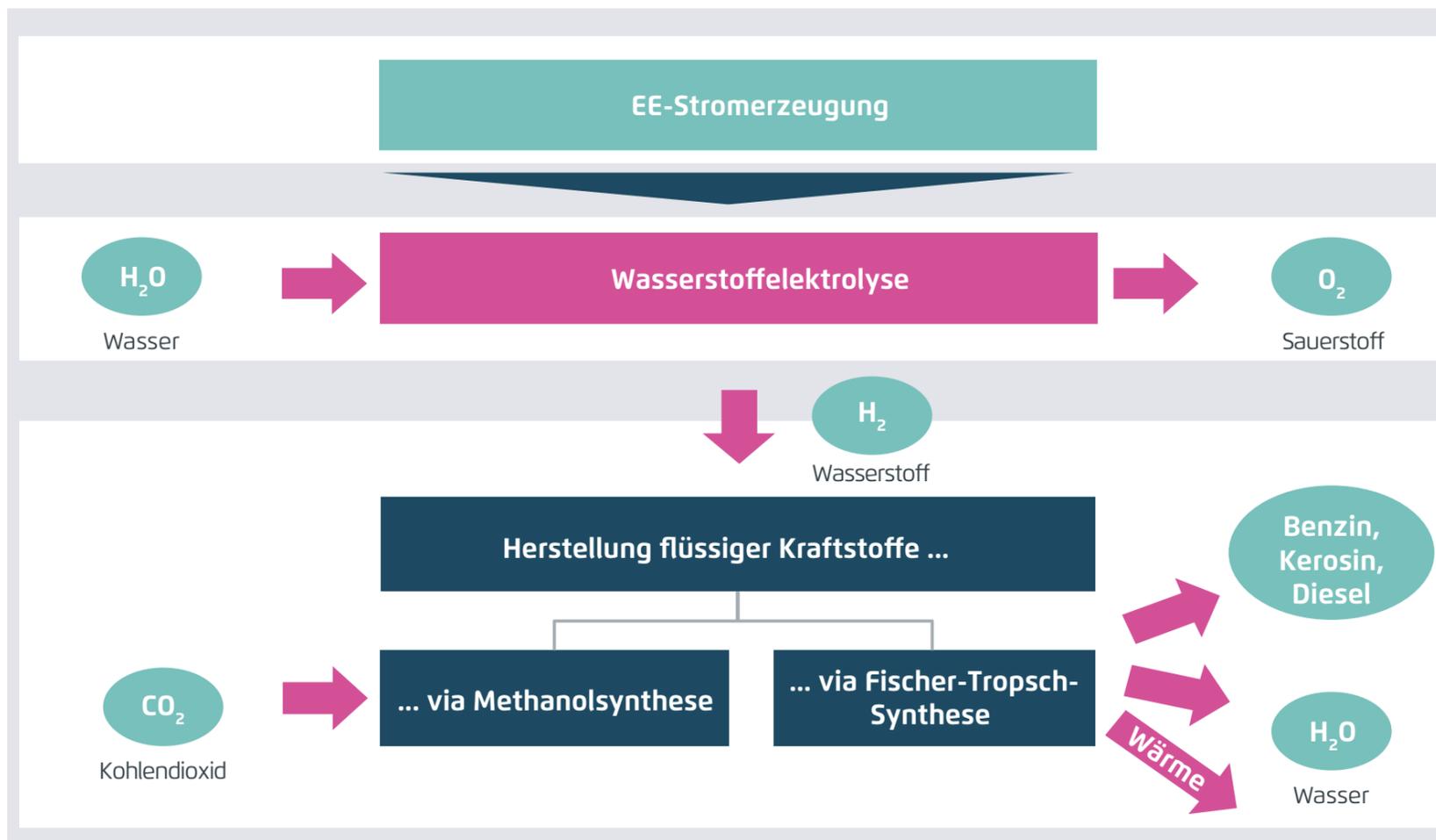
Annahme:

