

Webinarreihe: Erneuerbare Prozesswärme

CO₂-arme Prozesswärme in der Umformtechnik

Herzlich willkommen: Wir starten 9 Uhr.

Weitere Termine: 27.09.2024: CO₂-arme Prozesswärme in der Trocknung

Hinweise zur Veranstaltung

- ✓ Sie erhalten die Präsentationen im Nachgang.
- ✓ Für Fragen nutzen Sie bitte die Chat-Funktion oder das Handzeichen.
Wir rufen Sie dann auf.
- ✓ Energieberater erhalten „dena-Punkte“:
Bitte achten Sie hierfür darauf, dass Ihr Name vollständig angegeben ist.
- ✓ Die Veranstaltung wird für interne Zwecke aufgezeichnet.



Prozesswärme

Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen und Verbrauchssektoren

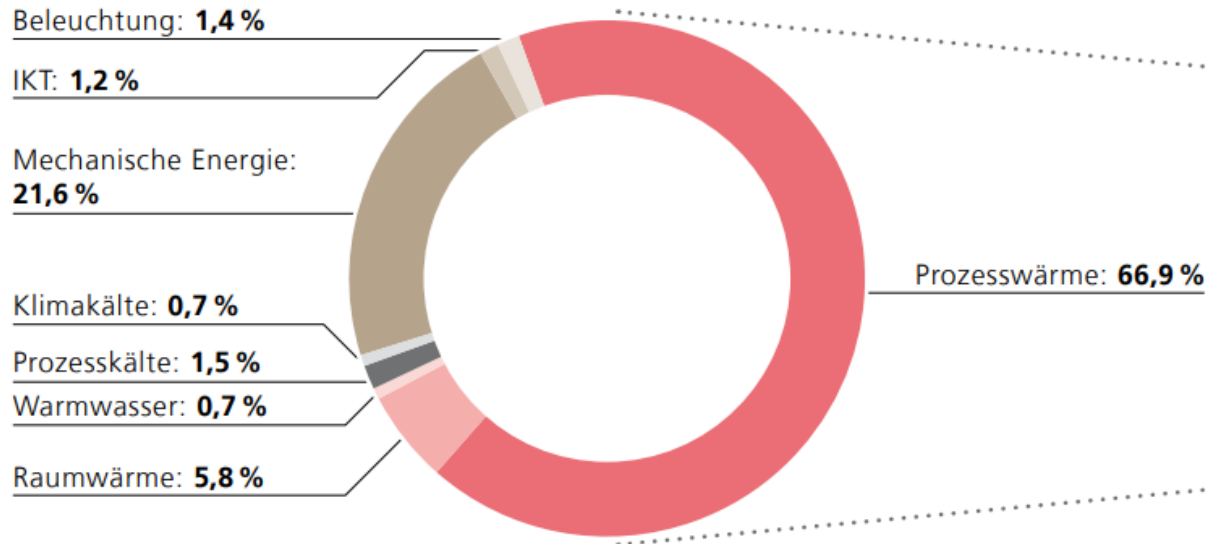


Terawattstunden/Jahr

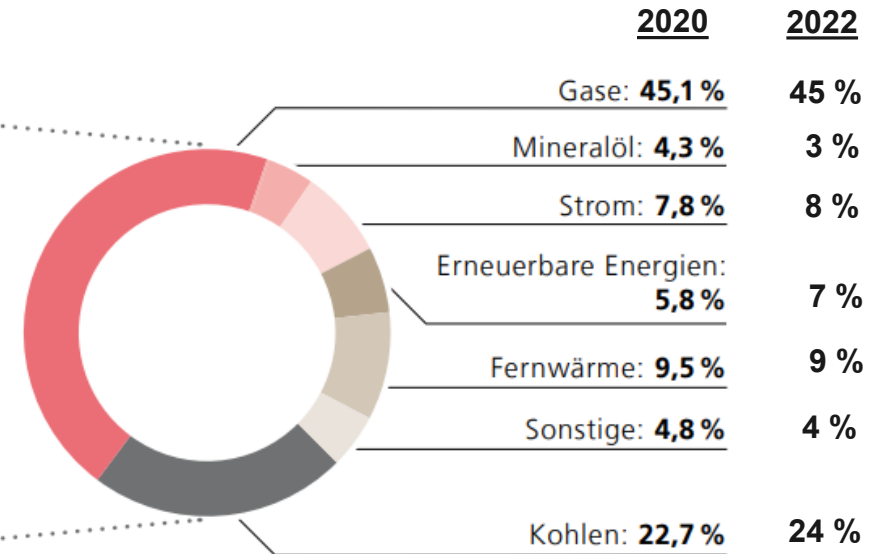
Datenquelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. – Anwendungsbilanzen 2022 (Stand: 12/2023); Darstellung: KEAN

Prozesswärme

% Anteil am Endenergieverbrauch der Industrie 2020



% Anteil der Energieträger am Prozesswärmebedarf, 2020



Quelle: Eigene Darstellung, (AG Energiebilanzen 2021a, 2021b); Abweichungen von 100 % ergeben sich durch Rundungen in der Darstellung

Prozesswärme

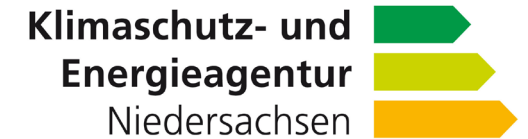
2022 Brennstoffe Gesamt (Summenwerte)	Mechanische Energie	Prozesswärme	Raumwärme	Warmwasser	Summe
	PJ/a				
Gew. v. Steinen u. Erden	0,1	5,1	0,6	0,1	5,8
Ernährung und Tabak	2,0	128,6	14,8	1,5	146,9
Papiergewerbe	1,4	137,4	3,0	0,3	142,0
Grundstoffchemie	5,7	303,6	3,8	0,4	313,5
Sonst. chemische Industrie	0,9	48,9	5,6	0,7	56,1
Gummi- u. Kunststoffwaren	0,4	24,0	9,1	0,9	34,5
Glas u. Keramik	0,9	62,7	1,9	0,2	65,7
Verarb. v. Steine u. Erden	2,9	155,1	2,5	0,3	160,7
Metallerzeugung	5,6	423,1	1,6	0,2	430,5
NE-Metalle, -gießereien	0,8	47,4	3,1	0,3	51,5
Metallbearbeitung	0,6	29,9	16,6	1,7	48,8
Maschinenbau	0,5	9,6	21,3	2,5	33,9
Fahrzeugbau	0,6	28,9	20,5	2,2	52,2
Sonst. Verarbeitendes Gewerbe	1,7	95,3	30,8	3,5	131,3
Industrie Gesamt	24,1	1.499,4	135,2	14,6	1.673,5

AG Energiebilanzen, Anwendungsbilanz, Brennstoffe

CO₂-arme Prozesswärme in der Umformtechnik

Agenda

- 9:00 Uhr** **Begrüßung & Einführung**
Ann Kruse, Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen
- 9:10 Uhr** **Technologien zur Dekarbonisierung der Prozesswärme:
Umformtechnik**
Dr.-Ing. Christian Schwotzer und Katharina Rothhöft,
RWTH Aachen University
- 10:15 Uhr ≈ Ende**



Technologien zur Dekarbonisierung der
Prozesswärme

Umformtechnik

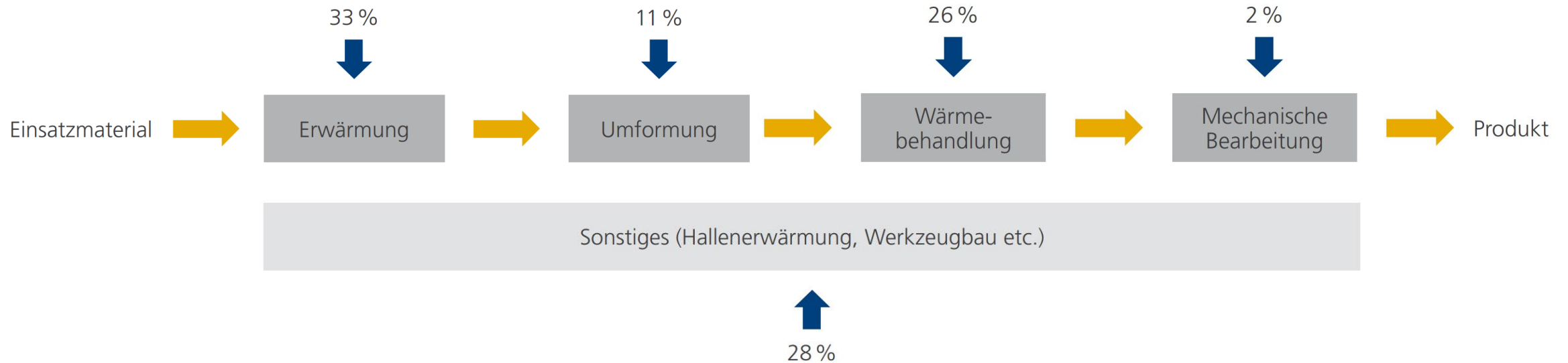
24. September 2024

Dr.-Ing. Christian Schwotzer, Katharina Rothhöft

Teilnehmen unter
attend.sl/s4ry

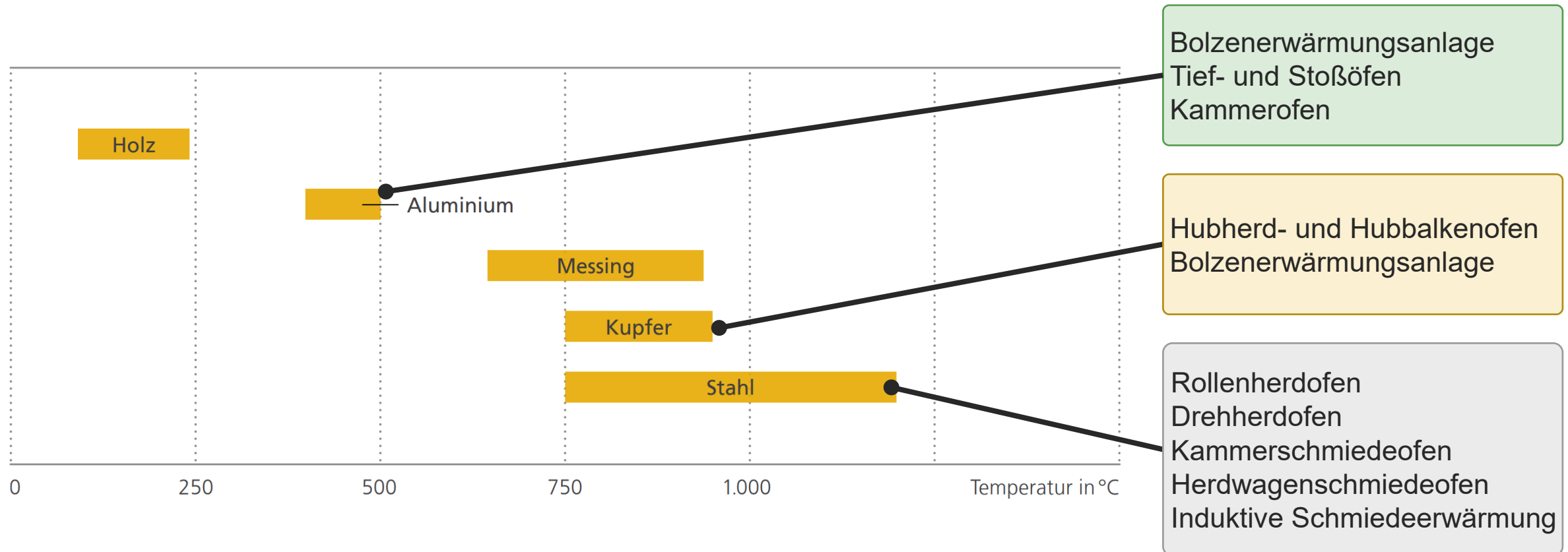


Energieeinsatz in den einzelnen Prozessen der Warmmassivumformung



Temperaturbereiche

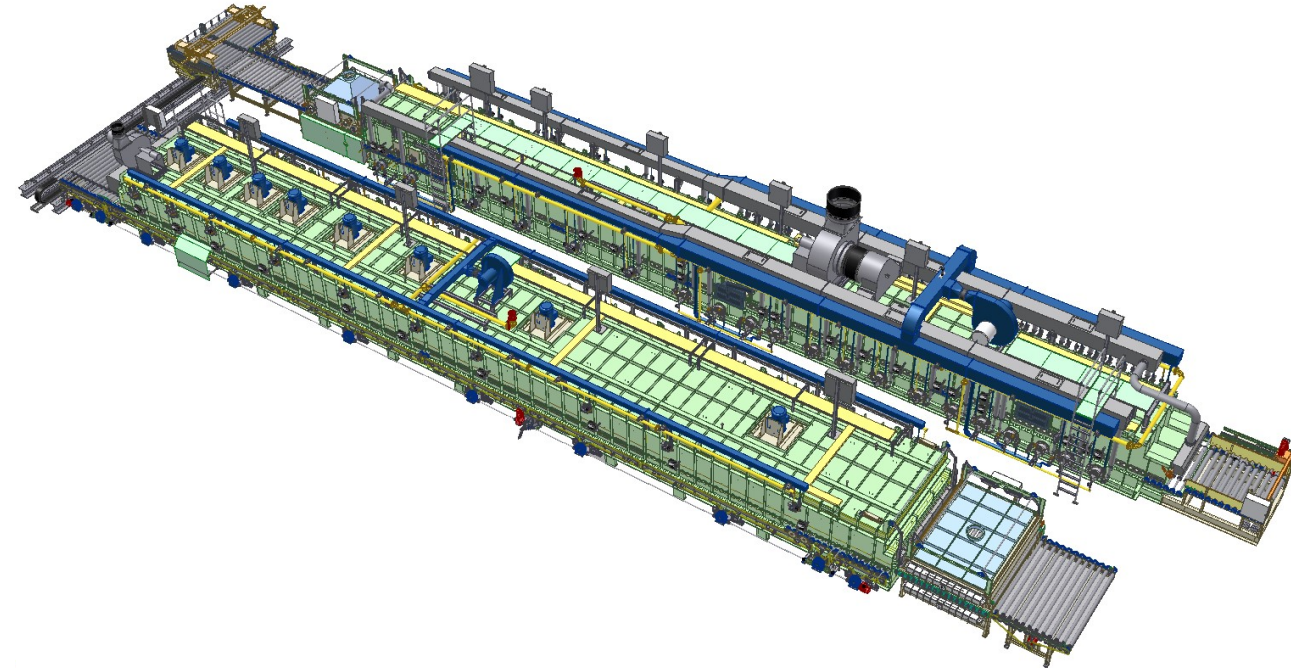
Die Temperatur ist abhängig vom Material und dem Verfahren



Durchlaufofen

Kontinuierlicher Ofen

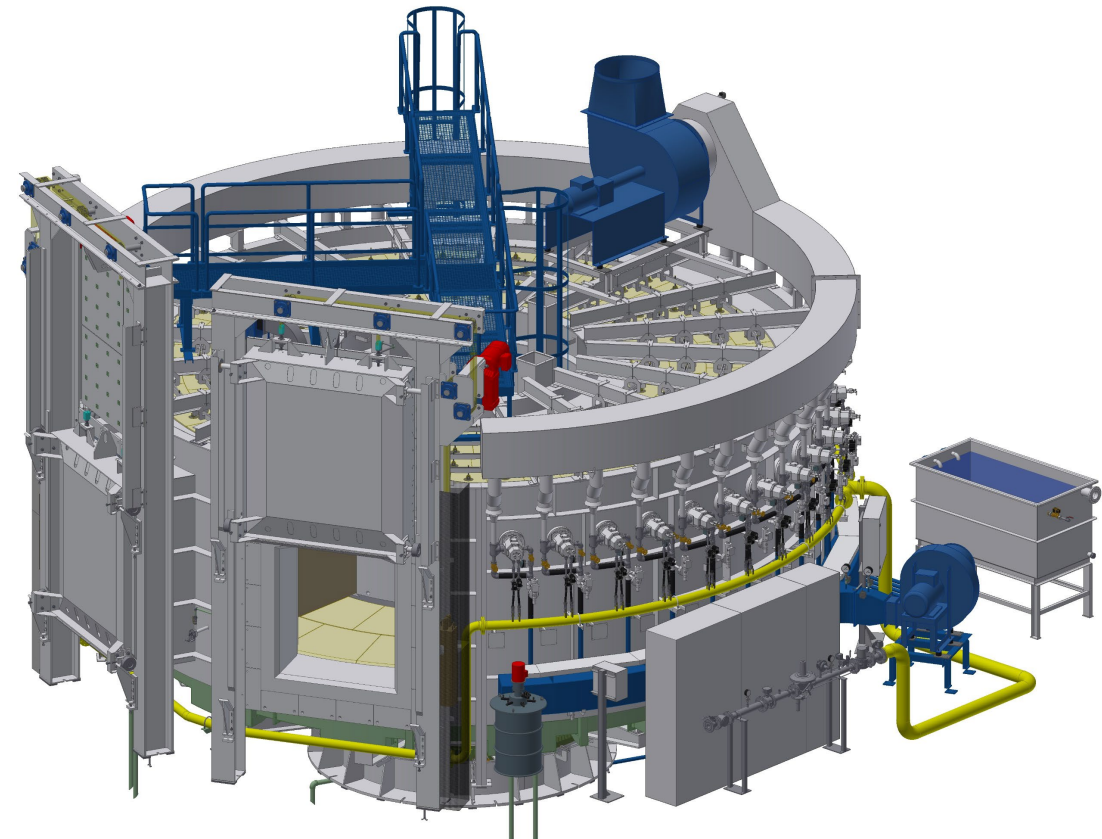
- › Gängige Typen sind Hubherd-, Hubbalken sowie Rollenherdofen
- › Einfacher Werkstofftransport
- › Hohe Durchsätze
- › Typische Ofenlänge 35-40 m
- › Gas- oder elektrisch beheizt oder hybrid



Drehherdofen

Kontinuierlicher Ofen

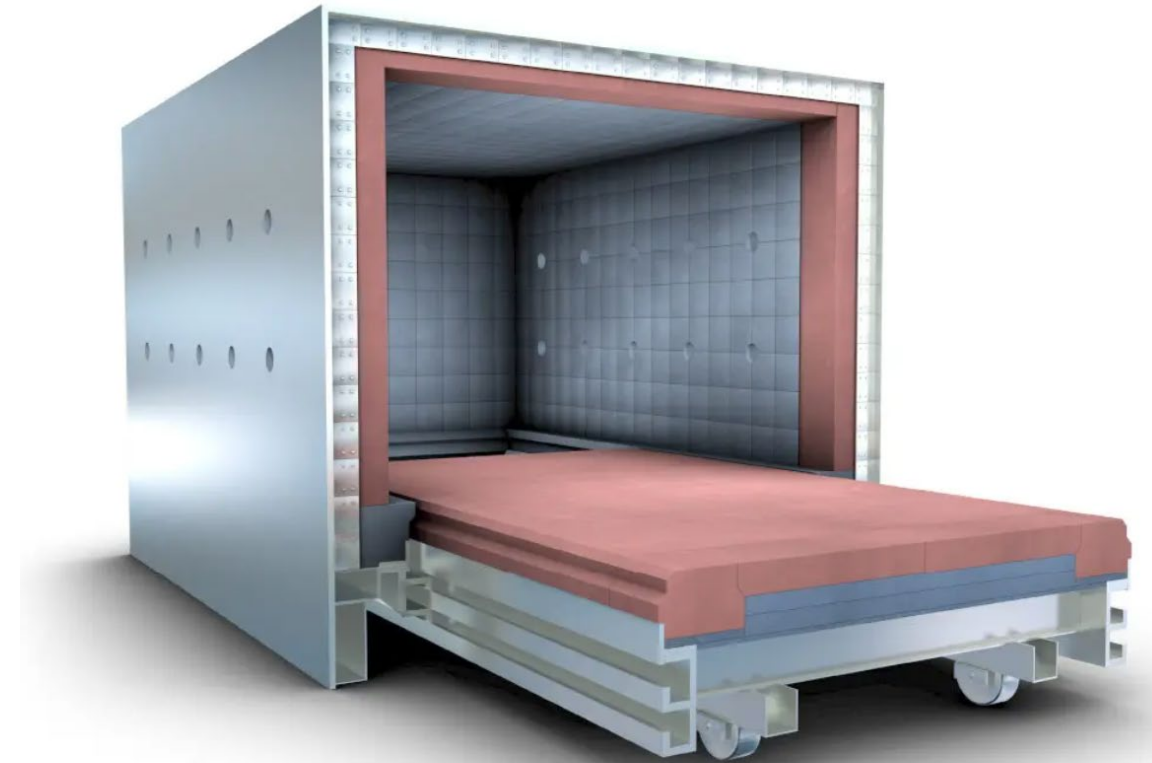
- Einfacher, robuster und kompakter Aufbau
- Eignet sich besonders für langes Halten auf Zieltemperatur
- kleine Werkstücke in großen Stückzahlen wie Schrauben
- Relativ hohe Tür- und Wandverluste
- Kapazitäten bis 260 t/h



Herdwagenschmiedeofen

Diskontinuierlicher Ofen

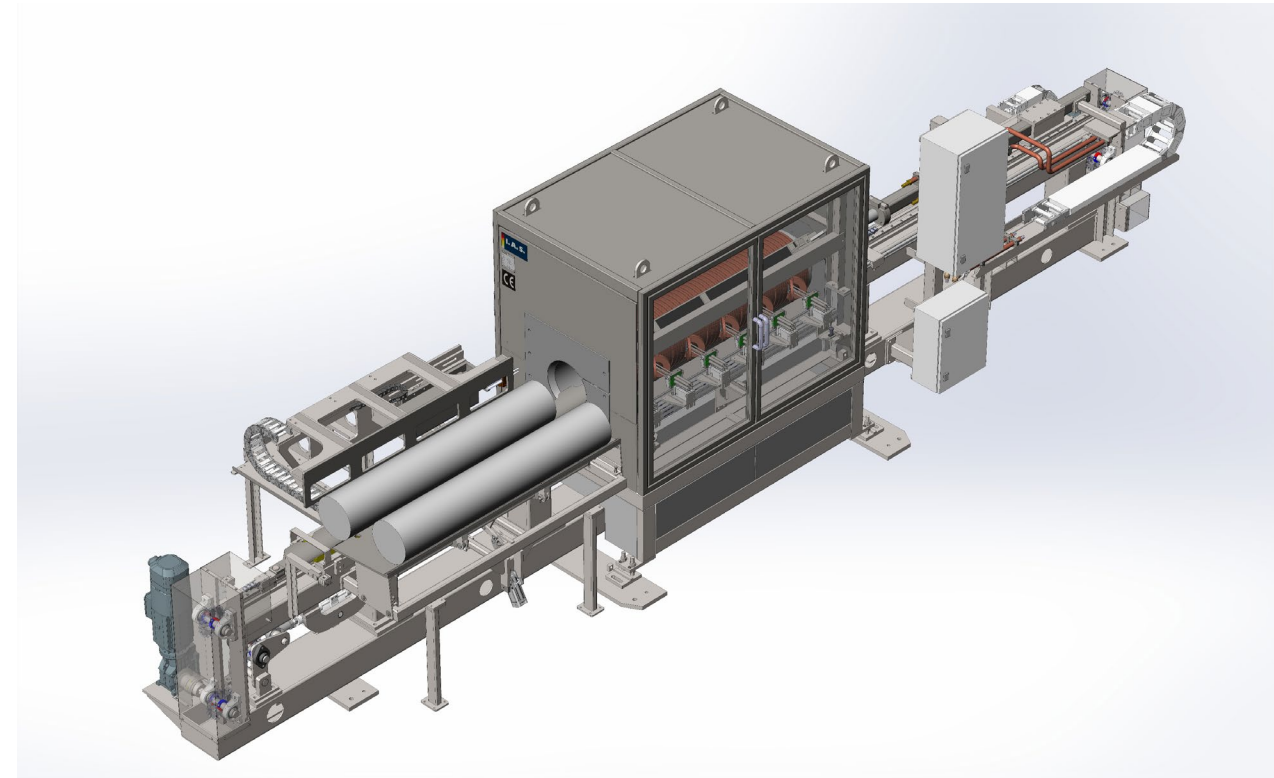
- › Vorwiegend für große Blöcke mit hohem Stückgewicht
- › Freiformschmieden oder Walzen großer Ringe
- › Herdwagen zum Chargieren des Ofens
- › Überwiegend Beheizung mit Erdgas



Bolzenenerwärmungsanlage

Diskontinuierlicher Ofen

- › Vorwiegend Erwärmung von Strangpressbolzen
- › Recht geringer Platzbedarf
- › Schnelle Reaktionsmöglichkeit auf wechselnde Zykluszeiten
- › Beheizung durch die Verbrennung von Gas, elektrisch oder hybrid



Technologien zur Dekarbonisierung



Elektrifizierung



Wasserstoff



**Biogene
Energieträger**



**Hybride
Konzepte**



Energieeffizienzmaßnahmen

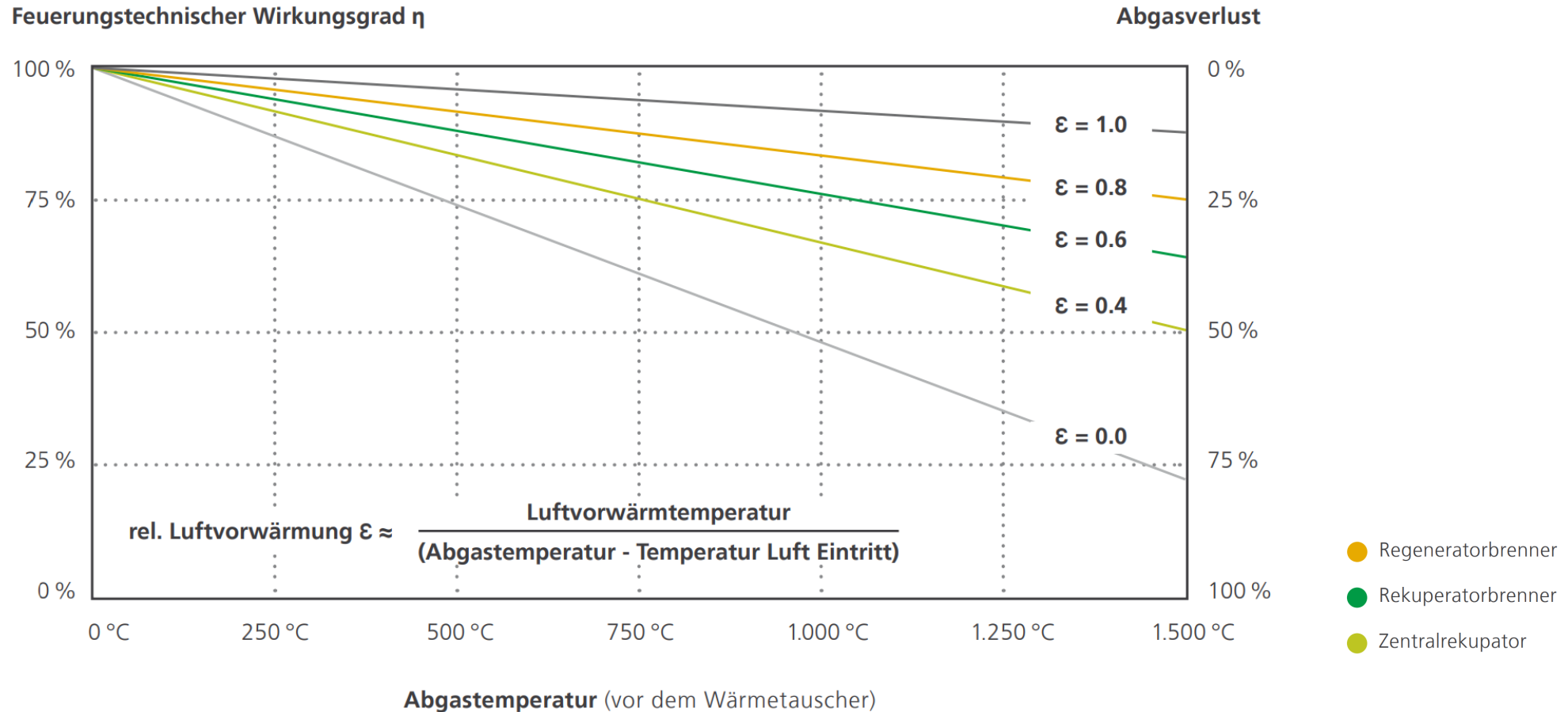
Energieeffizienzpotentiale

Viele Maßnahmen sind möglich.

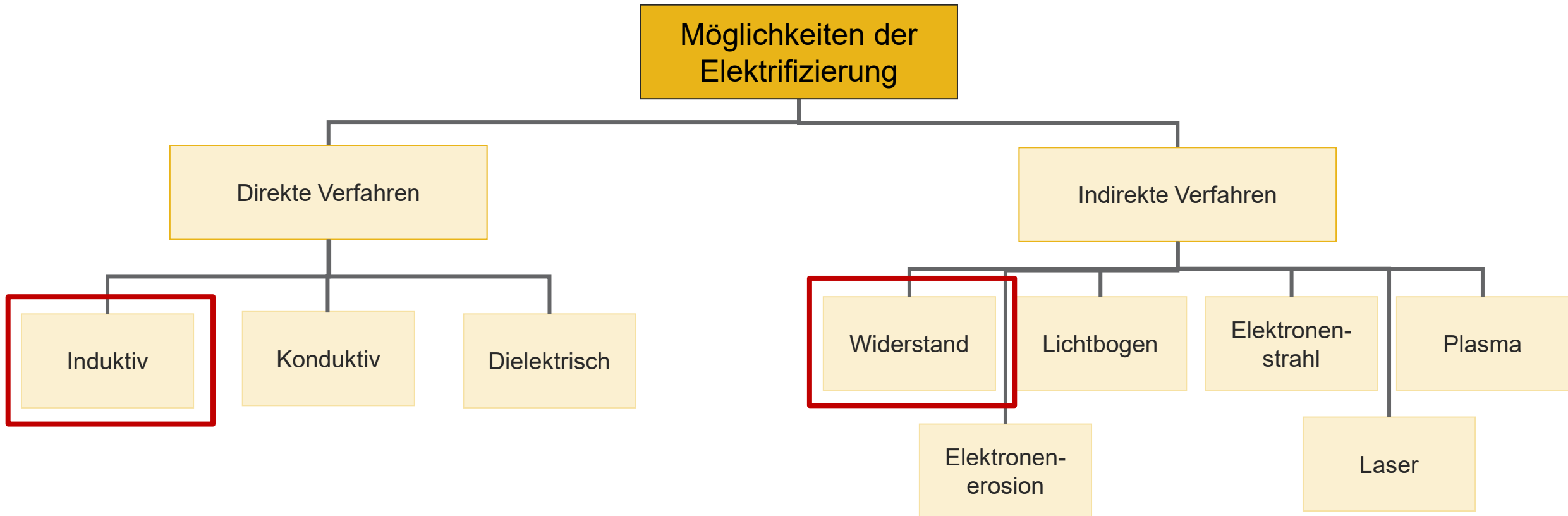
- Optimierung der Luftzahl
- Erhöhung Prozessstarttemperatur
- Senkung Prozesszieltemperatur
- Reduzierung Haltezeiten
- Optimierung Ofenbelegung

Energieeffizienzpotentiale

Insbesondere die Wärmerückgewinnung ist von hoher Relevanz.



Elektrifizierung



Elektrifizierung Herdwagen- und Kammerschmiedeofen

Elektrische Widerstandsbeheizung möglich

- › In Größe beschränkt
- › Elektrische Widerstandsheizelemente haben deutlich geringere Leistungsdichte als Erdgasbrenner
- › Induktive Erwärmung für wechselnde Produktmaße begrenzt
- › Gibt bereits Anlagen in Labor- und Technikumsmaßstab (TRL < 3)

Elektrifizierung Rollenherdofen

Widerstandsbeheizung etabliert

- › Beheizung mittels Widerstandsheizelementen auf keramischen Trägerrohren
- › Stand der Technik und befindet sich bereits im industriellen Einsatz
- › Einschränkung durch die elektrische Leistungsdichte
- › Erhöhte Energiekosten

Einordnung der Elektrifizierung



Geringere Leistungsdichte der elektrischen Widerstandsheizelemente



Bei gleichem Materialdurchsatz erhöht sich Anlagengröße oder Anlagenanzahl



Induktion: begrenzt bei Geometrie und komplexen Bauteilgeometrien

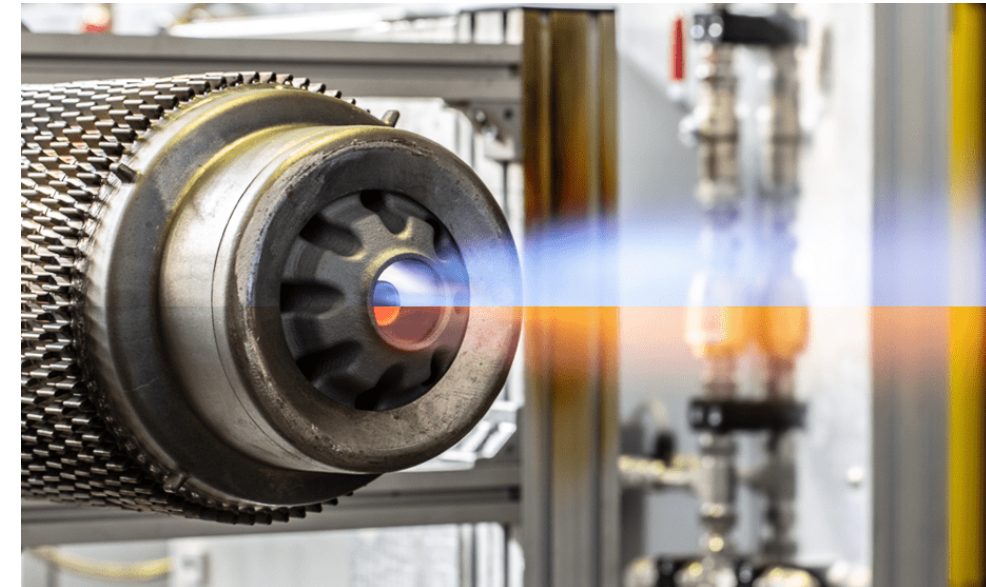


Wirtschaftlichkeit stark abhängig vom Strompreis

Wasserstoffbeheizung

- › Ersatz von Erdgas durch Wasserstoff
- › Voraussetzung ist grüner Wasserstoff
- › Eigenschaften unterschiedlich, dennoch austauschbar

Eigenschaft	H ₂	Erdgas
Heizwert [kWh/m ³]	3,00	10,09
Dichte [kg/m ³]	0,09	0,74
Oberer Wobbe-Index [kWh/m ³]	13,39	14,76
Adiabate Flammtemperatur [C°]	2247	2039

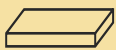


Einordnung der Wasserstoffbeheizung

TRL 5 Mittlerer Entwicklungsstand: noch kein industrieller Einsatz



Beheizung führt zu einer Veränderung der Prozessführung und Abgasatmosphäre



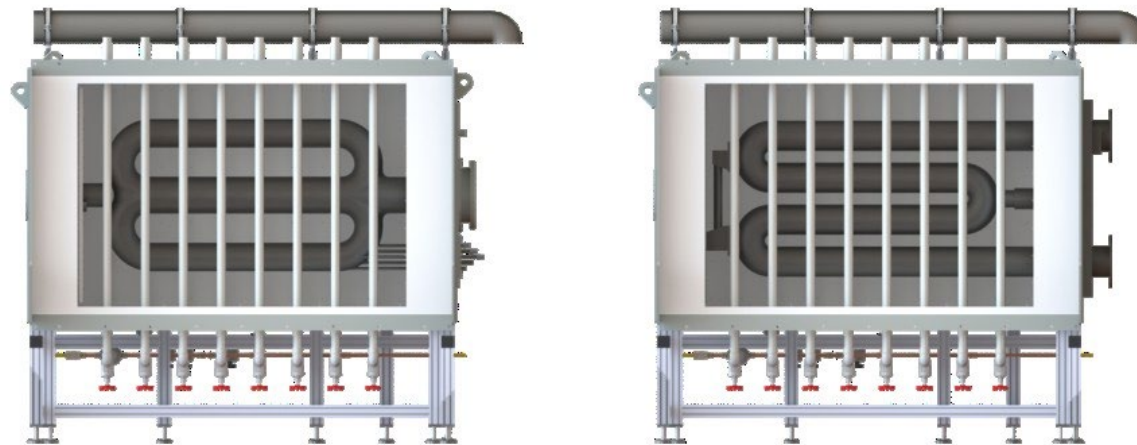
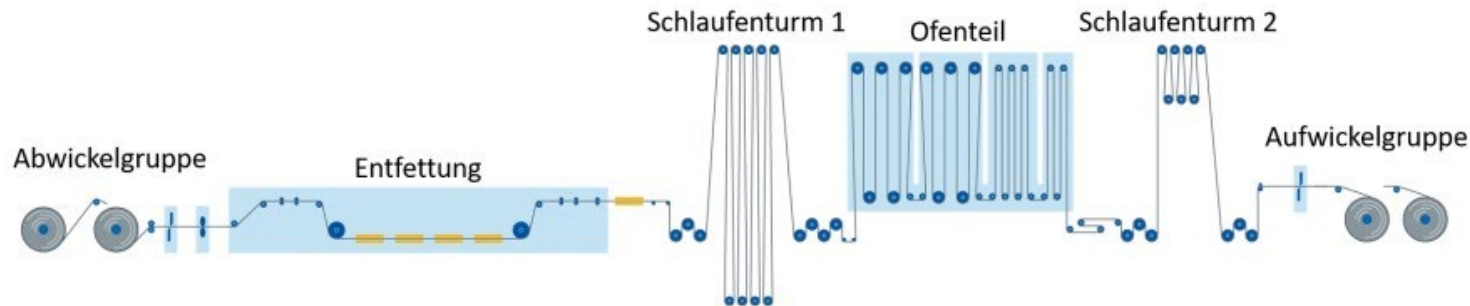
Möglichkeit der höheren Zunderbildung oder Versprödung (Kupfer)



Durchführung Pilot- und Demonstrationsvorhaben

Projekt FlexHeat2Anneal

Flexibler Einsatz von H₂ als Brennstoff in Strahlheizrohren an kontinuierliche Glühlinien und Feuerbeschichtungsanlagen



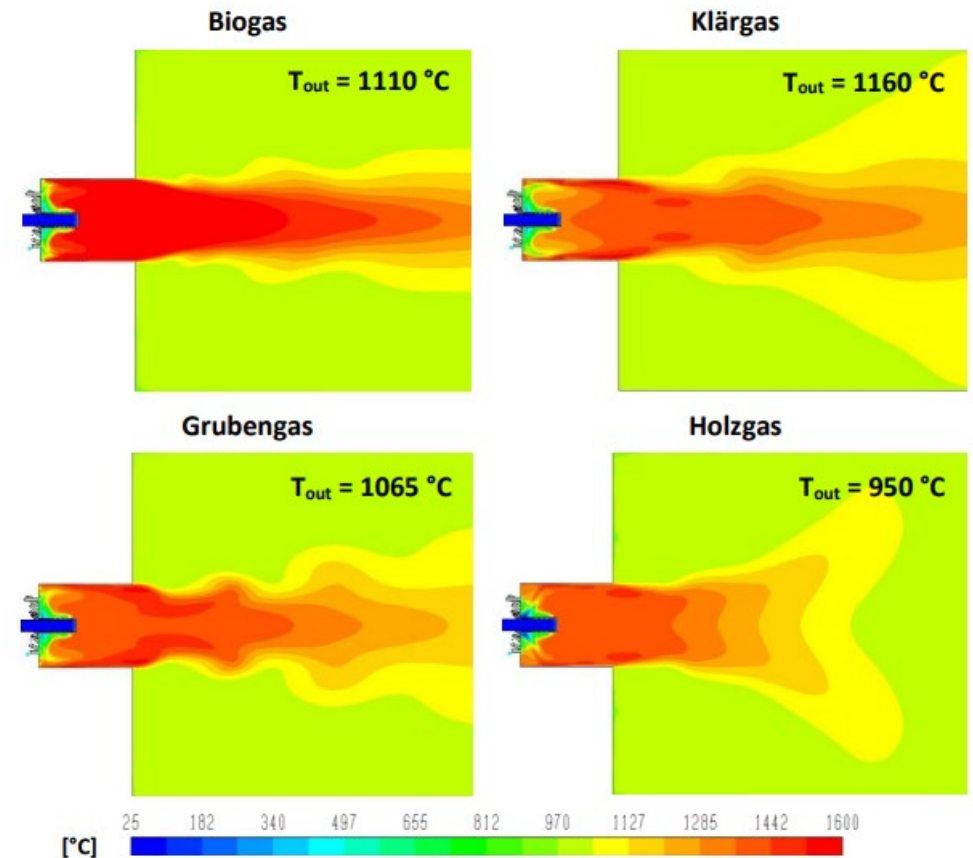
- › Temperaturen zwischen 670°C und 900°C
- › definierte Schutzgasatmosphäre
- › Beheizung von Durchlaufglühöfen erfolgt mit Rekuperatorbrennern
- › Entwicklung eines „brennstoffflexiblen“ Brenner-Strahlrohr-Systems

Biogene Energieträger

- › Liegen fest, flüssig oder gasförmig vor
- › Einsatz grundsätzlich möglich
- › Unterschiedliche Verbrennungseigenschaften: einfache Substitution nicht möglich
- › Beispielprojekt „Biobrenner“: Entwicklung eines Kombibrenners für Niedrig- und Hochtemperaturanwendungen

! Limitierte Verfügbarkeit

Simulierte Temperaturverteilung Biobrenner



Hybride Beheizung

- › Kombination elektrischer und brennstoffbasierter Technologien
- › Entweder beide Energiequellen in einer Anlage oder separat in zwei Anlagen
- › Selten im Einsatz aufgrund von Wirtschaftlichkeit
- › Komplexe Anlagentechnik
- › Vorteil: Flexibilisierung Produktionsprozesse



Beispiele Hybrider Systeme

Durchlauföfen

- › TRL 9 (Strom/Erdgas), TRL 5 (Strom/Wasserstoff)
- › Sollen Restriktionen der elektrischen Heizung kompensieren

Bolzenerwärmungsanlagen

- › Kombination aus gasbasierter und induktiver Beheizung
- › Aluminium: gasbeheizt vorwärmen und anschließend induktiv einstellen

Hybride Strahlrohre

- › Kombination aus Flammrohr und Heizdraht
- › Technische Machbarkeit ist gegeben



Abschlussbericht Untersuchung eines Strahlrohrs für die hybride Beheizung von Industrieöfen mit Brenngasen und elektrischem Strom, bevorzugt aus erneuerbaren Energiequellen

Zusammenfassung

Sektor	Ofentyp (u. a.)	Temperatur	Effizienzmaßnahmen	Technologie Readiness Level der Alternativen		
				Elektrifizierung	Wasserstoff	Biomasse
Stahl	Drehherdofen, Hubbalkenofen	1.150 – 1.400 °C	<ul style="list-style-type: none"> - Anlagenmonitoring - Regenerator-, Rekuperatorbrenner und Zentral- rekuperatoren 	TRL < 3 (Hybrid: Strom/Erdgas)	TRL = 4–5 Einzelne Kompo- nenten der Brenner- technik erprobt, jedoch nicht im Gesamtsystem	TRL = 3–4 Einzelne Kompo- nenten der Brenner- technik erprobt, jedoch nicht im Gesamtsystem, bisher geringe Relevanz in der Umformtechnik
	Kammerofen			TRL < 3		
Kupfer	Hubherdofen	1.085 – 1.200 °C	<ul style="list-style-type: none"> - Optimierung Luftzahl - Erhöhung Prozess- starttemperatur 	TRL = 9 (induktiv/widerstand)		
	Bolzenerwär- mungsanlage			TRL = 9 (induktiv/widerstand)		
Aluminium	Rollenherdofen	550 – 600 °C	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzierung Haltezeit - Optimierung Ofenbelegung 	TRL = 9 (widerstand)		
	Kammerofen			TRL = 9 (widerstand)		

Handlungsempfehlungen



Energieeffizienzmaßnahmen dauerhaft prüfen und durchführen



Elektrifizierung bietet sich insbesondere bei vorhandener Infrastruktur und grünem Strom an

H₂

Einsatz sollte in Betracht gezogen werden: Weitere Untersuchungen durchführen



Koordinierte Transformation durchführen und Flexibilisierung betrachten

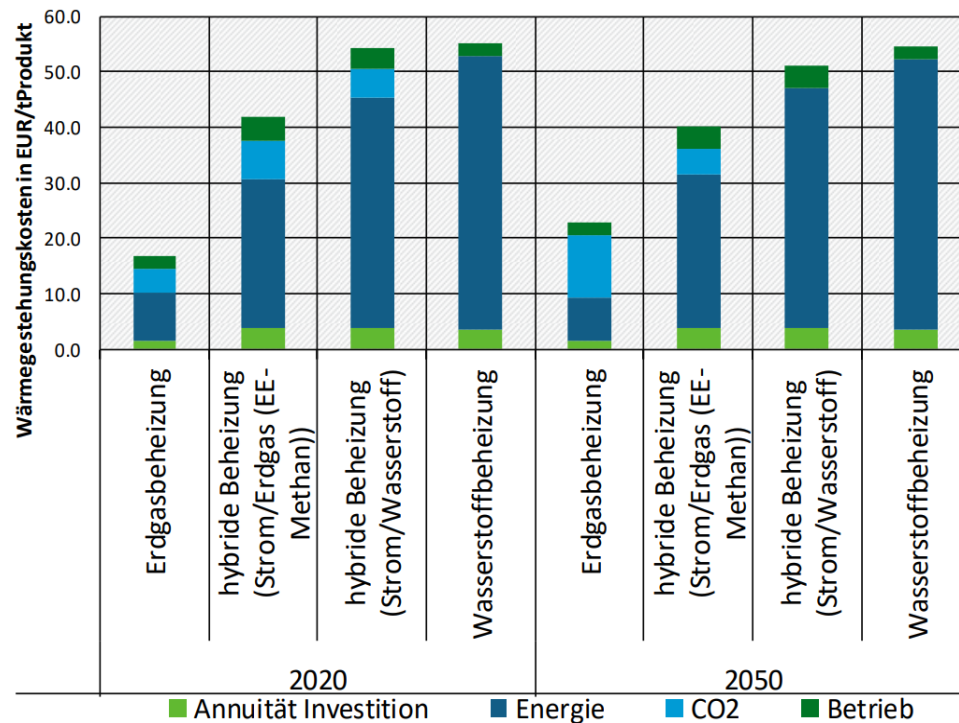


Eigene Standortbedingungen sind entscheidend

Exkurs UBA Studie: Entwicklung der Kontinuierlichen Erwärmung Flach-/Langstahl

Referenzfall

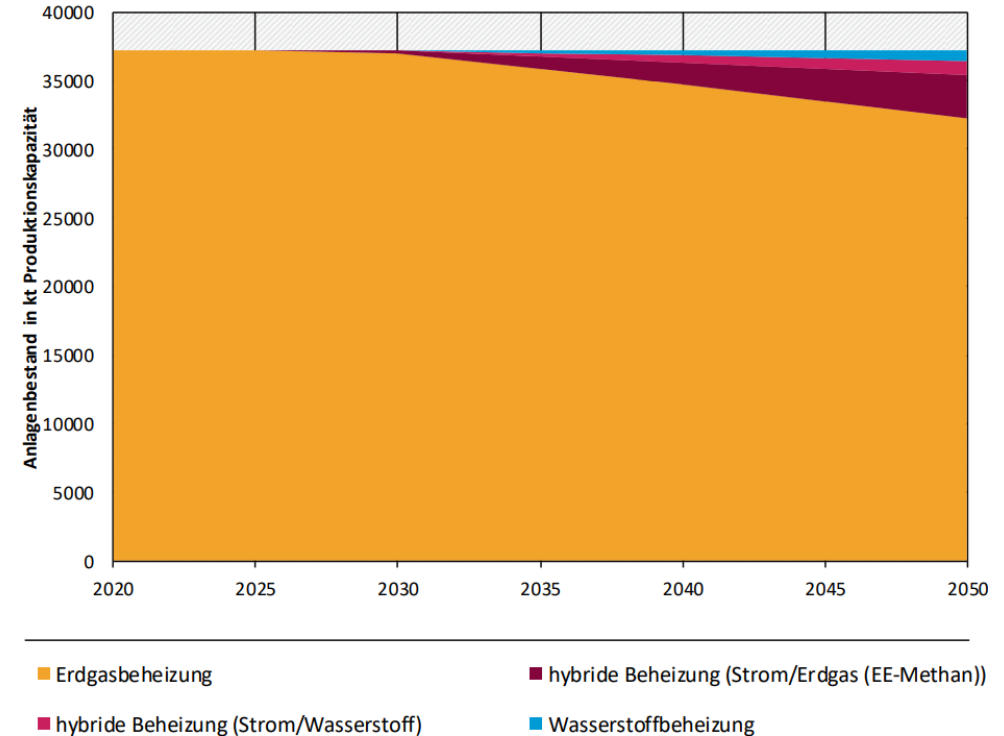
Wärmegestehungskosten



Annahmen (Auszug)

- CO₂-Preis: 55€/t (2020) steigt auf 300 €/t (2050)
- Zusätzliche Maßnahmen wie Energiesteuersätze auf Erdgas, Entlastung Strompreis, leichtere Marktdiffusion

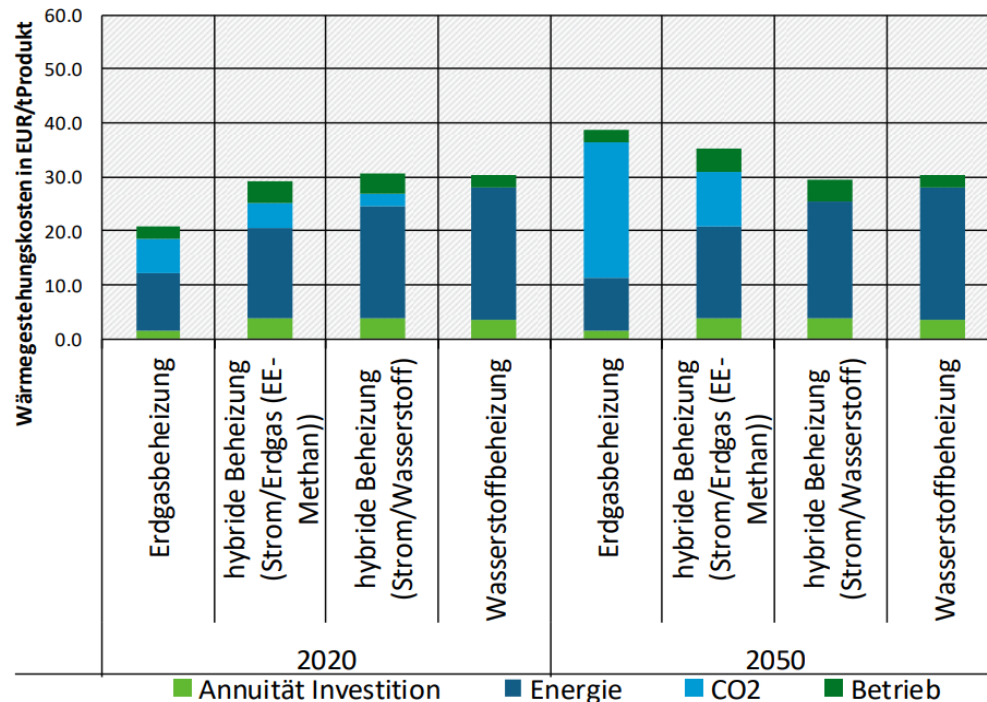
Technikdiffusion



Exkurs UBA Studie: Entwicklung der Kontinuierliche Erwärmung Flach-/Langstahl

Schnelle Diffusion

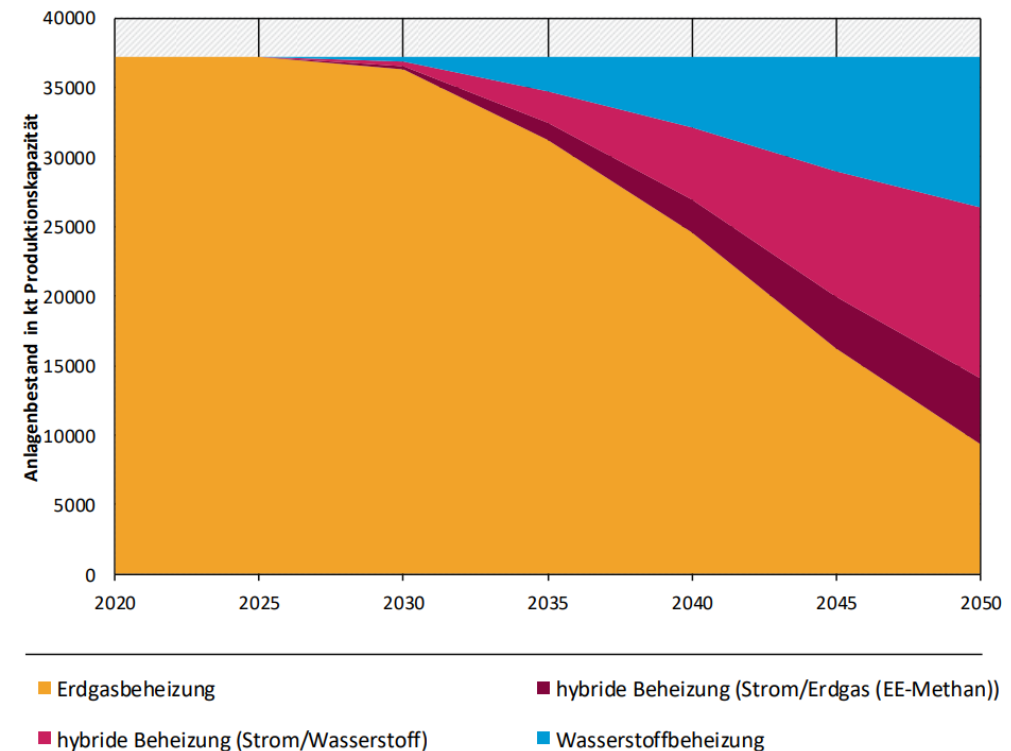
Wärmegestehungskosten



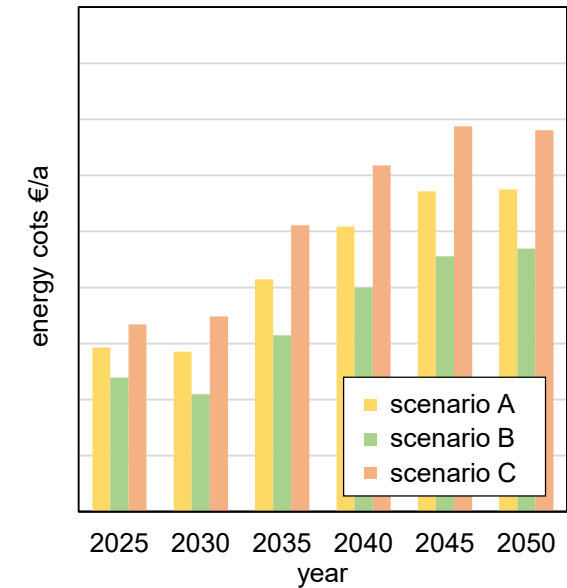
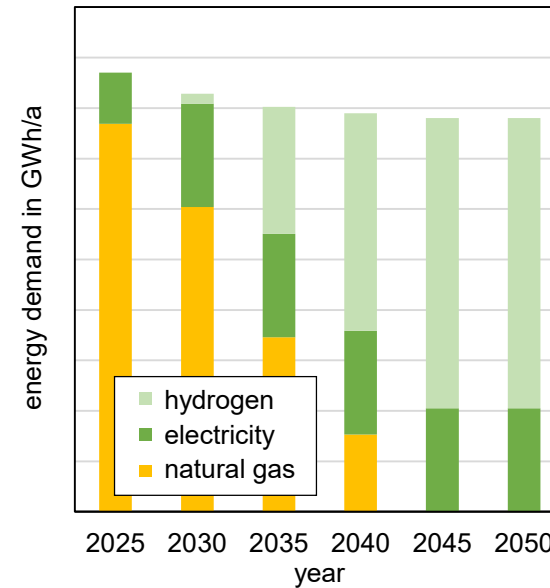
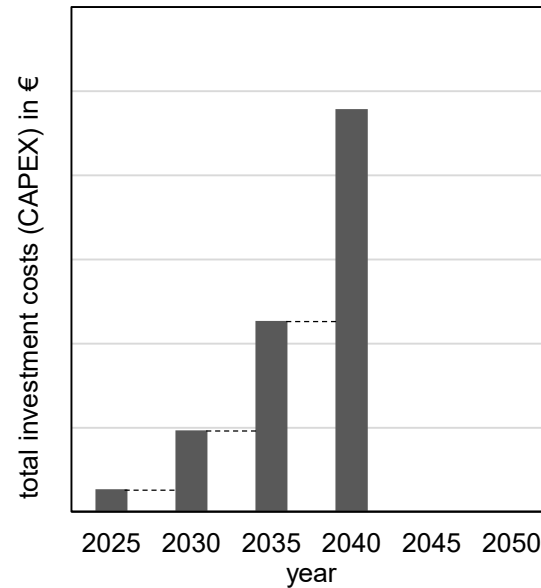
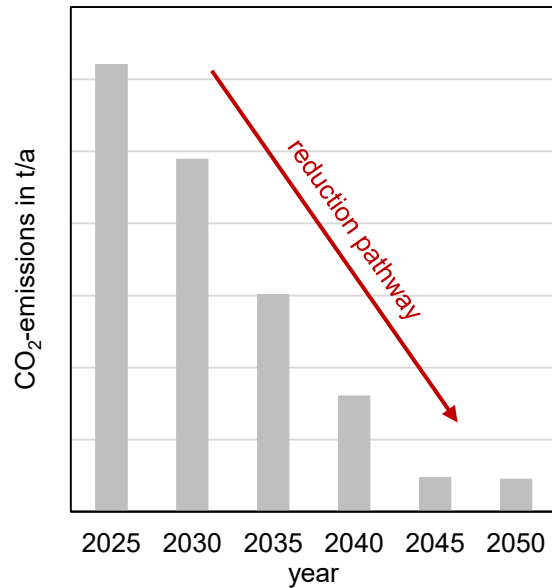
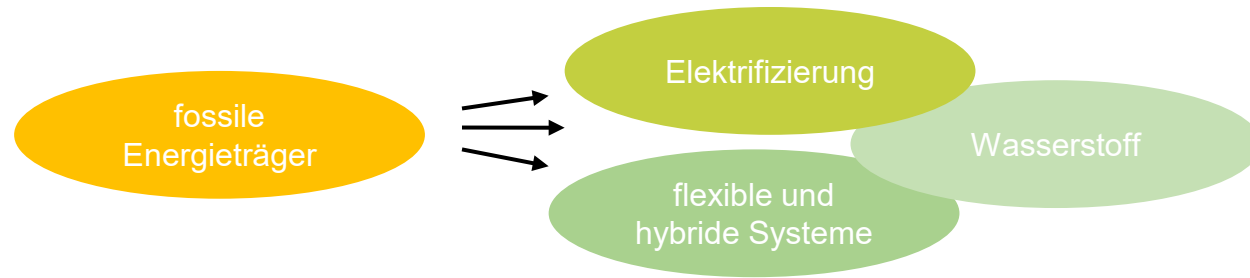
Annahmen (Auszug)

- CO₂-Preis: 55€/t (2020) steigt auf 300 €/t (2050)
- Zusätzliche Maßnahmen wie Energiesteuersätze auf Erdgas, Entlastung Strompreis, leichtere Marktdiffusion

Technikdiffusion



Nächste Schritte – Transformationspfade zur Umsetzung einer CO₂-neutralen Prozesswärmeerzeugung



Teilnehmen unter
attend.sl/s4ry



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Für Fragen stehen wir gerne bereit.

24. September 2024

Dr.-Ing. Christian Schwotzer, Katharina Rothhöft

