

Wärmenutzung der Elektrolyse – eine Chance für lokale Wertschöpfung

Dr. Frank Schiller, Katharina Prehn (ITE, FH Westküste)

Berlin, 18.04.2023

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Insgesamt wurden 147 Projekte untersucht.

Identifizierte (zukünftige) Elektrolyseure in Deutschland:

- n = 179

Davon mit aktivem Status und Leistungsangabe:

- n = 147

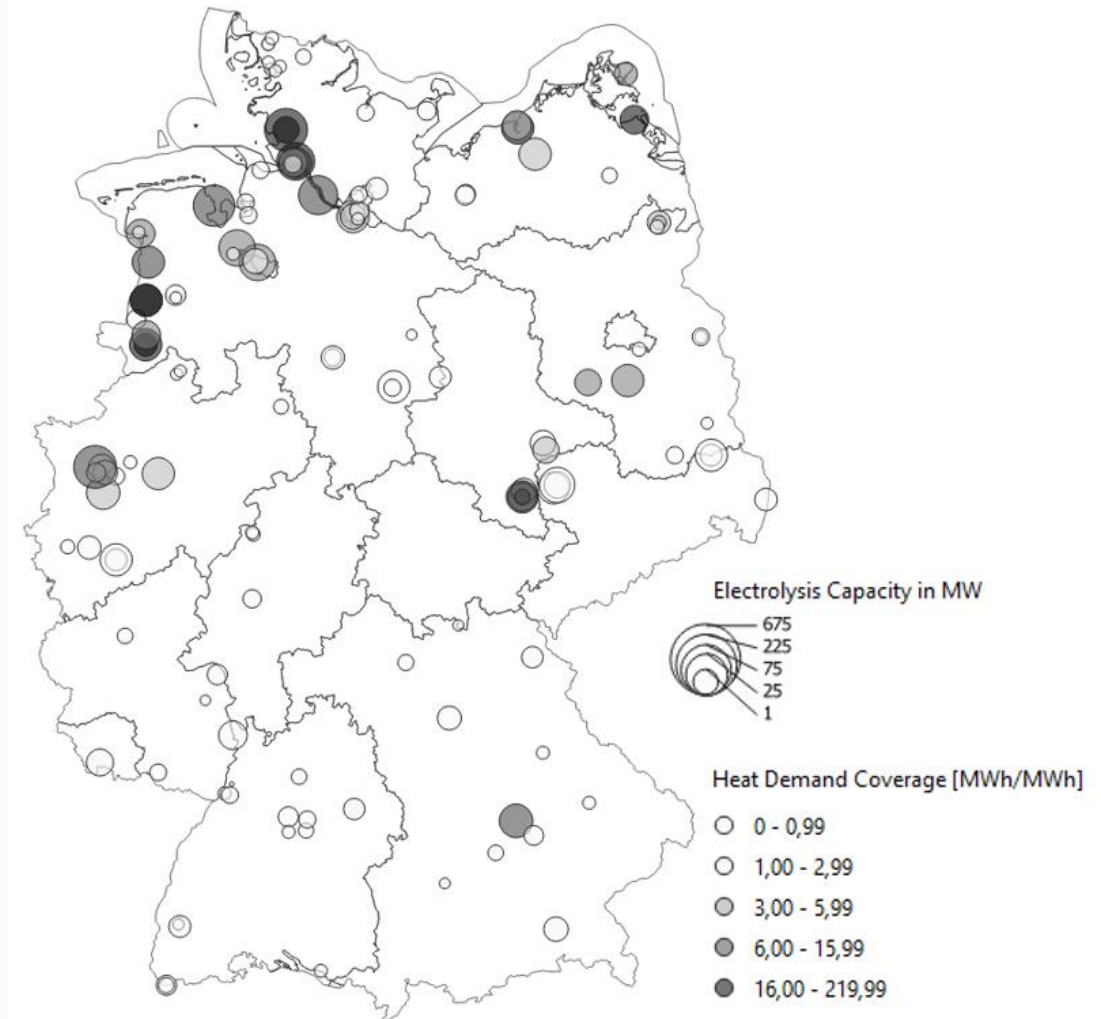
Davon mit (geplanter) Abwärmenutzung:

- n = 50

Unter Annahme eines Ganzjahresbetriebs von 5000 h:

- Abwärme in 2030 → **12,93 TWh**

- Abwärme in 2035 → **25,95 TWh**



Elektrolyse-Projekte: Mengentheoretische Analysis

Ziel

- Identifikation von kausalen **Bedingungen**, die das **Ergebnis** „Abwärmenutzung in Projekten“ erklären. Dazu werden Bedingungen als Mengen (sets) betrachtet und mit Hilfe von Boolscher Algebra minimiert.