Umwandlungsanlagen werden explizit für PtX gebaut – kein „Überschussstrom“

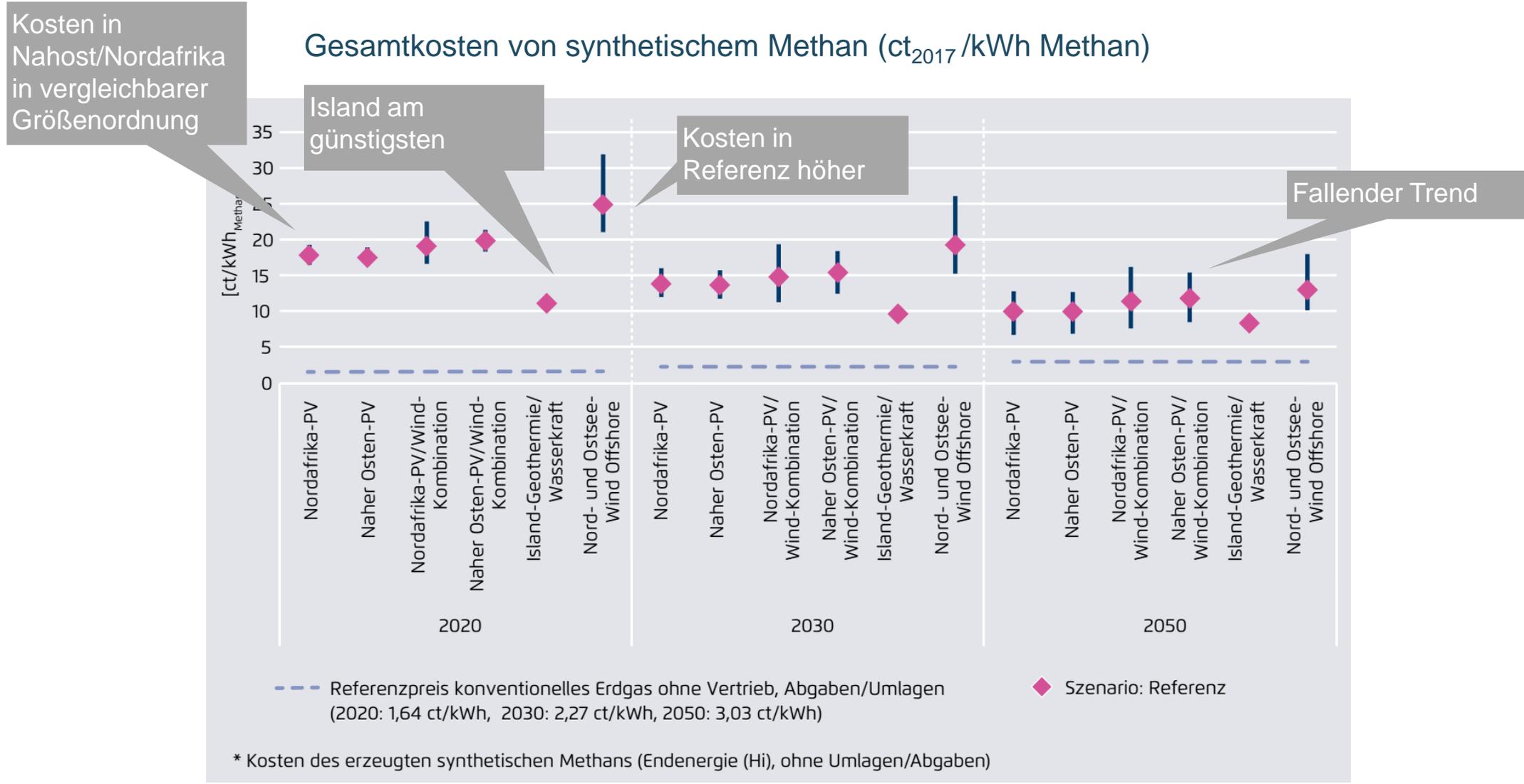
Umwandlung von Strom in synthetisches Methan erfolgt mit dem Zwischenschritt der Wasserstoffelektrolyse...



...ebenso wie die Umwandlung in synthetische Flüssigkraftstoffe



Gesamtkosten der Bereitstellung synthetischen Methans – Kostenvorteile für Importe und Trend fallender Kosten



--- Referenzpreis konventionelles Erdgas ohne Vertrieb, Abgaben/Umlagen (5-Jahres-Durchschnitt des Grenzübergangspreises; ca. 2,3 ct/kWh)

Gesamtkosten des Imports von synthetischen Flüssigkraftstoffen weist eine ähnliche Größenordnung wie die synthetischen Methans

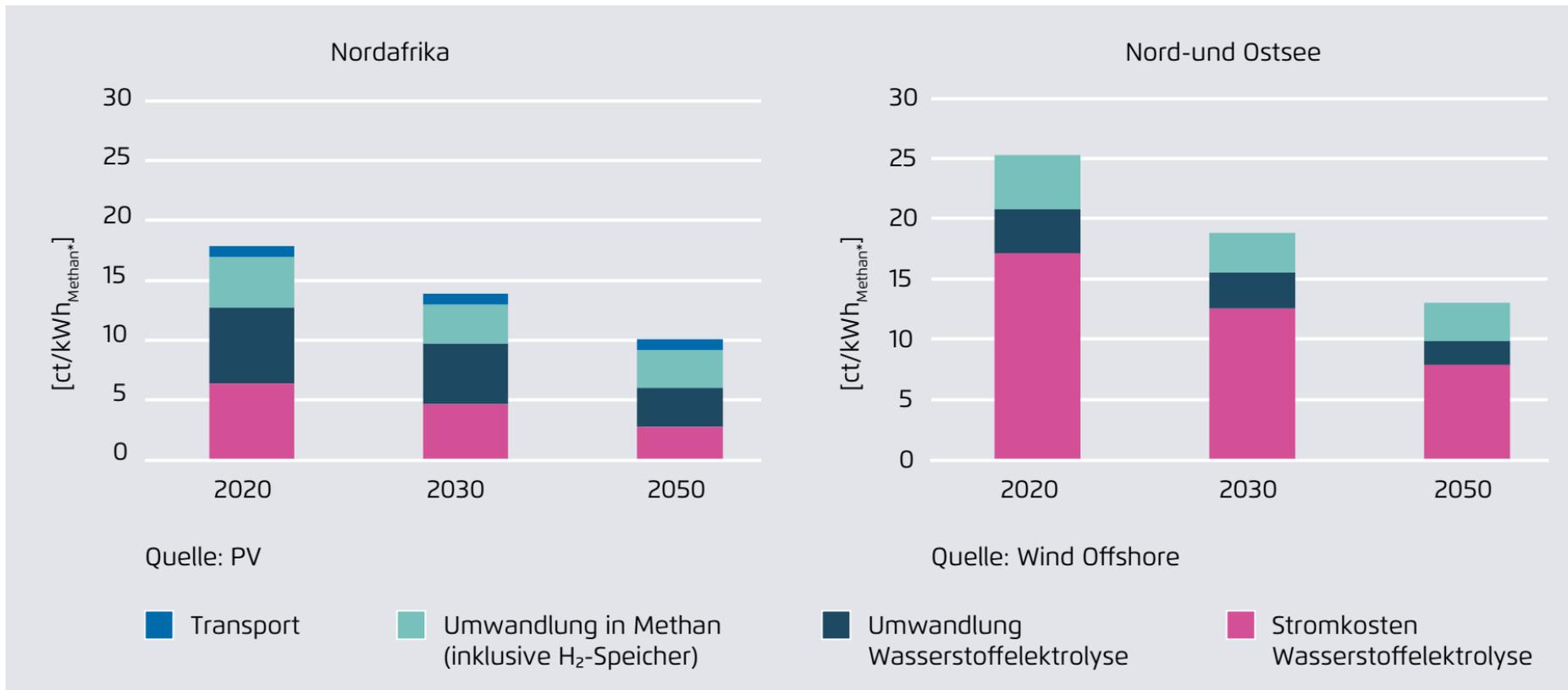
Gesamtkosten synthetischer Flüssigkraftstoffe (ct₂₀₁₇/kWh PtL)



— · — Referenzpreis konventionelles Erdgas ohne Vertrieb, Abgaben/Umlagen (5-Jahres-Durchschnitt des Grenzübergangspreises; ca. 2,3 ct/kWh)

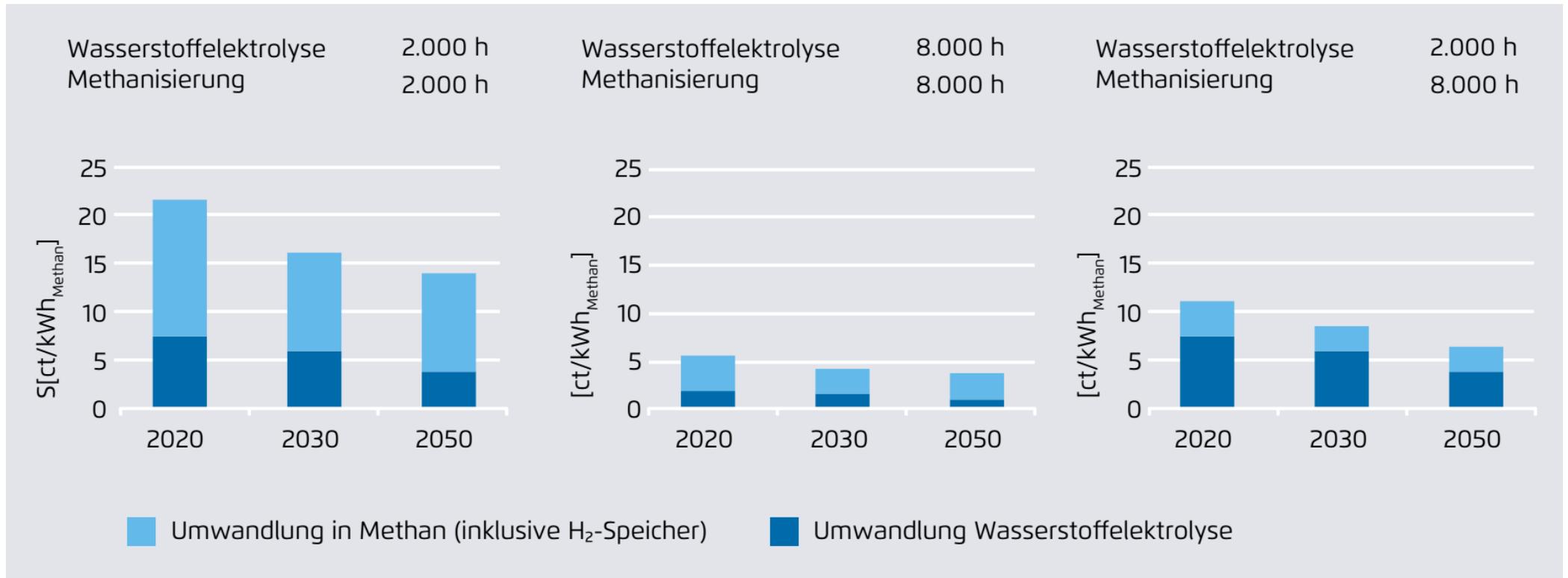
Wesentliche Kostentreiber sind Stromgestehungskosten...

Kostenvergleich für synthetisches Methan im Referenzfall (ct2017 /kWh Methan)



