

Forum Prozesswärme Status Quo, Innovationen & Perspektiven



**NRW.ENERGY
4CLIMATE**

Landesgesellschaft
für Energie und Klimaschutz

16. September 2026
Gelsenkirchen

Agenda

- Begrüßung
- Klimaneutrale Prozesswärme: Status Quo, Technologien, Wirtschaftlichkeit, Handlungsbedarf
Dr. Tobias Fleiter – Fraunhofer ISI
- Grünstromversorgung und Netzanschluss
Lara Würfel – NRW.Energy4Climate
- Workshop: Geschäftsmodelle für Prozesswärme
Dietmar Schüwer, Robin Hühne & Lara Geisler
- Ausblick und Abschluss

Begrüßung

Wissenschaft trifft Wirtschaft

Gelsenkirchen, 16.9.2026



Fraunhofer-Institut für System- und
Innovationsforschung ISI

KLIMANEUTRALE PROZESSWÄRME: STATUS-QUO, TECHNOLOGIEN, WIRTSCHAFTLICHKEIT, HANDLUNGSBEDARF

Dr. Tobias Fleiter
(Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung)

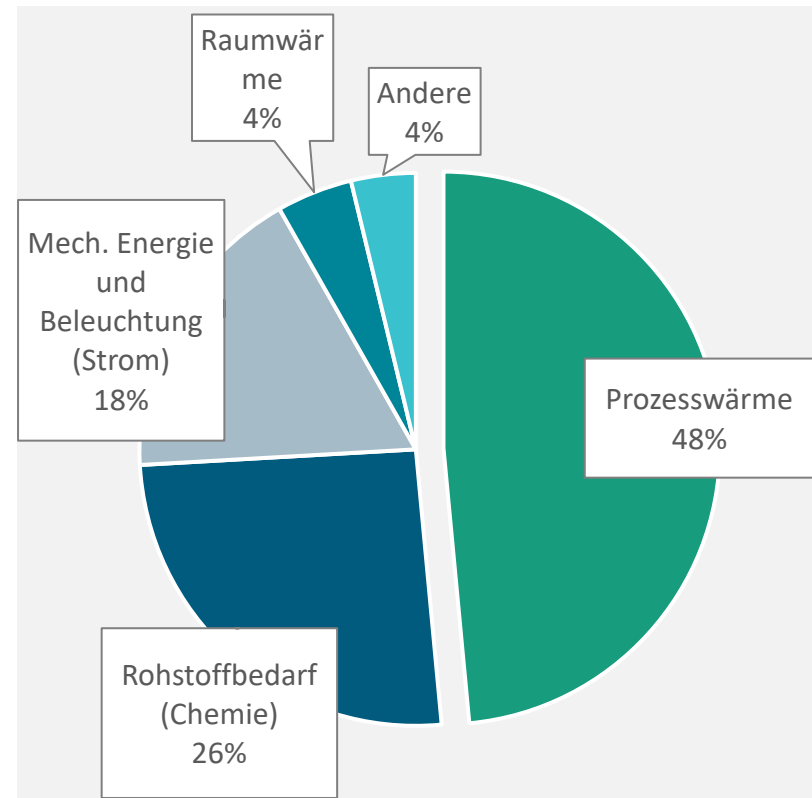
Status-Quo der Prozesswärme in Deutschland

Status-Quo Prozesswärme-Bereitstellung

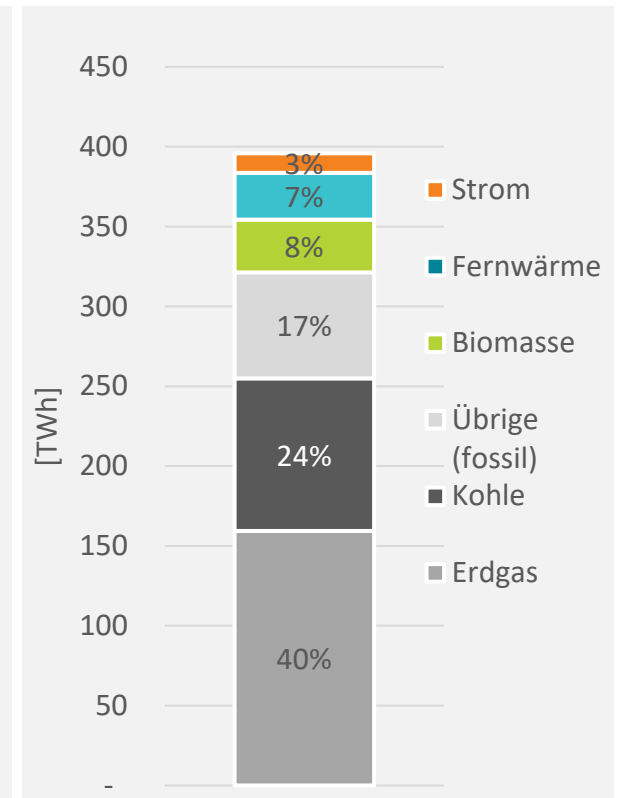
Fossile Energien dominieren die Prozesswärme, besonders Erdgas

- Mit **etwa 400 TWh Energiebedarf** ist die Bereitstellung von Prozesswärme der größte Energieverbraucher im Industriesektor
-> **Klimaneutrale Prozesswärme ist entscheidend für Industriedekarbonisierung**
- **Fossile Energien** dominieren die Prozesswärme, besonders Erdgas
-> **Klimaneutrale Alternativen konkurrieren mit Erdgas**
- **Biomasse** mit <10% geringe Rolle, **Strom** spielt mit <5% eine geringe Rolle und **Wasserstoff** wird aktuell nicht genutzt
-> **In vielen Branchen ist keine Betriebserfahrungen mit klimafreundlichen Alternativen vorhanden**

Energiebedarf der Industrie im Jahr 2024 [TWh]



Davon Prozesswärme



Quelle: FORECAST Modell / Fraunhofer ISI

Der Wärmebedarf unterscheidet sich deutlich zwischen den Branchen

Eine Unterscheidung zwischen Prozessdampf und Industrieöfen ist hilfreich

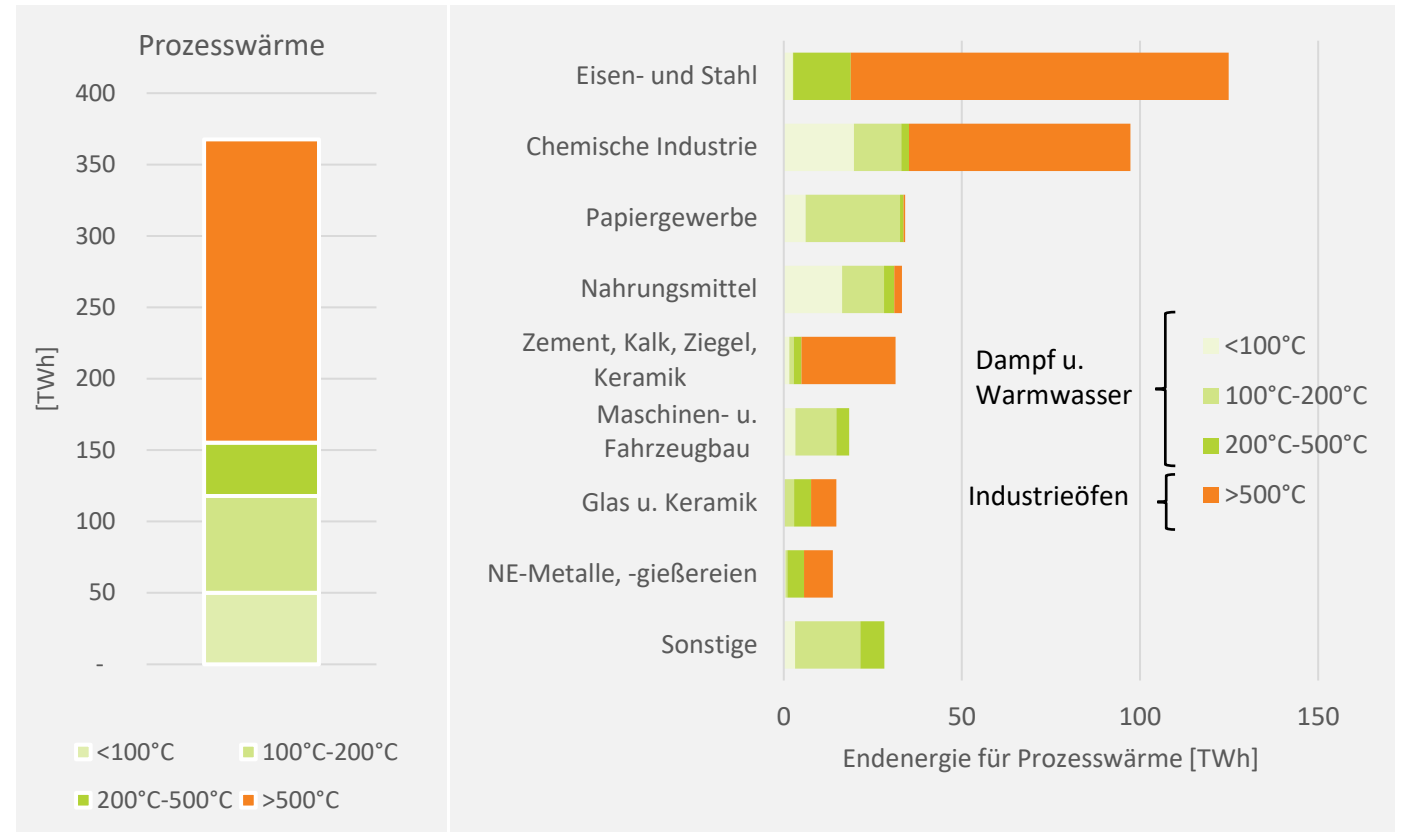
Prozessdampf wird meistens unter 200 °C genutzt und Technologien ähneln sich über die Branchen hinweg. Erdgaskessel oder –KWK Anlagen sind Standard.

-> Klimaneutrale Lösungen sind branchenübergreifend und technisch ausgereift

Prozesswärme > 500°C wird in prozessspezifischen Öfen bereitgestellt; die Technologiestruktur ist sehr vielfältig

-> Lösungen sind anwendungsspezifisch und in vielen Fällen herausfordernder für klimafreundliche Lösungen

Endenergiebedarf für Prozesswärme nach Temperaturniveau im Jahr 2024



Quelle: FORECAST Modell / Fraunhofer ISI

Hohe Vielfalt bei Wärmebedarf und Bereitstellung zwischen den Branchen

Erdgas in nahezu allen Branchen dominierend

Stahlindustrie

- Hochöfen mit hohem Bedarf an Kohle
- Elektrifizierung über Sekundärstahl/Lichtbogenofen Stand der Technik
- Weiterverarbeitung: Verschiedene thermische Verfahren, viel Erdgas

Chemische Industrie

- Häufig integrierte Chemiestandorte mit zentraler Dampfversorgung
- Einzelne Prozesse wie Steam Cracker direkt befeuert, meistens Erdgas

Papierherstellung

- Häufig gasbefeuerte KWK, aber auch Dampfkessel
- Einsatz von Biomasse vorwiegend über Nutzung von Reststoffen

Zementherstellung

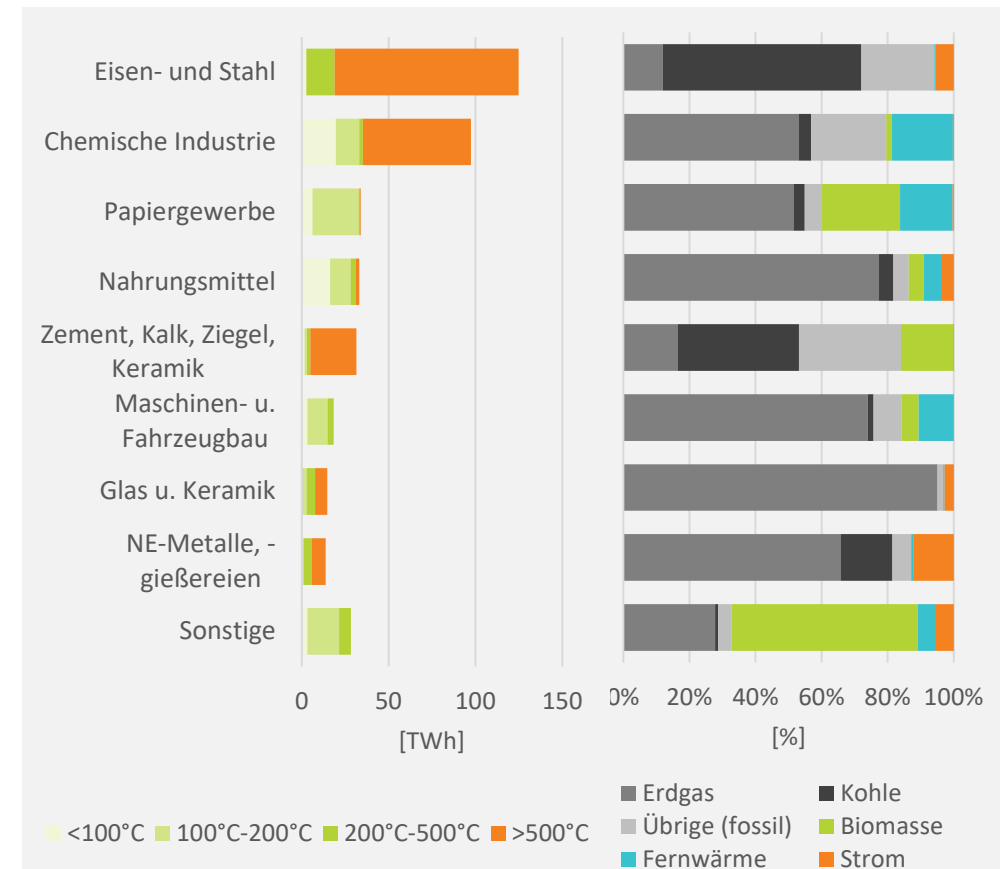
- Hoher Wärmebedarf für Brennen des Kalksteins
- Hohe Flexibilität bei Energieträgern: Einsatz von Erdgas, Ersatzbrennstoffen (Kunststoffe), Biomasse, Kohle je nach Kosten und Verfügbarkeit

Glasherstellung

- Glaswannen aktuell mit Erdgas betrieben; Elektrifizierung bei kleinen Wannen umgesetzt

Prozesswärme nach Temperatur

... und Energieträger



Welche klimafreundlichen Technologien sind verfügbar?

Klimafreundliche Technologien sind verfügbar

Vergleich ausgewählter Technologien

Techno-logie	Technik	Temperatur / Anwendung	Technologie-reife	Effizienz	Potenzial
Elektrifizierung	Wärmepumpen	< 200°C (<250°C)	7-9	++ (Stark abhängig von Wärmequelle)	~100 TWh
	Elektrodenkessel	<400°C	9 (In Betrieb)	+	~150 TWh
	Elektrische Öfen	> 1000°C (je nach Technologie)	3-9 (Technikum bis verfügbar)	+	50-100 TWh
Biomasse	Biomassekessel/-KWK	< 400°C	9 (In Betrieb)	+	Nachhaltiges Potential eingeschränkt
Wasserstoff	Wasserstoff-Brenner in Öfen	> 1000 °C	5-6 (Pilot/Demo)	-	Hoch, Kosten unsicher
Solarthermie	Flächen-, Vakuumröhren-, Parabolrinnen-Kollektoren	<400°C	6-9	++	Nische

Wie ist die Wirtschaftlichkeit der (Voll-)Elektrifizierung

Wie wirtschaftlich ist die Elektrifizierung?

Wirtschaftlichkeit der Vollelektrifizierung für 34 Anwendungen

Definition von vier Szenarien:

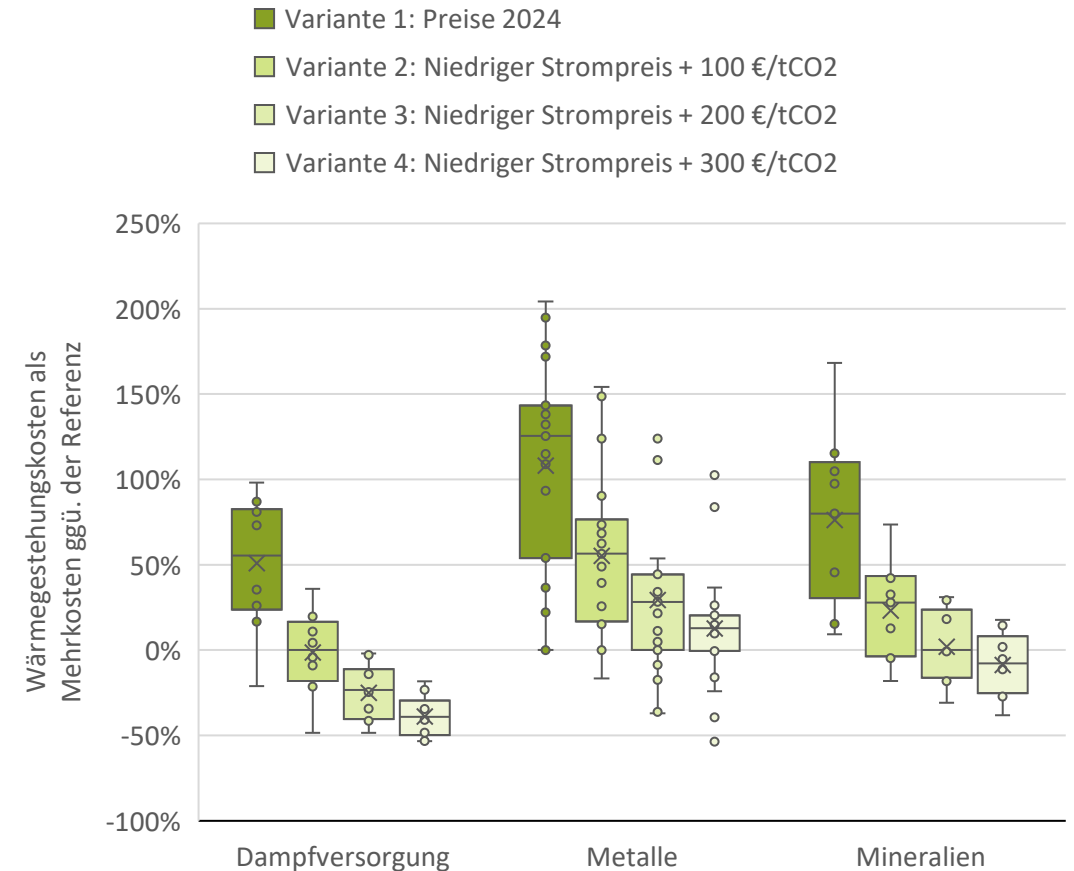
Szenario	CO2 [EUR/t]	Erdgas [EUR/MWh] I5 Band	Strom [EUR/MWh] IF Band
Variante 1: Preise 2024	75	41	138
Variante 2: Niedriger Strompreis + 100 €/tCO2	100	31	76
Variante 3: Niedriger Strompreis + 200 €/tCO2	200	31	76
Variante 4: Niedriger Strompreis + 300 €/tCO2	300	31	76

Bei aktuellen Strom und Erdgaspreisen und einem CO₂-Preis von 75 Euro/t CO₂ ist eine **Vollelektrifizierung für die meisten Anwendungen nicht wirtschaftlich**.

Ein **wirtschaftlicher Betrieb** verlangt, dass der Strompreis auf ähnlichem Niveau wie der Erdgaspreis inkl. CO₂-Preis liegt ODER hohe Effizienzgewinne realisiert werden.

Flexibilisierung kann Wirtschaftlichkeit ermöglichen.

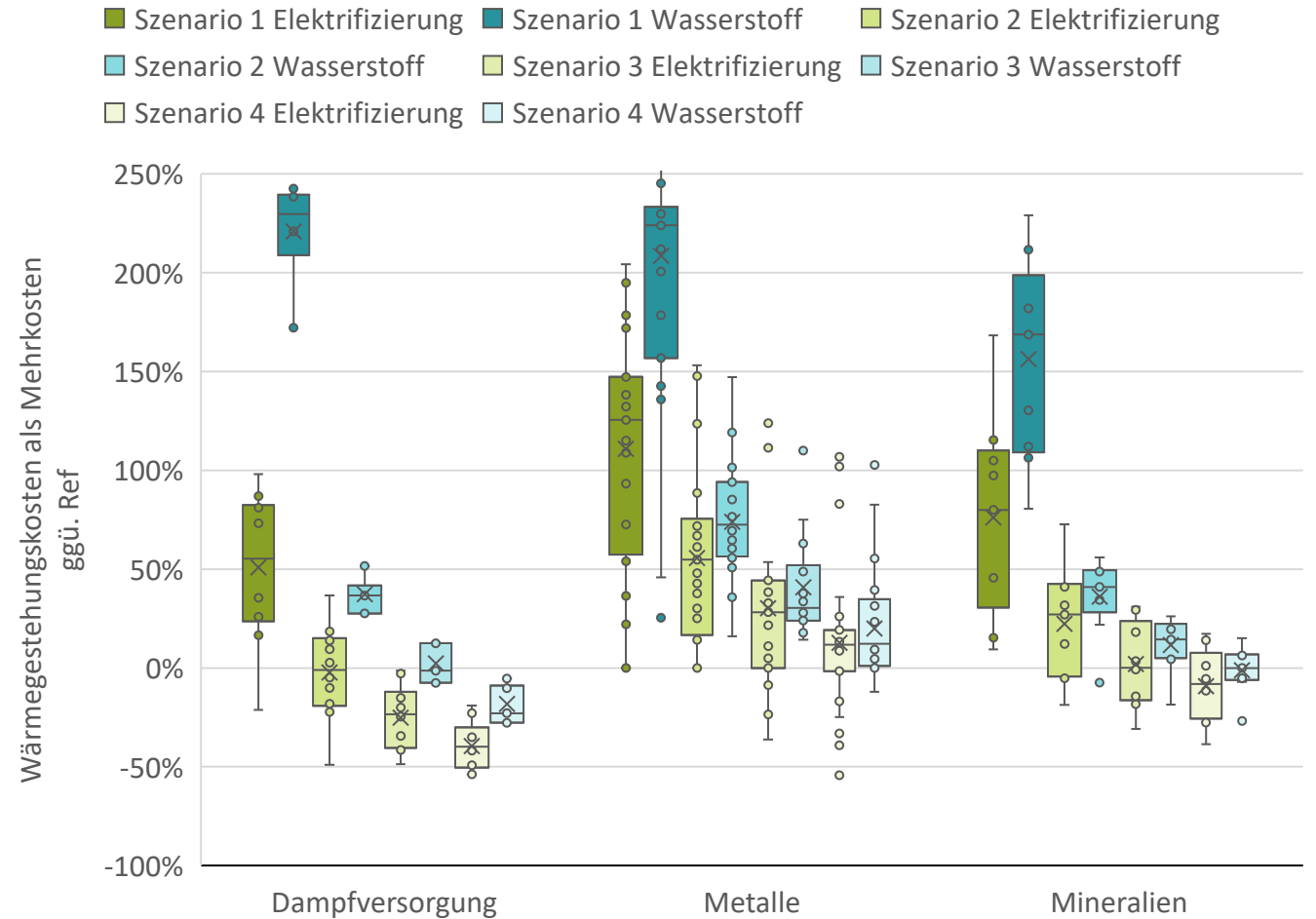
Wärmegestehungskosten für 34 Anwendungen (Mehrkosten ggü. fossiler Referenz)



Vergleich mit Wasserstoff

Scenario	CO2 [EUR/t]	Erdgas [EUR/MWh] I5 Band	Strom [EUR/MWh] IF Band	Wasserstoff [EUR/MWh]
1 Preise 2024	75	40	138	228 (7,6 €/kg)
2 100€/t CO2	100	31	76	90 (3 €/kg)
3 200€/t CO2	200	31	76	90 (3 €/kg)
4 300€/t CO2	300	31	76	90 (3 €/kg)

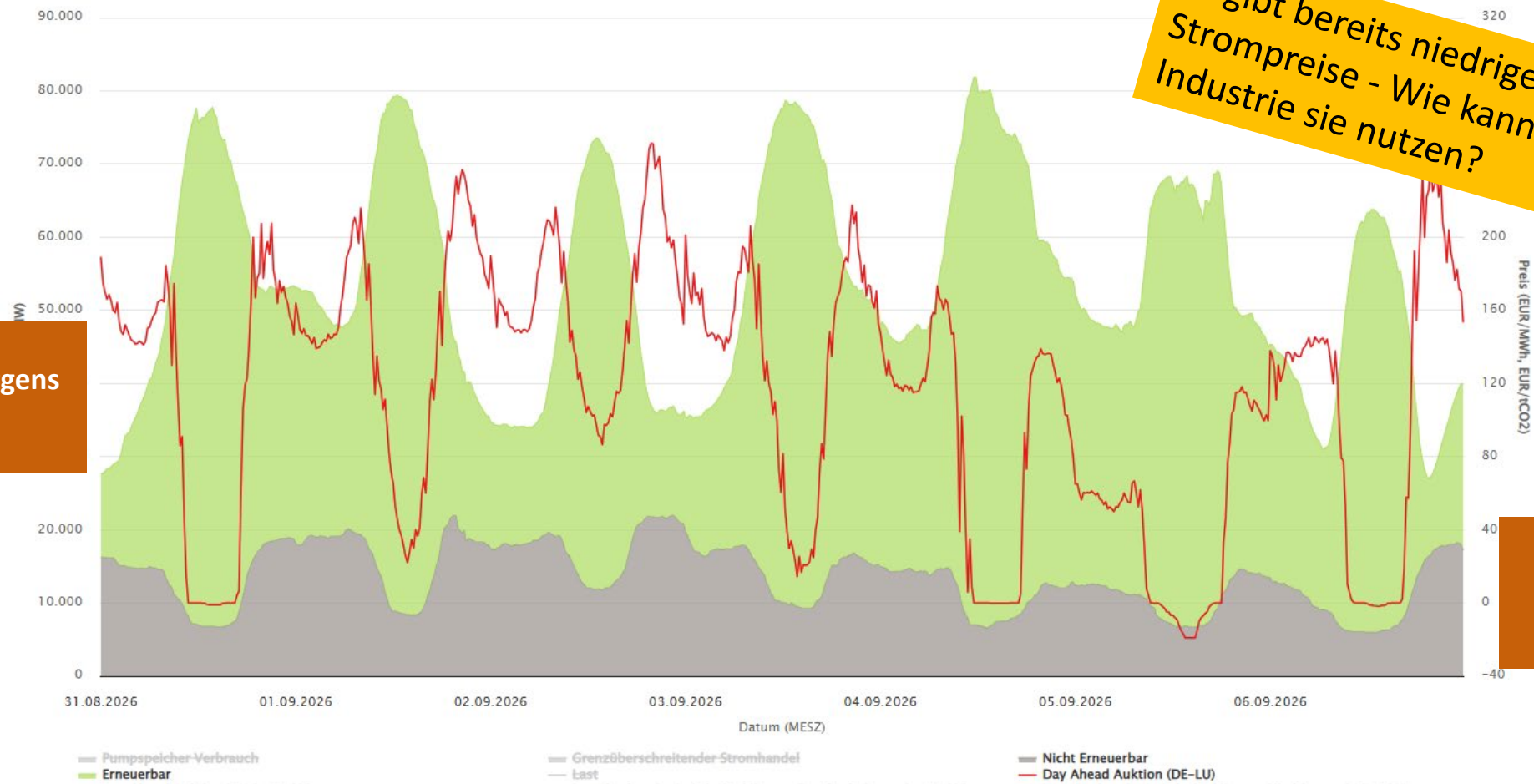
- Bei **aktuellem Preisniveau** ist Wasserstoff fernab der Wettbewerbsfähigkeit – gegenüber Erdgas und gegenüber Strom
- Auch bei **sehr optimistischen Preisen für Wasserstoff**, wird dieser erst bei hohen CO2-Preisen wirtschaftlich ggü. Erdgas
- Wo **Elektrifizierung** technisch umsetzbar ist, ist sie bei diesen Preisannahmen wirtschaftlicher, wenngleich der Aufwand für Anlagenumbau und Investition höher ist



Flexible hybride Elektrifizierung als wirtschaftlicher Einstieg in die Elektrifizierung?

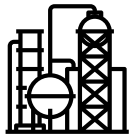
Stromproduktion und Börsenstrompreise Woche 36 in 2026

Quelle: Fraunhofer ISE
Energy Charts



Flexibilisierung auf verschiedenen Wegen möglich

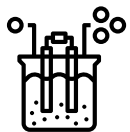
1. Flexibilisierung der Produktionsprozesse:



Diskontinuierliche Prozessschritte: Bspw. Holzstoffherstellung in der Papierindustrie als Batch-Prozess mit Lager für den Holzstoff

Kontinuierliche Prozesse: Bspw. Papiermaschine

2. Flexibilisierung durch Energiespeicher



Wasserstofferzeugung und Speicherung: Bspw. Wasserstofferzeugung mittels Wasserelektrolyse in Verbindung mit Speichern lokal am Verbrauchsstandort

Batteriespeicher



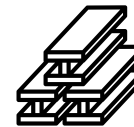
Wärmespeicher

3. ~~Hybride flexible Energieversorgung:~~

Hybride Dampf- und Warmwassererzeugung: Da die Dampferzeugung vom Produktionssystem räumlich getrennt ist, können technische Anlagen relativ gut umgerüstet, erweitert oder ausgetauscht werden.



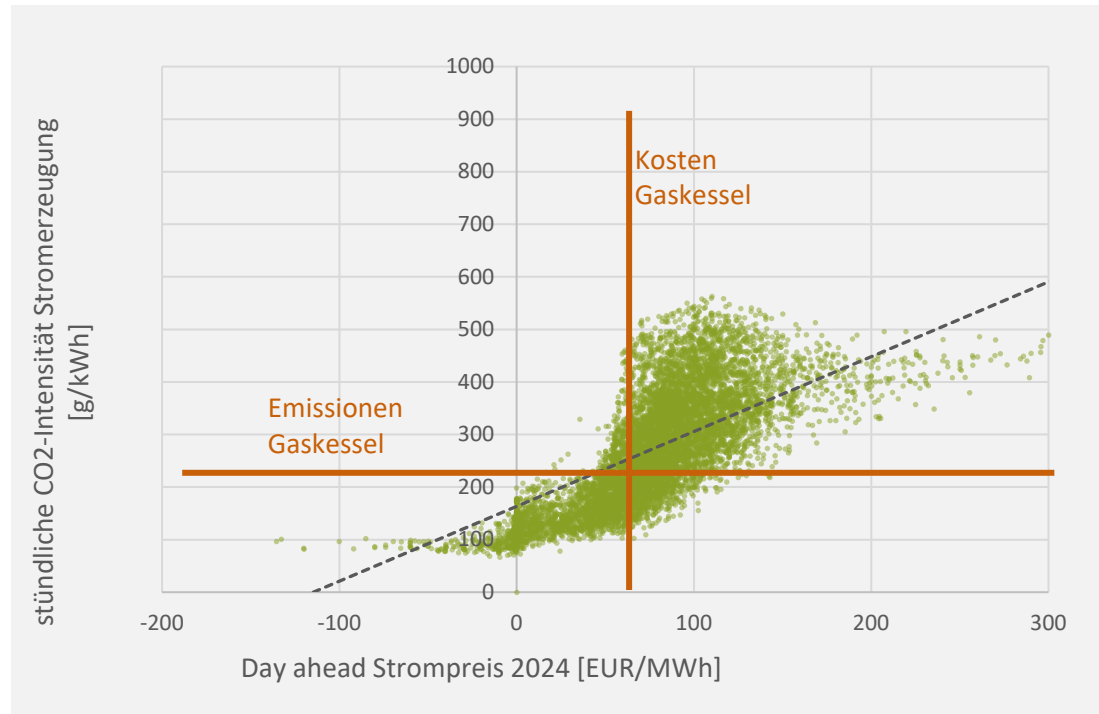
Hybride Industrieöfen (Thermoprozesse): Industrieöfen sind stark in die jeweiligen Prozessketten integriert und Potenziale der Flexibilisierung und Elektrifizierung unterscheiden sich stark zwischen den Prozessen.



Stahlherstellung: Die Umstellung der Stahlherstellung auf die gasbasierte Verfahren der Direktreduktion ist eine zentrale Strategie der Industrietransformation. In der Übergangszeit können Direktreduktionsanlagen Erdgas und Wasserstoff relativ flexibel nutzen.

Flexibilisierung bietet große Vorteile bei Strompreisen und CO2-Emissionen

CO2 Intensität der Stromerzeugung in DE in 2024 – stündliche Werte -
Beispiel Elektrodenkessel



Quelle: Fraunhofer ISI und Fraunhofer ISE Energy Charts

- Klare **Korrelation zwischen Emissionen und Preisen**: Bei niedrigen Strompreisen sind auch die Emissionen niedrig (Viel Wind oder PV-Einspeisung)
- **Vergleich Gas im hybriden System**: Unterhalb der Kostenschwelle eines Gaskessels sind die spezifischen Emissionen der elektrischen Prozesswärme niedriger
- **Elektrischer Betrieb senkt Energiekosten in 1000 bis 2000 Stunden** gegenüber Erdgas - abhängig von den Netzentgelten
- **Flexible hybride Prozesswärme senkt bereits heute CO2-Emissionen** gegenüber Gas deutlich; es ist davon auszugehen, dass die Emissionen zukünftig schnell fallen werden
- **Daten**: Stündliche Emissionen und Day-Ahead Börsenpreise für 2024 (ohne Netzentgelte); Emissionen Gas ohne Vorkette

Trotz Hemmnissen: Der Markthochlauf hat bereits begonnen

Karte: Elektrodenkessel und Wärmepumpen im Betrieb

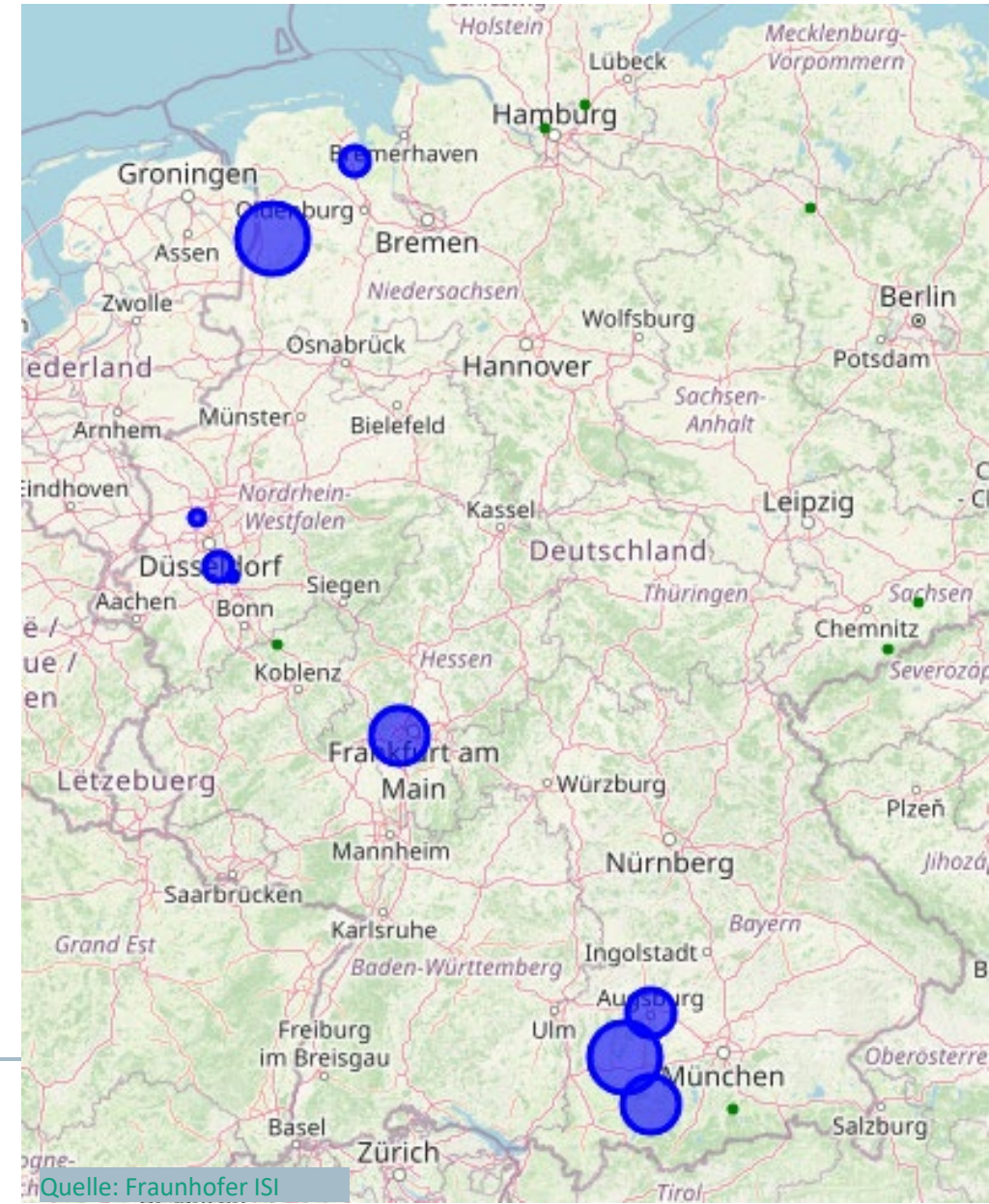
Elektrodenkessel:

- Papierhersteller und Chemieparcs
- Ergänzen existierende gasbasierte Prozessdampfversorgung
- Je Standort etwa 7-50 MW
- Insgesamt > 200 MW

Wärmepumpen

- Weniger Anlagen, eher Nahrungsmittelindustrie
- Eine Pilotanlage in der Papierindustrie
- Kleinere Anlagen

-> Investitionen in Wärmepumpen, hybride und flexible Prozesswärme sind wirtschaftlich darstellbar, aber abhängig vom regulatorischen Rahmen (Förderung, Strompreis, Netzentgelte)





Zusammenfassung und Ausblick

Flexible hybride Prozesswärme als Schlüsseltechnik

Warum sollten Unternehmen Investitionen in hybride Elektrifizierung in den Blick nehmen?



1

Verfügbare und erprobte Technik



2

Wirtschaftliche Investition; senkt Energiekosten im Unternehmen

3-10 Jahre Amortisationszeiten sind möglich bei 1000 bis 2000 Volllaststunden



3

Stärkt Versorgungssicherheit durch Absicherung gegen Anlagenausfall und zukünftige Preisrisiken



4

Risikoarmer Einstieg in die Transformation und mögliches marktgesteuertes „Hochfahren“ und schrittweises Lernen



5

Hoher Systemnutzen durch Beitrag zur Integration von Erneuerbaren Energien



6

Effektive Senkung der THG-Emissionen - auch bei Nutzung von „grauem“ Strom

Zusammenfassung: Wo steht die Elektrifizierung?



Technologie

- Klimafreundliche Prozesswärme **entscheidend für die Dekarbonisierung der Industrie**
- Technologien grundsätzlich für alle **Branchen verfügbar**.
- Bedarf an **Prozessintegration, Demonstration, Hochskalierung** und weiterer Optimierung.



Wirtschaftlichkeit

- Eine **vollständige Elektrifizierung** ist meistens noch nicht wettbewerbsfähig. Der Strompreis ist im Vergleich zu Gas zu hoch. Ausnahme: Hohe Effizienzgewinne
- **Flexible und hybride Systeme** ermöglichen Unternehmen den wirtschaftlichen Einstieg in die Elektrifizierung



CO2 Emissionen

- Noch **relative hohe Emissionen in der Stromerzeugung** (Kohle!)
- Jedoch: Die Elektrifizierung führt über **Lebensdauer** der Anlagen sicher zu **Reduktionsminderung**
- **Flexibler Anlagenbetrieb senkt bereits kurzfristig effektiv Emissionen**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Tobias Fleiter

Tobias.Fleiter@isi.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

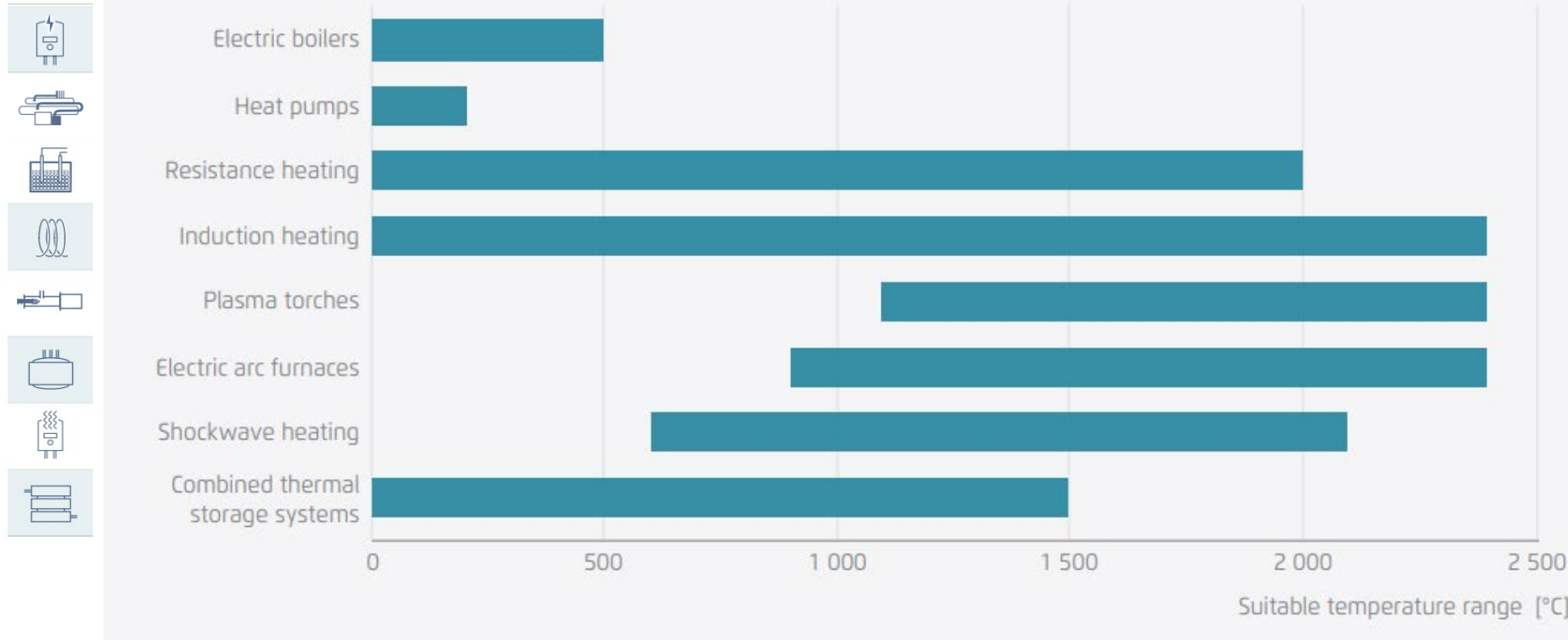
www.isi.fraunhofer.de



Anhang

Eine große Vielfalt an Elektrifizierungstechniken ist verfügbar

Einschränkungen sind Temperaturniveau und Energiedichte



Technologien sind auf allen Temperaturniveaus verfügbar oder in Entwicklung

F&E-Bedarf vorwiegend für Integration in industrielle Anwendungen

Wie ist die Technologiereife CO2-neutraler Technologien?

Bewertung wichtiger Anwendungen

Technologiereifegrad (TRL) der Elektrifizierung (Stand ~2021)

Sektor	Branche	Anwendung (gruppiert)	Strom
Metalle	Stahl	Rohstahlherstellung (primär)	<3
		Walzwerk: Wärmebehandlung Flachstahl	<4
		Walzwerk: Kontinuierliches Erwärmen Flach-/Langstahl	<3
	Gießereien	Schmelzen Aluminium	9
		Schmelzen Gusseisen (Kupolofen)*	<4/9
	Härtereien	Aufkohlen und Austenitisieren	9
		Kontinuierliche Erwärmung Schmiedebauteile	<5
	Umformtechnik	Diskontinuierliche Erwärmung Schmiedebauteile	<3
		Kontinuierliche Erwärmung Stahlblechzuschnitte	9
	Aluminium	Schmelzen/Warmhalten, Homogenisieren/Erwärmen	9
Mineralien	Kupfer	Schmelzen, Erwärmen, Wärmebehandlung Halbzeug	9
		Schmelzen Behälterglas**	<4/9
	Glas	Schmelzen Flachglas	<3
		Brennen Ziegel	<4
	Ziegel,	Brennen Feuerfeststeine	<4
	Keramik	Brennen Zementklinker	<3
	Zement	Brennen im Schachtofen	<2
		Brennen im GGR-Ofen	<3
	Kalk	Brennen im Drehrohrföfen	<3
		Chemiepark-Dampfversorgung***	9/5–6
Dampf	Chemie	Papiertrocknung***	9/7–8
	Papier	Milchpulverherstellung***	9/7–8
	Nahrung		

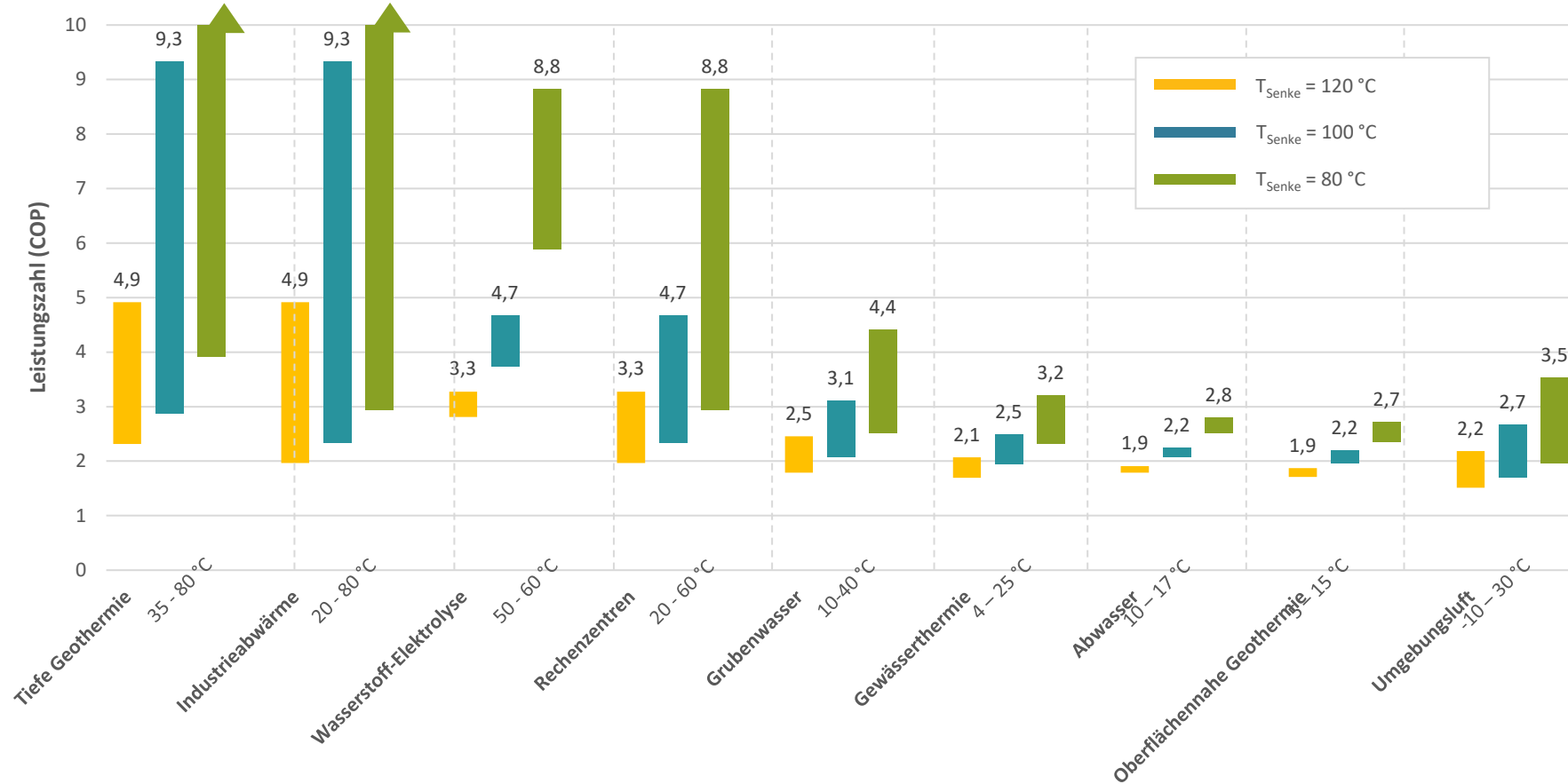
Quelle: Fleiter, T.; Rehfeldt, M.; Hirzel, S.; Neusel, L.; Aydemir, A.; Schwotzer, Ch. et al. (2023): [CO2-neutrale Prozesswärmeerzeugung](#). Umbau des industriellen Anlagenparks im Rahmen der Energiewende: Ermittlung des aktuellen SdT und des weiteren Handlungsbedarfs zum Einsatz strombasierter Prozesswärmeanlagen. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA): Dessau-Roßlau.

Update 2025: Geförderte Projekte zur Elektrifizierung (Auswahl)

Quelle: KEI - <https://www.klimaschutz-industrie.de/>



Typische Leistungszahlen von Großwärmepumpen



[Quelle: Fraunhofer IEG]

Grünstromversorgung und Netzanschluss

Lara Würfel



**NRW.ENERGY
4CLIMATE**

Landesgesellschaft
für Energie und Klimaschutz



16. September 2026
Gelsenkirchen

Grünstromversorgung und Netzbezug

- Wie versorge ich mich als Unternehmen mit Grünstrom (Versorgungsmodell)?
- Optimierung der Netzkapazitäten zur Deckung der eigenen (zukünftigen) Strombedarfe (Netzanschlussmodelle)

Was verstehen wir unter Grünstromversorgung?

1) Die „klassische“ Grünstrombeschaffung

- Unternehmen bezieht Grünstrom über Energieversorgungsunternehmen (EVU oder selbstständig am Markt)
- Rein bilanzielle Zuordnung
- Grünstromcharakter ausschließlich durch Herkunftsnachweise

Dynamische Stromverträge

- Dynamische Stromtarife haben keinen festen Arbeitspreis, da sich der Arbeitspreis pro kWh an dem Börsenpreis orientiert und sich damit mehrmals täglich ändern kann
- Verbrauch an Strompreis anpassen
- Intelligentes Messsystem notwendig

Was verstehen wir unter Grünstromversorgung?

1) Die „klassische“ Grünstrombeschaffung

2) Off-Site PPAs

- Mittel- oder langfristiger Stromliefervertrag mit klar definierter EE-Anlage oder -Portfolio
- Rein bilanzielle Zuordnung
- Die zugehörigen Herkunftsnachweise werden übertragen und entwertet

Was verstehen wir unter Grünstromversorgung?

1) Die „klassische“ Grünstrombeschaffung

2) Off-Site PPAs

3) Direktliefermodelle am Standort (On-Site)

- Nutzung von lokal erzeugten Strom aus EE-Anlage direkt am Standort
- Strombezug durch private Direktleitung (oder Einspeisung hinter dem NVP)
- Kostenersparnis durch Entfallen der Netzentgelte
- Zwei Varianten:
 - Eigenversorgung
 - On-Site PPA

Warum wird Grünstromversorgung eine große Rolle spielen?

- Dekarbonisierungsziele
- Planungssicherheit
- Unabhängigkeiten vom volatilen Energiemarkt/ stabile Strompreise
- Erwartung von externen Stakeholdern
- Entwicklung Strombedarf
- Regulatorische Anreizmechanismen

Woran hakt es bei der Grünstromversorgung?

Wirtschaftlichkeit & Marktbedingungen

- Wirtschaftliche Unsicherheit
- (Preis-)Entwicklung im Strommarkt
- Fördermechanismus / EEG

Regulierung & Komplexität

- Regulatorische Unsicherheit
- Komplexität in der Umsetzung

Infrastruktur & Netzkapazität

- Netzanschlusskapazität

Vorstellung Netzananschlussmodelle

Überbauung

§

Überbauung im Sinne des § 8a EEG bedeutet, dass die insgesamt installierte Leistung der an einem Netzverknüpfungspunkt angeschlossenen Anlagen größer ist als die Aufnahmekapazität des Netzes an diesem Punkt.

Ziel: Netzanlassloptimierung

§

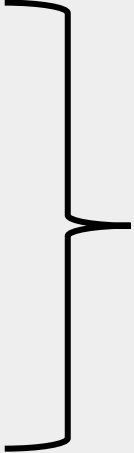
Überbauung im Sinne des § 8a EEG bedeutet, dass die insgesamt installierte Leistung der an einem Netzverknüpfungspunkt angeschlossenen Anlagen größer ist als die Aufnahmekapazität des Netzes an diesem Punkt.

Damit können zusätzliche Erzeugungsanlagen (auch BESS) an bestehenden Netzanschlusspunkte angeschlossen werden und miteinander kombiniert werden (Cable Pooling)

Dabei ist nicht von Bedeutung, wie viele und welche (EE-)Erzeugungsanlagen angeschlossen werden

Flexible Connection Agreement

- Wer sind die Vertragspartner:
 - Netzbetreiber und einem Anlagenbetreiber
 - Netzbetreiber und mehrere Anlagenbetreiber
 - Vereinbarungen zwischen den Anlagebetreibern
- Was wird geregelt:
 - Höhe Begrenzung der Anlagen
 - Zeiträume für Abregelung
 - Vertragslaufzeit
 - Technische Anforderungen
 - Haftungsfragen



**Komplexes
Vertragswerk**

Vorteile FCAs

- **Mehr Anlagen anschließbar** → Beitrag zu Klimazielen
- **Neue Preismodelle** und differenzierte Anschlussbedingungen
- **Imagegewinn** durch proaktive Lösungen für Netz- und Energiewendeprobleme
- **Zeitlicher Puffer** für Netzausbau

FCAs sind auch eine Möglichkeit für Industrie

- Angebot des [Industrial FCS Assessment](#) von Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA und Universität Stuttgart Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP)
- Entwicklung eines Aktionsplans und Prüfung welches FCAs zum jeweiligen Unternehmen und dessen (zukünftigen) Strombedarf passt



**NRW.ENERGY
4CLIMATE**

Landesgesellschaft
für Energie und Klimaschutz



Lara Würfel

Referentin Photovoltaik (Fokus: FFPV, APV, FPV) | Energiewirtschaft

NRW.Energy4Climate | Landesgesellschaft für Energie und Klimaschutz

photovoltaik@energy4climate.nrw

Bildnachweis: © iStock, © NRW.Energy4Climate

Vielen Dank!

NRW.Energy4Climate GmbH
EUREF-Campus 1c, 40472 Düsseldorf

Workshop

Dietmar Schüwer – Wuppertal Institut

Robin Hühne & Lara Geisler – NRW.Energy4Climate

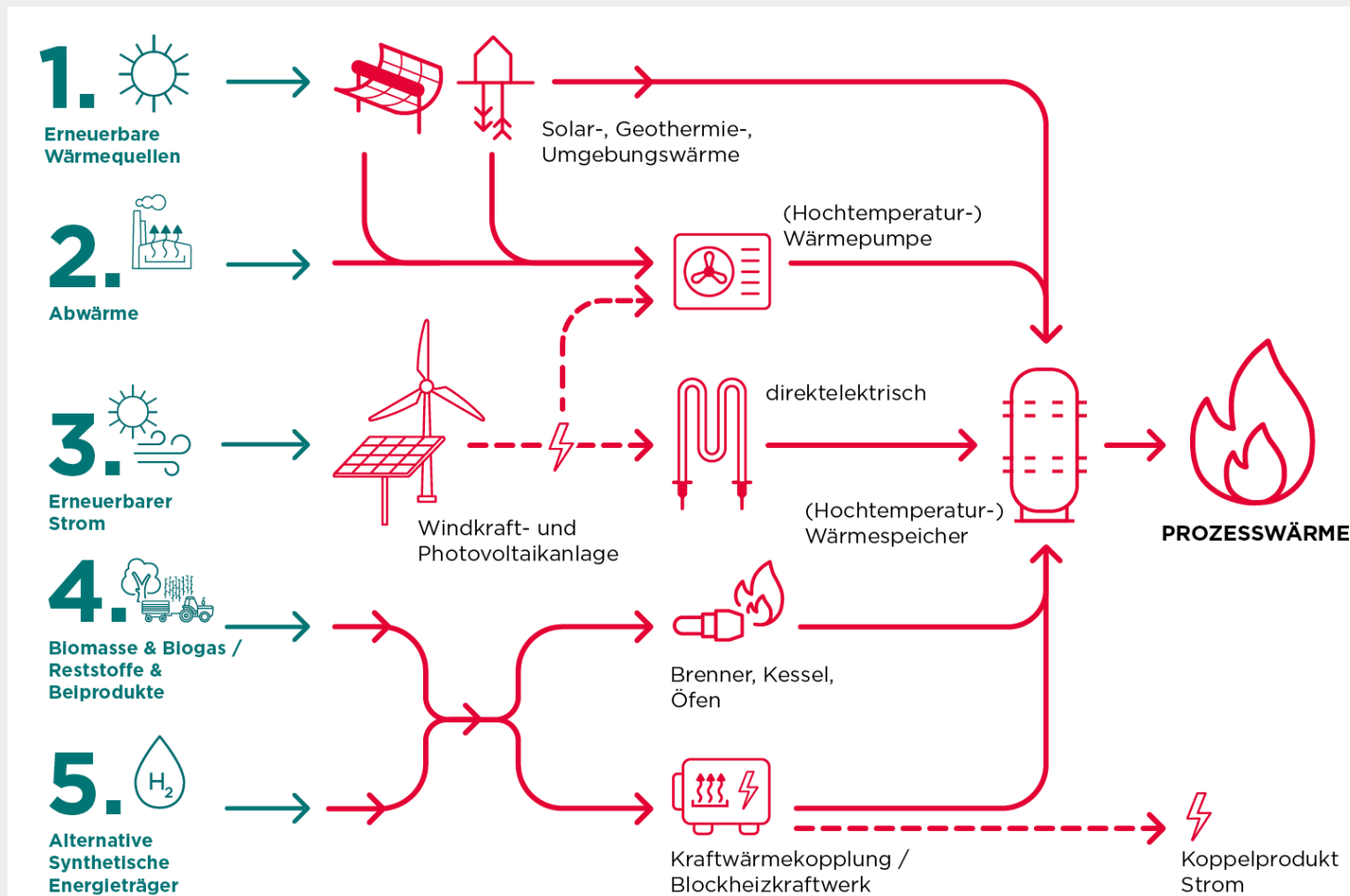
Workshop-Ziele

- Gemeinsam die **technologischen, wirtschaftlichen** und **regulatorischen Voraussetzungen** herausarbeiten, unter denen klimaneutrale Prozesswärmelösungen wirtschaftlich tragfähig werden können
 - **Technologien** und **Versorgungsmodelle** identifizieren, welche sich unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen als **robust** erweisen
 - Grundlage schaffen, um in einem Umfeld unsicherer Entwicklungen **zukunftsbeste** und mit Klimaschutzzielen kompatible **Investitionsentscheidungen** treffen zu können
- *Die Ergebnisse des Workshops bilden eine fachliche Grundlage für die weitere Ausarbeitung politischer Handlungsbedarfe und strategischer Empfehlungen im Rahmen des bundespolitischen Prozesses (BMWE-Stakeholder-Dialog "Modernisierung der Prozesswärme").*

Leitfragen

- Unter welchen energie- und marktpolitischen Annahmen werden unterschiedliche **Technologien** zur klimaneutralen Prozesswärme (wahrscheinlich) **wirtschaftlich**?
- Welche **Versorgungs- und Betriebsmodelle** ermöglichen unter Annahme unterschiedlicher Entwicklungen einen wirtschaftlichen Einsatz?
- Welche **Rahmenbedingungen** erscheinen für die Wirtschaftlichkeit besonders entscheidend und welche davon sind politisch gestaltbar?

Technologien für klimaneutrale Prozesswärme



Scope von Technologien und Geschäftsmodellen

Technologien:

- **Querschnittstechnologien** zur Warmwasser- und Dampferzeugung:
 - **Elektro- und Elektrodenkessel**
 - **Wärmepumpen**
- Direkte Elektrifizierung (**Öfen**, Trockner etc.)
- **Brenner**
 - **Wasserstoff-** oder **Biogasbrenner**
 - Elektrischer Plasmabrenner
 - Elektrischer Heißgas-Jet
- Erneuerbare Wärmeerzeugung aus **Tiefengeothermie** oder **Solarthermie**

Geschäftsmodelle

- PPAs
- Eigenstromnutzung
- Direktstromlieferung
- Contracting
- Hybride Wärmeversorgung
- Flexibilitätsvermarktung
- Abgesicherte Investitionsmodelle
- ...

Workshop-Methode

- Skizzierung dreier möglicher energiepolitischer „**Settings**“ mit unterschiedlichen **Ausprägungen** hinsichtlich:
 1. **Spread Strom- zu Erdgaspreis**
-> Einflussfaktor für Elektrifizierung
 2. **Stabilität bzw. Volatilität der Strompreise** (jahreszeitlich und im Tagesverlauf)
-> Einflussfaktor für Flexibilisierung
- Identifikation der **Auswirkungen** der angenommenen Ausprägungen **auf** den (wirtschaftlichen) Einsatz der jeweiligen **Technologien**
- **Zuordnung** relevanter, klimaneutraler Technologien zu geeigneten **Geschäftsmodellen** (oder umgekehrt)

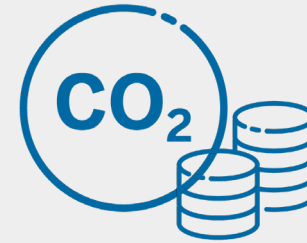
Grundannahmen (über alle Settings)



H_2 -Preise hoch
(relativ zu Erdgaspreis)



Hohe fEE-Anteile im Energiesystem



Steigende CO_2 -Zertifikatskosten
mit abschmelzender freier Zuteilung

Settings & Ausprägungen

Grundannahmen:

Ausprägung:	1) Kostenrelation Wärmeerzeugung (Spread Strom- zu Erdgaspreis)	2) Strompreisstabilität (jahreszeitlich und im Tagesverlauf)
Setting	↓ ↑ niedriger = günstig für Elektrifizierung höher = ungünstig für Elektrifizierung	niedriger = günstig für flexible Konzepte (Technologien & Geschäftsmodelle) höher = ungünstig für flexible Konzepte
A (kurzfristig)	↑ (2030/35)	↑
B (langfristig)		
B1	↓ (2040/45)	↓ Annahme: geringe Eingriffe der Netzbetreibenden zur Netzstabilität
B2	↓ (2040/45)	↑ Annahme: stärkere Eingriffe der Netzbetreibenden zur Netzstabilität

Erwartete Wirkungen (Bsp.)

Grundannahmen:

Setting	1) Spread Strom- zu Erdgaspreis	2) Strom- preis- stabilität	Erwartete Wirkungen (über alle Technologien)
A (kurzfristig) (2030/35)	↑	↑	<i>Elektrifizierung bleibt herausfordernd; Direktstrom-/Eigenstromversorgung relevant; Modelle brauchen Absicherung z.B. durch Förderung oder CO₂-Preise</i>
B (langfristig) (2040/45)			
B1	↓	↓	<i>Direkte Elektrifizierung, hybride Systeme und Flexibilitätsvermarktung werden attraktiver; Geschäftsmodelle für Aggregatoren werden attraktiver</i>
B2	↓	↑	<i>Hybride Systeme und Einsatz von Speichertechnologien vorrangig zur Eigenstromoptimierung</i>

Technologie- & Versorgungsmodell-Matrix (Bsp.)

Technologien	Setting A		Setting B1		Setting B2	
Spread:	↑ höher		↓ niedriger		↓ niedriger	
Netzeingriffe:	↑ geringer		↓ geringer		↑ stärker	
Strompreisstabilität:	↑ höher		↓ niedriger		↑ höher	
	Rolle der Technologie	Geeignete Vers.-modelle	Rolle der Technologie	Geeignete Vers.-modelle	Rolle der Technologie	Geeignete Vers.-modelle
Technologie 1: Elektro-/ Elektrodenkessel						
Technologie 2: Wärmepumpe	Tisch 1	...	...	Tisch 2	...	Tisch 3



**NRW.ENERGY
4CLIMATE**

Landesgesellschaft
für Energie und Klimaschutz

Vielen Dank!

NRW.Energy4Climate GmbH
EUREF-Campus 1c, 40472 Düsseldorf

Bildnachweise: © NRW.Energy4Climate, © Pixabay,
© Pexels,