Kalibrierung

- Beobachtungen werden zu Werten (values) für Bedingungen kalibriert.

conditions/ values	0	1	2	3
class (mv) [capacity of electrolyser]	5500 – 55 MW	50 – 6 MW	5 – 0,75 MW	0,5 – 0,025 MW
heating (mv)	no mentioning of gas being utilised for heating	hydrogen utilised for heating	synthetic gas utilised for heating	hydrogen and synthetic gas utilised for heating
admixture (mv)	no mentioning of admixture of either hydrogen or synthetic gas	hydrogen blended to natural gas grid	synthetic gas blended to natural gas grid	blending of hydrogen and synthetic gas
gas infrastructure (mv)	no infrastructure mentioned	H2 infrastructure (built/rededicated)	existing gas infrastructure	gas infrastructure and hydrogen pipelines
district heating (mv)	no district heating mentioned	district heating system already in place	district heating system erected	district heating system expanded
flexibility (cs)	no	yes		
re-electrification (cs)	no	yes		
industry (cs)	no	yes		
mobility (cs)	no	yes		
heat storage (cs)	no	yes		

Die Wahrheitstabelle (truth table) mit allen Kombinationsmöglichkeiten mit Outcome 1 oder 0, und incl. score > 0.000)

no.	class	heat.storage	gas.heating.mv	flexibility	re.electrification	admixture.mv	industry	mobility	gas.infrastructure.mv	district.heating.mv	OUT	n	incl	PRI	cases	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.500	0.500	13,14
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1.000	1.000	7,23
37	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	8	0.500	0.500	1,2,3,5,6,25,26,27
38	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1.000	1.000	9
49	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	6	0.167	0.167	10,12,18,19,20,31
305	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1.000	1.000	28
2102	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1.000	1.000	29
8193	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.400	0.400	48,50,57,61,64
8209	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0.333	0.333	39,58,67
8210	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1.000	1.000	59
8212	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	1	1.000	1.000	75
8241	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	5	0.200	0.200	41,53,55,65,71
8243	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	2	1.000	1.000	66,74
8245	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3	0.333	0.333	43,45,47
8762	1	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1	1	1	1.000	1.000	52
9265	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1.000	1.000	70
9338	1	0	1	0	0	1	1	1	1	2	1	1	1	1.000	1.000	49
9722	1	0	1	0	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1.000	1.000	44
10105	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1.000	1.000	42
11769	1	0	3	0	1	3	1	1	1	2	0	1	1	1.000	1.000	72
13624	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	3	1	1	1.000	1.000	60
16401	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0.286	0.286	83,84,85,89,91,97
16402	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	3	1.000	1.000	90,92,95
16433	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1.000	1.000	77
16730	2	0	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1.000	1.000	106
17723	2	0	1	0	1	0	0	1	1	2	2	1	1	1.000	1.000	102
17781	2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1.000	1.000	108
17785	2	0	1	0	1	1	1	1	1	2	0	1	1	1.000	1.000	96
18013	2	0	1	1	0	1	0	0	1	3	0	1	1	1.000	1.000	79
18707	2	0	2	0	1	0	0	0	1	0	2	1	1	1.000	1.000	81
20497	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1.000	1.000	78