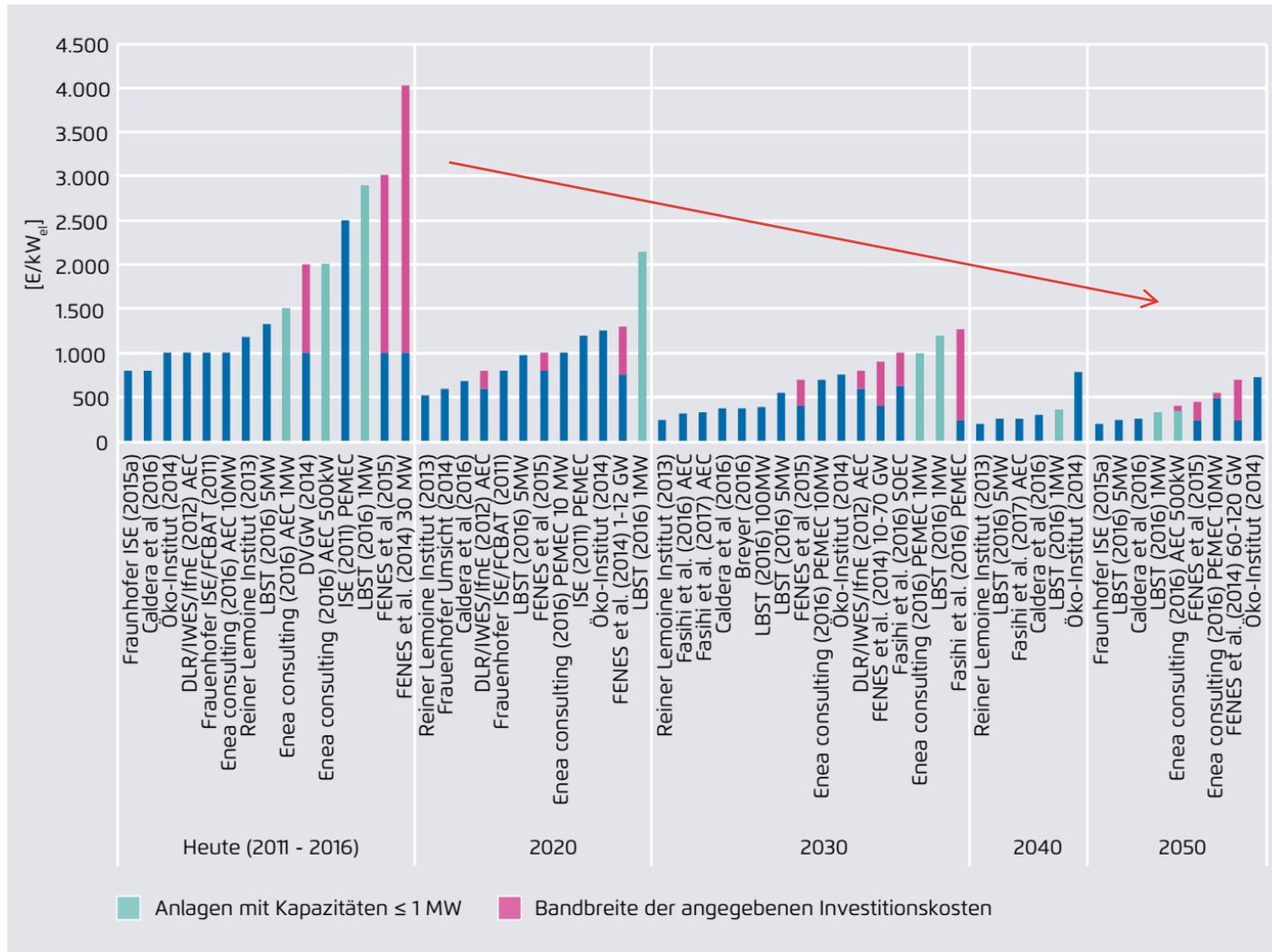
...sowie Auslastung der Anlagen

Kosten der Umwandlung für Wasserstoffelektrolyse / Methanisierung in Abhängigkeit Benutzungsstunden



Zudem sind Kostendegressionen bei EE und PtX-Anlagen (hier Beispiel Wasserstoffelektrolyse) wesentlich

Investitionskosten für Elektrolyseanlagen (€/kW el)



Neugierig?: Das Frontier-Berechnungstool wird von Agora Energiewende und Agora Verkehrswende allgemein zugänglich gemacht

Frontier-Agora-Kostenberechnungstool PtX-stc-23-10-17_MDv5 [Protected View] - Microsoft Excel

Protected View This file originated as an e-mail attachment and might be unsafe. Click for more details. Enable Editing

A28

Kostenelemente synthetisches Methan und Gesamtkosten nach verschiedenen Beimischungsverhältnissen

Zugrundeliegende Kriterien - Auswahl im Control Panel

Szenario/Spezial	Referenz
Ursprungsjahr	Nordafrika
Quelle der Erneuerbaren Energie	PV
Zinsrate	6%
Methode der CO ₂ Gewinnung	Direct Air Capture-TSA
Technologie der Wasserstoffelektrolyse	Niedrigtemperatur
Steuern und Abgaben	Voreinstellung: Keine Abgaben/Steuern. Kann in "4. Abgaben/Umlagen" verändert werden.
Netzeinbindungskosten Nord- und Ostsee Wind Offshore	Voreinstellung: Inklusive. Kann in "Stromgestehungskosten" verändert werden.

Zugrundeliegende Kriterien - Auswahl in "Wasserstoffelektrolyse"

Technologie der Elektrolyse	Niedrigtemperatur
Investitionskosten (2016/IT)	10k/1kV
- Niedrigtemperatur	800
- Hochtemperatur	1000
Relative Kostensenkung über 5 Jahre	6% 7%

Zugrundeliegende Kriterien - Auswahl in "PtG"

Erwartete Beutzugszeiten pro Jahr	8000
Relative Kostensenkung über 5 Jahre	6.5%

Graphik 1 - Kostenelemente synthetisches Methan

Graphik 2 - Gesamtkosten Endprodukt in Abhängigkeit des Anteils des beigemischten synthetischen Methans (inkl. Abgaben/Umlagen)

Graphik 3 - Kosten synthetisches Methan (exkl. Abgaben/Umlagen)

Graphik 4 - Kostenelemente der Wasserstoffelektrolyse, exklusive Stromkosten

Graphik 5 - Kostenelemente der Umwandlung zu synthetischem Methan

Tabelle zur Grafik 1 - Kostenelemente synthetisches Methan - per Land und EE

Referenz	Nordafrika-PV	2016/IT	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Stromkosten Wasserstoffelektrolyse	ct/kWh(Methan)	7.960	6.385	5.482	4.737	4.079	3.589	3.195	2.933
Umwandlung Wasserstoffelektrolyse	ct/kWh(Methan)	7.104	6.234	5.653	5.059	4.516	4.041	3.620	3.244
Umwandlung Methan (inkl. H2 Speicher)	ct/kWh(Methan)	4.430	4.240	4.092	3.999	3.905	3.809	3.730	3.656
Transport	ct/kWh(Methan)	0.955	0.955	0.949	0.940	0.940	0.939	0.939	0.939
Steuern und Abgaben	ct/kWh(Methan)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Netzeinbindung	ct/kWh(Methan)	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020	2.020
Gesamtkosten synthetischer Methan	ct/kWh(Methan)	22.476	19.934	18.165	16.449	14.949	13.569	12.441	11.534

Tabelle zur Grafik 2 - Gesamtkosten Endprodukt (inkl. Transport, Steuern/Abgaben, Netzentgelte) nach verschiedenen Beimischungsverhältnissen - per Land und EE

2016/IT	2016/IT	2016/IT	2016/IT	2016/IT	2020	2020	2020	2020	2020	2025	2025	2025	2025	2025	2030	2030	2030	2030	2030	2035	2035	2035	2035	2035	2040	2040	2040	2040	2040	2045	2045	2045	2045	2045	2050	2050	2050	2050	2050																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
100% konventionelles Erdgas	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000	5250	5500	5750	6000	6250	6500	6750	7000	7250	7500	7750	8000	8250	8500	8750	9000	9250	9500	9750	10000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
25% synthetisches Methan	3.37	7.99	12.42	17.24	21.97	26.44	30.64	34.56	38.21	41.60	44.74	47.64	50.31	52.76	55.00	57.04	58.88	60.53	61.99	63.26	64.35	65.27	66.03	66.65	67.14	67.51	67.77	67.93	67.99	67.96	67.83	67.61	67.31	66.94	66.51	66.03	65.51	64.95	64.35	63.72	63.07	62.40	61.71	61.00	60.27	59.52	58.75	57.96	57.14	56.30	55.44	54.56	53.65	52.71	51.75	50.77	49.76	48.73	47.68	46.61	45.52	44.41	43.28	42.13	40.96	39.77	38.56	37.33	36.08	34.81	33.52	32.21	30.88	29.53	28.17	26.80	25.41	24.01	22.59	21.15	19.70	18.24	16.77	15.29	13.79	12.27	10.74	9.19	7.63	6.06	4.48	2.89	1.29	-0.32	-1.91	-3.48	-5.03	-6.56	-8.07	-9.56	-11.03	-12.48	-13.91	-15.32	-16.71	-18.08	-19.43	-20.76	-22.07	-23.36	-24.63	-25.88	-27.11	-28.32	-29.51	-30.68	-31.83	-32.96	-34.07	-35.16	-36.23	-37.28	-38.31	-39.32	-40.31	-41.28	-42.23	-43.16	-44.07	-44.96	-45.83	-46.68	-47.51	-48.32	-49.11	-49.88	-50.63	-51.36	-52.07	-52.76	-53.43	-54.08	-54.71	-55.32	-55.91	-56.48	-57.03	-57.56	-58.07	-58.56	-59.03	-59.48	-59.91	-60.32	-60.71	-61.08	-61.43	-61.76	-62.07	-62.36	-62.63	-62.88	-63.11	-63.32	-63.51	-63.68	-63.83	-63.96	-64.07	-64.16	-64.23	-64.28	-64.31	-64.32	-64.31	-64.28	-64.23	-64.16	-64.07	-63.96	-63.83	-63.68	-63.51	-63.32	-63.11	-62.88	-62.63	-62.36	-62.07	-61.76	-61.43	-61.08	-60.71	-60.32	-59.91	-59.48	-59.03	-58.56	-58.07	-57.56	-57.03	-56.48	-55.91	-55.32	-54.71	-54.08	-53.43	-52.76	-52.07	-51.36	-50.63	-49.88	-49.11	-48.32	-47.51	-46.68	-45.83	-44.96	-44.07	-43.16	-42.23	-41.28	-40.31	-39.32	-38.31	-37.28	-36.23	-35.16	-34.07	-32.96	-31.83	-30.68	-29.51	-28.31	-27.08	-25.83	-24.56	-23.27	-21.96	-20.63	-19.28	-17.91	-16.52	-15.11	-13.68	-12.23	-10.76	-9.27	-7.76	-6.23	-4.68	-3.11	-1.52	0.09	1.68	3.25	4.80	6.33	7.84	9.33	10.80	12.25	13.68	15.09	16.48	17.85	19.20	20.53	21.84	23.13	24.40	25.65	26.88	28.09	29.28	30.45	31.60	32.73	33.84	34.93	36.00	37.05	38.08	39.09	40.08	41.05	42.00	42.93	43.84	44.73	45.60	46.45	47.28	48.09	48.88	49.65	50.40	51.13	51.84	52.53	53.20	53.85	54.48	55.09	55.68	56.25	56.80	57.33	57.84	58.33	58.80	59.25	59.68	60.09	60.48	60.85	61.20	61.53	61.84	62.13	62.40	62.65	62.88	63.09	63.28	63.45	63.60	63.73	63.84	63.93	63.99	64.03	64.05	64.05	64.03	64.00	63.95	63.88	63.80	63.70	63.58	63.45	63.30	63.13	62.94	62.73	62.50	62.25	61.98	61.69	61.38	61.05	60.70	60.33	59.94	59.53	59.10	58.65	58.18	57.69	57.18	56.65	56.10	55.53	54.94	54.33	53.70	53.05	52.38	51.69	50.98	50.25	49.50	48.73	47.94	47.13	46.30	45.45	44.58	43.69	42.78	41.85	40.90	39.93	38.94	37.93	36.90	35.85	34.78	33.69	32.58	31.45	30.30	29.13	27.94	26.73	25.50	24.25	22.98	21.69	20.38	19.05	17.70	16.33	14.94	13.53	12.10	10.65	9.18	7.69	6.18	4.65	3.10	1.53	0.04	-1.47	-2.96	-4.43	-5.88	-7.31	-8.72	-10.11	-11.48	-12.83	-14.16	-15.47	-16.76	-18.03	-19.28	-20.51	-21.72	-22.91	-24.08	-25.23	-26.36	-27.47	-28.56	-29.63	-30.68	-31.71	-32.72	-33.71	-34.68	-35.63	-36.56	-37.47	-38.36	-39.23	-40.08	-40.91	-41.72	-42.51	-43.28	-44.03	-44.76	-45.47	-46.16	-46.83	-47.48	-48.11	-48.72	-49.31	-49.88	-50.43	-50.96	-51.47	-51.96	-52.43	-52.88	-53.31	-53.72	-54.11	-54.48	-54.83	-55.16	-55.47	-55.76	-56.03	-56.28	-56.51	-56.72	-56.91	-57.08	-57.23	-57.36	-57.47	-57.56	-57.63	-57.68	-57.71	-57.71	-57.70	-57.67	-57.62	-57.55	-57.46	-57.35	-57.22	-57.07	-56.90	-56.71	-56.50	-56.27	-56.02	-55.75	-55.46	-55.15	-54.82	-54.47	-54.10	-53.71	-53.30	-52.87	-52.42	-51.95	-51.46	-50.95	-50.42	-49.87	-49.30	-48.71	-48.10	-47.47	-46.82	-46.15	-45.46	-44.75	-44.02	-43.27	-42.50	-41.71	-40.90	-40.07	-39.22	-38.35	-37.46	-36.55	-35.62	-34.67	-33.70	-32.71	-31.70	-30.67	-29.62	-28.55	-27.46	-26.35	-25.22	-24.07	-22.90	-21.71	-20.50	-19.27	-18.02	-16.75	-15.46	-14.15	-12.82	-11.47	-10.10	-8.71	-7.30	-5.87	-4.42	-2.95	-1.46	0.05	1.54	3.01	4.46	5.89	7.30	8.69	10.06	11.41	12.74	14.05	15.34	16.61	17.86	19.09	20.30	21.49	22.66	23.81	24.94	26.05	27.14	28.21	29.26	30.29	31.30	32.29	33.26	34.21	35.14	36.05	36.94	37.81	38.66	39.49	40.30	41.09	41.86	42.61	43.34	44.05	44.74	45.41	46.06	46.69	47.30	47.89	48.46	49.01	49.54	50.05	50.54	51.01	51.46	51.89	52.30	52.69	53.06	53.41	53.74	54.05	54.34	54.61	54.86	55.09	55.29	55.47	55.63	55.77	55.89	55.99	56.07	56.13	56.17	56.19	56.19	56.17	56.13	56.07	56.00	55.91	55.80	55.68	55.54	55.38	55.20	55.00	54.78	54.54	54.28	54.00	53.70	53.38	53.04	52.68	52.30	51.90	51.48	51.04	50.58	50.10	49.60	49.08	48.54	47.98	47.40	46.80	46.18	45.54	44.88	44.20	43.51	42.80	42.07	41.32	40.55	39.76	38.95	38.12	37.27	36.40	35.51	34.60	33.67	32.72	31.75	30.76	29.75	28.72	27.67	26.60	25.51	24.40	23.27	22.12	20.95	19.76	18.55	17.32	16.07	14.80	13.51	12.20	10.87	9.52	8.15	6.76	5.35	3.92	2.47	1.00	-0.49	-2.02	-3.53	-5.02	-6.49	-7.94	-9.37	-10.78	-12.17	-13.54	-14.89	-16.22	-17.53	-18.82	-20.09	-21.34	-22.57	-23.78	-24.97	-26.14	-27.29	-28.42	-29.53	-30.62	-31.69	-32.74	-33.77	-34.78	-35.77	-36.74	-37.69	-38.62	-39.53	-40.42	-41.29	-42.14	-42.97	-43.78	-44.57	-45.34	-46.09	-46.82	-47.53	-48.22	-48.89	-49.54	-50.17	-50.78	-51.37	-51.94	-52.49	-53.02	-53.53	-54.03	-54.51	-54.97	-55.42	-55.85	-56.26	-56.65	-57.02	-57.37	-57.70	-58.01	-58.30	-58.57	-58.82	-59.05	-59.26	-59.45	-59.62	-59.77	-59.90	-60.01	-60.10	-60.17	-60.22	-60.25	-60.26	-60.25	-60.22	-60.17	-60.10	-60.01	-59.90	-59.77	-59.62	-59.45	-59.26	-59.05	-58.82	-58.57	-58.30	-58.01	-57.70	-57.37	-57.02	-56.65	-56.26	-55.85	-55.42	-54.97	-54.51	-54.03	-53.53	-53.02	-52.49	-51.94	-51.37	-50.78	-50.17	-49.54	-48.89	-48.22	-47.53	-46.82	-46.09	-45.34	-44.57	-43.78	-42.97	-42.14	-41.29	-40.42	-39.53	-38.62	-37.69	-36.74	-35.77	-34.78	-33.77	-32.74	-31.69	-30.62	-29.53	-28.42	-27.29	-26.14	-24.97	-23.78	-22.57	-21.34	-20.09	-18.82	-17.53	-16.22	-14.89	-13.54	-12.17	-10.78	-9.37	-7.94	-6.49	-5.02	-3.53	-2.02	-0.49	1.00	2.47	3.92	5.35	6.76	8.15	9.52	10.87	12.17	13.54	14.89	16.22	17.53	18.82	20.09	21.34	22.57	23.78	24.97	26.14	27.29	28.42	29.53	30.62	31.69	32.74	33.77	34.78	35.77	36.74	37.69	38.62	39.53	40.42	41.29	42.14	42.97	43.78	44.57	45.34	46.09	46.82	47.53	48.22	48.89	49.54	50.17	50.78	51.37	51.94	52.49	53.02	53.53	54.03	54.51	54.97	55.42	55.85	56.26	56.65	57.02	57.37	57.70	58.01	58.30	58.57	58.82	59.05	59.26	59.45	59.62	59.77	59.90	60.01	60.10	60.17	60.22	60.25	60.26	60.25	60.22	60.17	60.10</

Kontakte

Dr. Jens Perner
Associate Director

+49 (0)221 33713-102
jens.perner@frontier-economics.com



Andrea Lövenich
Consultant

+44 2070317 142
Andrea.lovenich@frontier-economics.com