Hilfstabelle zur Visualisierung - (n = 147, alle Bedingungen, Ergebnis: ... [1])

case no.	class	heat utilisation	heat storage	gas heating mv	flexibility	re-electrification	admixture mv	industry	mobility	gas infrastructure mv	district heating mv	sets (incl.)
60	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	3	1.000
102	2	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	1.000
44	1	1	0	1	0	1	3	1	1	2	1	1.000
28	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1.000
42	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	0	1.000
72	1	1	0	3	0	1	3	1	1	2	0	1.000
96	2	1	0	1	0	1	1	1	1	2	0	1.000
108	2	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1.000
81	2	1	0	2	0	1	0	0	1	0	2	1.000
106	2	1	0	0	0	1	1	0	1	2	1	1.000
143	3	1	0	2	0	1	0	0	1	0	1	1.000
147	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1.000
145	3	1	0	2	0	1	0	0	0	0	1	1.000
144	3	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1.000
29	0	1	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1.000
49	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	1.000
52	1	1	0	0	1	0	0	1	1	2	1	1.000
82	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	1	1.000
70	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1.000
77	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1.000
9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1.000
75	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1.000
59	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1.000
78	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1.000
79	2	1	0	1	1	0	1	0	1	3	0	1.000

case no.	class	heat utilisation	heat storage	gas heating mv	flexibility	re-electrification	admixture mv	industry	mobility	gas infrastructure mv	district heating mv	sets (incl.)	case no.	class	heat utilisation	heat storage	gas heating mv	flexibility	re-electrification	admixture mv	industry	mobility	gas infrastructure mv	district heating mv	sets (incl.)
60	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	3	1.000	138	3	1	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1.000
102	2	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	1.000	134	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1.000
44	1	1	0	1	0	1	3	1	1	2	1	1.000	66	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1.000
28	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1.000	74	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1.000
42	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	0	1.000	128	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1.000
72	1	1	0	3	0	1	3	1	1	2	0	1.000	129	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1.000
96	2	1	0	1	0	1	1	1	1	2	0	1.000	130	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1.000
108	2	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1.000	90	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1.000
81	2	1	0	2	0	1	0	0	1	0	2	1.000	92	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1.000
106	2	1	0	0	0	1	1	0	1	2	1	1.000	95	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1.000
143	3	1	0	2	0	1	0	0	1	0	1	1.000	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.000
147	3	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1.000	23	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1.000
145	3	1	0	2	0	1	0	0	0	0	1	1.000	19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.167
144	3	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1.000	65	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.200
29	0	1	0	2	0	0	0	1	1	1	1	1.000	83	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0.286
49	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	1.000	97	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.286
52	1	1	0	0	1	0	0	1	1	2	1	1.000	43	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.333
82	2	1	1	0	1	0	0	1	1	2	1	1.000	67	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.333
70	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1.000	50	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.400
77	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1.000	61	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.400
9	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1.000	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0.500
75	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1.000	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0.500
59	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1.000	5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0.500
78	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1.000	6	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0.500
79	2	1	0	1	1	0	1	0	1	3	0	1.000	14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.500

Analog zur Wahrheitstabelle sind hier identische Bedingungskombinationen ausgewiesen.

Generalisierungen

- **Die Abwärmenutzung orientiert sich eng an entsprechenden infrastrukturellen Gegebenheiten. Bestehende Wärmenetze fördern die Abwärmenutzung. Im Zusammenhang mit Abwärmenutzung ist häufig auch eine Rückverstromung zu beobachten. Diese findet jedoch tatsächlich bisher häufig über nachgeschaltete Kraftwärmekopplung oder Brennstoffzelle statt.**
- **Jenseits von (Energie-)Forschungsprojekten erfolgt kaum Infrastrukturausbau (Ausnahme: Energiequartiere mit ganzheitlichem EE-Konzept (Neubau))**
- **Allgemein ist eine starke Präsenz des Mobilitätsbereichs in der Sektorenkopplung zum Gebäudesektor zu beobachten. Die hervorstechende Rolle erklärt sich vor allem durch die frühen Projekte der (Energie-)Forschung. Die Rolle des Mobilitätsbereichs bei der Abwärmenutzung dürfte im zeitlichen Verlauf aber in den Hintergrund rücken.**
- **Gleichzeitig zeigt sich, dass ein Upscaling der Abwärmenutzung über den Mobilitätsbereich auch im kommerziellen Bereich erfolgen kann.**
- **Berücksichtigt man die Elektrolysekapazität (class.mv) fällt auf, dass bedeutendes Upscaling über die Sektorenkopplung mit der Industrie erst noch erfolgen wird (Umsetzungszeitraum 2026 – 2035).**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Frank Schiller, Katharina Prehn (ITE, FH Westküste)
f.schiller@fh-westkueste.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages