



Technologie-Fakten Klimaschutz in der Industrie

Solare Prozesswärme – Einsatzmöglichkeiten und Potenziale

Hintergrund – Relevanz solarer Prozesswärme

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich zu anspruchsvollen Energie- und Klimaschutzzielen verpflichtet, zu denen auch die Wirtschaft einen wesentlichen Beitrag leisten muss. Für den Wärmesektor besteht das Ziel, bis zum Jahr 2030 den Anteil erneuerbarer Energien auf mindestens 27 Prozent zu erhöhen (BMWi 2020). Tatsächlich ist der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung in den vergangenen Jahren nur moderat auf aktuell 15 Prozent angestiegen. Von diesem ohnehin schon geringen Anteil entfallen derzeit über 80 Prozent auf biogene Brennstoffe. Flächen- und Nutzungskonkurrenz sowie stark begrenzte nachhaltige Ausbaupotenziale schränken eine deutliche Steigerung des Einsatzes derartiger Brennstoffe jedoch massiv ein (UBA 2020). **In der Industrie spielt erneuerbare Wärme bislang noch eine untergeordnete Rolle, obwohl der Anteil der Wärme am Endenergiebedarf bei mehr als 70 Prozent liegt** (BMWi 2021). Der industrielle Wärmebedarf allein lag 2019 über dem gesamten Bedarf an elektrischer Energie in Deutschland.

Zukünftig sind daher für die Wärmeerzeugung in der Industrie, neben dem Einsatz elektrischer Energie aus erneuerbaren Ener-

gien, auch andere Optionen, wie die Solarthermie, ein wichtiger Bestandteil einer erfolgreichen Wärmewende. Eine Vielzahl weltweit installierter Prozesswärmeanlagen für Industrie und Gewerbe zeigt, dass es sich bei der solaren Prozesswärmeerzeugung um eine zuverlässige Technik handelt. Sie kann in Form von Dach-, Fassaden- und Freianlagen Wärme nahezu CO₂-neutral bereitstellen und mit anderen Wärmeerzeuger-Technologien kombiniert werden. Aus diesen Gründen bietet die **Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft¹ einen Zuschuss von bis zu 55 Prozent der Investitionskosten** für die Errichtung entsprechender Anlagen, um den Ausbau der solaren Prozesswärmeerzeugung zu unterstützen.

Die Größe von Anlagen zur solaren Prozesswärmeerzeugung richtet sich generell nach dem sommerlichen Wärmebedarf. Das optimale wirtschaftliche Einsatzgebiet umfasst Wärmeanwendungen im Temperaturbereich bis ca. 150 °C.

Potenzial – vielseitig anwendbar

Potenzialstudien zeigen, dass **mehr als 25 Prozent des Wärmebedarfs in der Industrie bei Temperaturen unter 150 °C benötigt**

¹ Deutsche Energie-Agentur (dena) (2021): <https://www.co2-leuchttuerme-industrie.de/foerderungen/>

werden. Allein das daraus folgende technische Marktpotenzial der benötigten Kollektorfläche für die Industrie in Deutschland entspricht bis zu 50 Millionen m², was in etwa der halben Fläche der Insel Sylt entspricht. Dabei sind bereits Faktoren wie verfügbare Flächen, Wärmerückgewinnungspotenziale sowie solare Deckungsraten berücksichtigt. Verglichen mit der heute bereits installierten Fläche an PV-Modulen von rund 550 Millionen m² ist diese Fläche jedoch durchaus realistisch, denn Solarthermie-Kollektoren können ebenso wie PV-Module auch auf Dächern und an Fassaden installiert werden. Auch die Aufstellung auf Grünflächen führt nicht zu deren Versiegelung, wodurch eine Doppelnutzung, z. B. durch Beweidung oder Parkplatznutzung, möglich ist.

Bezogen auf das Marktpotenzial liegt die bis Ende 2018 installierte Kollektorfläche im Bereich der solaren Prozesswärme von 33.000 m² in Deutschland noch stark unter den Möglichkeiten. Denn die nutzbringenden Anwendungen für solare Prozesswärme sind vielseitig: **In nahezu allen Branchen finden sich Anwendungen und Prozesse mit geeignetem Temperaturniveau**, wie beheizte Bäder, raumlufttechnische Anlagen, Trockner oder Reinigungs- und Waschprozesse – ideale Einsatzgebiete für solare Prozesswärme (siehe Abbildung 1). Darüber hinaus sind auch die Trinkwarmwasserbereitung und Raumheizung förderfähig, solange ihr Anteil unter 50 Prozent liegt.

Temperaturbereich in °C	20	40	60	80	100	120	140	160
Branchenübergreifend								
Wärmenetz Rücklauf-Einspeisung			■	■	■	■		
Kesselspeise- oder -zusatzwasser	■	■	■	■	■			
Raumlufttechnische Anlagen	■	■	■					
Vorwärmen	■	■	■	■	■			
Waschen/Reinigen		■	■	■				
Ernährungsgewerbe								
Blanchieren				■	■	■		
Brühen		■	■	■	■			
Eindampfen		■	■	■	■	■	■	
Kochen				■	■	■		
Pasteurisieren/Sterilisieren			■	■	■	■	■	■
Räuchern	■	■	■	■	■			
Temperieren		■	■	■				
Waschen		■	■	■				
Papiergewerbe								
Bleichen		■	■	■	■	■	■	■
De-Inken			■	■				
Metallerzeugnisse								
Beizen	■	■	■	■	■			
Chromatieren	■	■	■	■				
Entfetten	■	■	■	■	■			
Galvanisieren		■	■	■	■			
Phosphatieren		■	■	■	■			
Spülen		■	■	■				
Maschinenbau								
Allgemeine Oberflächenbehandlung	■	■	■	■	■	■		
Reinigen		■	■	■	■			
Gummi- und Kunststoffe								
Vorwärmen			■	■				
Textilgewerbe								
Bleichen		■	■	■	■			
Färben		■	■	■	■	■		
Waschen		■	■	■	■			
Holzgewerbe								
Beizen		■	■	■				
Dämpfen				■	■			
Kochen					■			

Abbildung 1: Auswahl von besonders geeigneten Prozessen mit typischer Nutztemperatur
 Universität Kassel, Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik (2019). Grafische Darstellung: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena).

Technische Informationen – Funktion und Komponenten

Aufbau der solaren Prozesswärmeanlage

Der grundsätzliche Aufbau einer thermischen Solaranlage ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die wichtigste Komponente ist der Kollektor, dessen Absorber die auftreffende Solarstrahlung in Wärme umwandelt. Diese Wärme wird über das Solarfluid, meist ein Wasser-Glykol-Gemisch, mittels eines externen Plattenwärmeübertragers in den Wärmespeicher transportiert. Kommt reines Wasser ohne Frostschutzanteil zum Einsatz, muss auf einen aktiven Frostschutz zur Vermeidung von Schäden geachtet werden. Gleichzeitig bieten mit Heizungswasser betriebene Anlagen aber die Möglichkeit, auf den Wärmeübertrager zwischen Kollektor und Speicher zu verzichten, was die mittlere Kollektortemperatur senkt und somit dessen Wirkungsgrad steigert.

Der Einsatz eines Speichers ermöglicht die Entkopplung von Wärmeerzeugung und -bedarf, womit Überschusswärme zu einem späteren Zeitpunkt genutzt werden kann.

Je nach Temperaturniveau der benötigten Prozesswärme, kommen hierfür Speicher mit einer Maximaltemperatur von 90 bis 95 °C oder aber Druckspeicher mit bis zu 120 °C zum Einsatz. Letztere verringern insbesondere bei hohen Prozesstemperaturen das benötigte Speichervolumen. Optimal sind Fälle, bei denen auf vorhandene Speicherkapazitäten wie Prozessbäder oder Verteilnetze zurückgegriffen werden kann, wodurch die benötigte Speichergröße reduziert wird bzw. der Speicher evtl. sogar entfallen kann. Auch zur Speicherentladung kommt in der Regel ein Wärmeübertrager zum Einsatz, der je nach Anwendung ein Prozessmedium zur Beheizung oder das Produkt selbst (Milch, Bier, Säure oder Lauge) erhitzt.

Ziel bei der **wirtschaftlich optimierten Auslegung** der Hauptkomponenten ist es, den Wärmebedarf an einem guten Sommertag durch die solare Prozesswärmeanlage vollständig zu decken, ohne Überschüsse zu erzeugen. Hierbei kann das kostenlose

Online-Tool „Vorauslegung Solaranlage“ (www.solare-prozess-waerme.info/vorauslegung) für eine überschlägige Berechnung von Kollektorfeldgröße, benötigtem Speichervolumen und Nutzwärmeerträgen dienen. Typische Nutzwärmeerträge für solarthermische Anlagen liegen im Bereich von 350 bis 500 kWh/m² pro Jahr. Hier hat die Solarthermie gegenüber der Photovoltaik einen Vorteil um den Faktor 2 bis 3 aufgrund ihres deutlich höheren flächenspezifischen Nutzenergieertrages. Viele Planungsunternehmen bieten auch eine Ertragsgarantie für die Nutzwärmeerträge an.

Wahl des Kollektors

Ausschlaggebend für den **Wirkungsgrad des Kollektors** ist das (Prozess-)Temperaturniveau. Je höher die Temperatur ist, umso höher sind die Wärmeverluste im System (Kollektor-, Rohrleitungs- und Speicherverluste), wodurch sich der Nutzwärmeertrag des Solarsystems verringert. Damit geht eine schlechtere Wirtschaftlichkeit einher. Solaranlagen eignen sich daher besonders für den Temperaturbereich bis 100 °C, können aber auch hierzulande wirtschaftlich Wärme mit bis zu 150 °C bereitstellen. Bei der Wahl des Integrationspunktes sollte jedoch stets darauf geachtet werden, dass die Solaranlage auf einem möglichst niedrigen Temperaturniveau arbeiten kann. Bei Prozessen mit höheren Zieltemperaturen kann es daher sinnvoll sein, nur eine solare Vorwärmung des Prozesses zu realisieren und die verbleibende Wärme durch die stets erforderliche Nachheizung bereitzustellen.

Unterschiedliche Kollektortypen tragen den Anforderungen hinsichtlich Temperaturniveau und Kostenoptimierung Rechnung und kommen in solaren Prozesswärmeanlagen zum Einsatz:

- **Standard-Flachkollektoren** können Temperaturen bis max. 80 °C, Flachkollektoren mit einer Doppelglas-Abdeckung sogar Temperaturen bis ca. 100 °C effizient bereitstellen.
- **Vakuümrohrenkollektoren** und **Compound Parabolic Concentrator (CPC)-Kollektoren**, die durch Vakuumisolierung geringere Wärmeverluste aufweisen, können auch im Temperaturbereich bis 120 °C (max. 150 °C) wirtschaftlich einge-

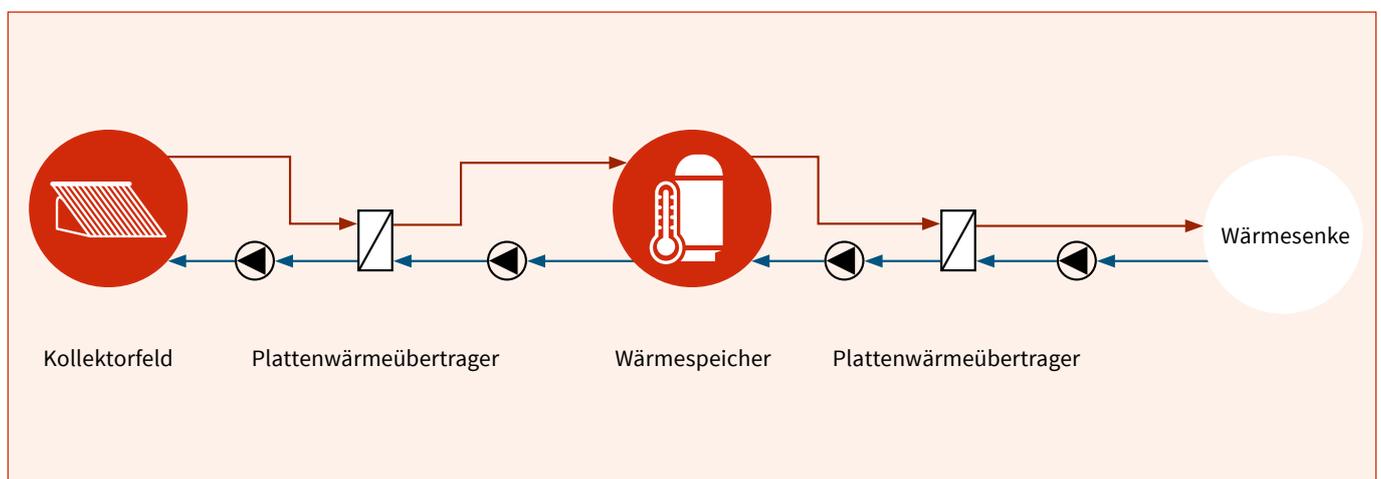


Abbildung 2: Vereinfachtes Hydraulikkonzept einer solaren Prozesswärmeanlage mit deren Hauptkomponenten.

Universität Kassel, Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik (2019). Grafische Darstellung: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena).

setzt werden.

- **Luftkollektoren** sind Sonderformen der solaren Prozesswärmeerzeugung und verzichten auf einen flüssigen Wärmeträger. Sie erhitzen stattdessen direkt die Prozessluft und eignen sich überall dort, wo große Mengen warme Luft benötigt werden, z. B. für Trocknungs- oder Lüftungsanwendungen. Sie sind als Flach- (bis 80 °C) oder Röhrenkollektoren (bis max. 180 °C) nutzbar. Ihr Vorteil: Frost- und Überhitzungsschutz können hier i. d. R. entfallen.

Integration der Solarwärme in den Prozess

Das **Integrationskonzept für solare Prozesswärmeanwendungen** richtet sich nach den **betrieblichen Gegebenheiten**. Generell wird zwischen einer zentralen Einbindung auf der Ebene des Wärmeversorgungssystems und der dezentralen Ebene, bei der nur einzelne besonders geeignete Prozesse solar versorgt werden, unterschieden (Abbildung 3).

Wesentliche Kriterien, die die Wahl geeigneter Integrationspunkte beeinflussen, sind:

- die **Wärmesenktemperatur**: Je höher die Temperatur des Prozesses oder des Wärmenetzes ist, desto niedriger werden die Solarerträge.
- das **Lastprofil der Wärmesenke**: Ein über die Woche ausgeglichenes Lastprofil erfordert einen kleineren Speicher und ermöglicht durch kurze Speicherzeiten höhere Erträge.
- der **Integrationsaufwand**: Je nach örtlichen Gegebenheiten kann auf kostengünstige Standardkomponenten zurückgegriffen werden. Es können aber auch gerade für Wärmeübertrager Sonderanfertigungen nötig sein (z. B. für Tauchbecken oder für Behälter mit Rührwerk), die einen signifikanten Anteil an den Gesamtkosten einnehmen können.

Bei der **dezentralen Einbindung** wird der Vorteil genutzt, dass ein niedrigeres Temperaturniveau von der Solaranlage versorgt

werden kann – verglichen mit einer zentralen Einbindung steigt dadurch der Nutzwärmeertrag. Allerdings kann dadurch allein der dezentrale Prozess solar unterstützt werden, was die mögliche solare Deckungsrate begrenzt. Ferner ist die bestehende konventionelle Beheizung des Prozesses entscheidend für die Prozessanbindung. **Extern beheizte Prozesse** (z. B. Tauchbäder, die über einen externen Wärmetauscher beheizt werden) können in den meisten Fällen kostengünstig über einen Solarwärmetauscher parallel oder in Reihe zum Wärmetauscher des konventionellen Wärmeversorgungssystems ergänzt werden. Bei einer internen Beheizung von Prozessbädern muss ein zusätzlicher Wärmetauscher in das Bad eingebracht werden, um das Prozessmedium parallel zum konventionellen System solar zu beheizen. Je nach Komplexität der Einbindung können die Kosten für die Einbindung daher stark variieren und einen relevanten Anteil der Gesamtkosten ausmachen. Bei der Auswahl der geeignetsten Wärmesenken ist auch darauf zu achten, dass das Lastprofil möglichst konstant ist. So sollte an mindestens fünf Tagen pro Woche ein Wärmebedarf für den gewählten Prozess vorliegen, um das benötigte Speichervolumen und damit die Kosten zu reduzieren. Diesbezüglich ist auch zu beachten, dass bei einem möglichen Wegfall des solar unterstützten Prozesses eine erneute Anbindung der Solaranlage an einen anderen Prozess erforderlich wird.

Die **zentrale Einbindung** weist den großen Vorteil auf, dass alle durch das Heizungsnetz versorgten Prozesse mit nur einem, meist kostengünstig zu realisierenden Integrationspunkt durch Solarwärme versorgt werden können. So kann, verglichen mit der dezentralen Einbindung, eine höhere solare Deckungsrate, bezogen auf den gesamten Wärmebedarf des Unternehmens, erreicht werden. Nachteilig ist jedoch, dass die Solaranlage die Wärme auf einem vergleichsweise hohen Temperaturniveau einspeisen muss. Hingegen ist das Lastprofil zumeist konstant und der Wegfall eines einzelnen Prozesses in der Produktion hat i. d. R. nur einen geringen Einfluss auf die Solaranlage. Auch kann das Heizungsnetz selbst als Speicher – z. B. für Wochenenden – genutzt werden, was das benötigte Speichervolumen senken kann.

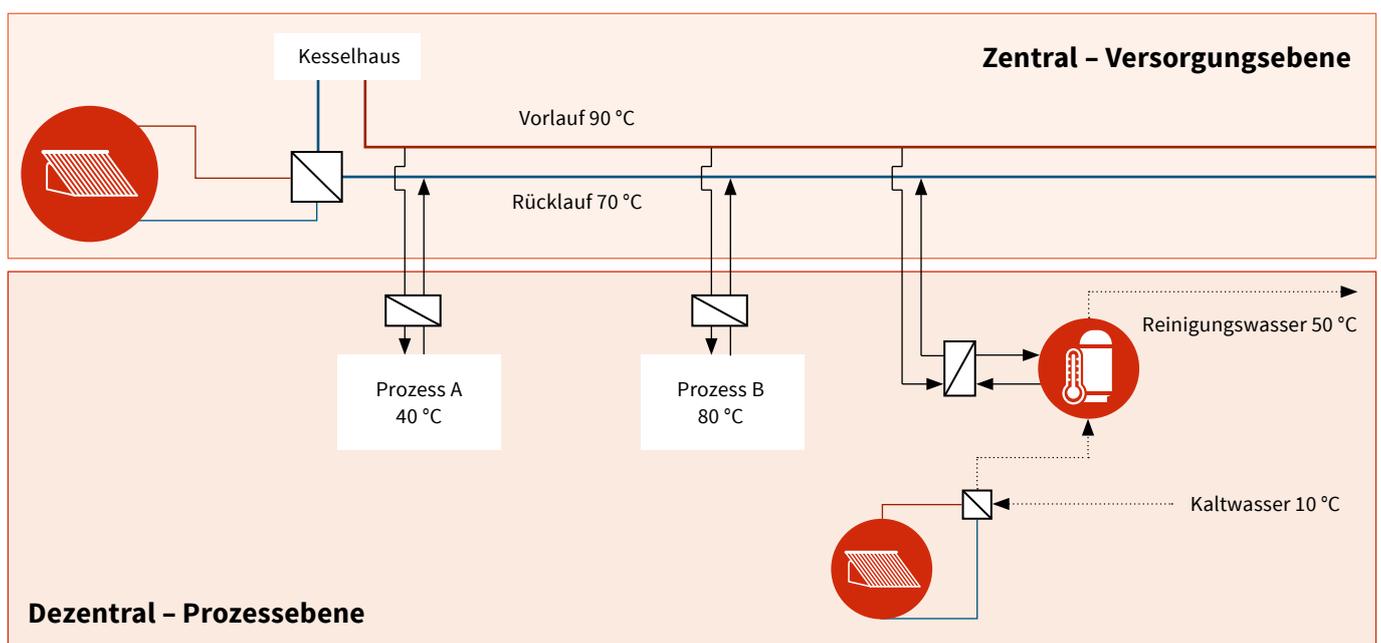


Abbildung 3: Einbindungsmöglichkeiten solarer Prozesswärmeanlagen in die Prozesse.

Oft sind die nutzbaren Dach- und Fassadenflächen (zu beachten sind Ausrichtung, Statik und Verschattung) nicht ausreichend groß, um den gesamten sommerlichen Wärmebedarf eines Betriebs zu decken. Geeignete Freiflächen sind ferner gerade in städtischen Gewerbegebieten nur selten für die Aufstellung eines Kollektorfeldes nutzbar. In solchen Fällen bietet häufig die Wahl eines oder mehrerer besonders geeigneter Prozesse auf dezentraler Ebene das potenziell wirtschaftlichste System. Die Auswahl sollte anhand der vorgenannten Kriterien erfolgen.

Wirtschaftlichkeit – positive Entwicklung aufgrund CO₂-Abgabe

Im Gegensatz zu konventionellen Wärmeerzeugern fallen bei der solaren Prozesswärme zu Beginn hohe Investitionskosten an. Diese lohnen sich jedoch aus mehreren Gründen: So stehen für die Investitionen attraktive Förderungen zur Verfügung, die die Wirtschaftlichkeit der Anlagen bereits zu Beginn der Laufzeit sicherstellen. Und sie nimmt im Laufe der Nutzungsdauer sogar zu. Beispielsweise fallen über die Folgejahre hinweg beim Einsatz solarer Prozesswärme kaum Betriebskosten an. Dadurch erzielt solare Prozesswärme während der Nutzungsdauer von üblicherweise mehr als 20 Jahren niedrigere Wärmepreise (siehe Abbildung 4). Die Leistungsdaten sprechen dabei für sich. Zum Beispiel kann die Jahresarbeitszahl großer Solaranlagen durchaus 70 bis 100 betragen (VDI 3988). Es werden also lediglich 1 bis 1,4 kWh elektrische Energie für 100 kWh Solarwärme benötigt. Mit solarer Prozesswärme sinkt auch das Risiko steigender Energiepreise. Im Gegenteil: Mit dem Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) und der damit verbundenen Abgabe auf fossile Brennstoffe wird der Vorteil einer CO₂-freien Solarwärme weiter steigen.

Da sich die solarthermische Anlagentechnik je nach Anwendungsfall, z. B. in Bezug auf den Kollektortyp, das Hydraulikkonzept, die Prozessanbindung und Anbieterspezifika, deutlich unterscheiden kann, variieren auch die **Anlagenkosten** teils signifikant. So belaufen sich die spezifischen Investitionskosten vor Förderung und Steuern in der Regel auf 350 bis 900 Euro/m². Darin enthalten sind alle Kosten von der Planung über das Material, die Messtechnik und die Prozessanbindung bis hin zur Installation und Inbetriebnahme. Mit großen Anlagen sind zum Teil deutliche Skaleneffekte

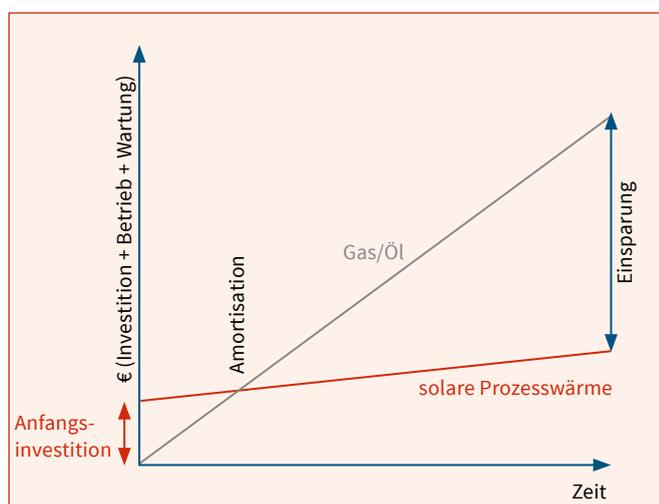


Abbildung 4: Gesamtkosten einer solaren Prozesswärmanlage im Vergleich zu fossiler Wärmeerzeugung. Universität Kassel, Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik (2019). Grafische Darstellung: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena).

möglich.

Durch die **aktuelle Förderung** liegen die solaren Wärmegestehungskosten üblicherweise im Bereich von 30 bis 50 Euro/MWh. Bei besonders vorteilhaften Rahmenbedingungen sind sogar solare Wärmegestehungskosten unter 30 Euro/MWh möglich.

Auch wenn dieser Wärmepreis in einigen Fällen noch über dem Gaspreis einzelner Unternehmen liegt, muss berücksichtigt werden, dass der Gaspreis nicht dem Nutzwärmepreis entspricht. Für letzteren muss noch der **Nutzungsgrad der Wärmeversorgung** berücksichtigt werden, der i. d. R. zwischen 70 und 80 Prozent liegt. Auch wird das BEHG den fossilen Wärmepreis ab 2021 um ca. 5 Euro/MWh und bis 2025 um ca. 11 Euro/MWh erhöhen. Hinzu kommt das Risiko zukünftiger Preissteigerungen für Brennstoffe – ein Problem, das bei Solarwärme nicht besteht. Zusammengefasst **liegen die solaren Wärmegestehungskosten bereits heute oft unterhalb der fossilen Wärmegestehungskosten** – ein Vorteil, der in den kommenden Jahren zunehmen wird.

Solare Prozesswärmanlagen können über ihre **Nutzungsdauer von mehr als 20 Jahren in der Regel zweistellige Renditen erwirtschaften**. Investitionsentscheidungen in Industrieunternehmen werden aber häufig allein auf der Basis der Kennzahl „Amortisationszeit“ zur Risikobewertung getroffen, wobei hier auf kurzfristige Refinanzierungen von teilweise unter zwei Jahren Wert gelegt wird. Die Erneuerung der **Wärmeversorgung in Richtung CO₂-Neutralität** ist jedoch eine strategische Entscheidung, die keine kurzfristigen Amortisationszeiten ermöglicht. Solare Prozesswärmanlagen haben eine **realistische Amortisationszeit von fünf bis neun Jahren**.

Contracting-Modelle von Energiedienstleistern können zur Lieferung solarer Prozesswärme eine Lösung darstellen. Hierbei übernimmt der Contractor Planung, Finanzierung und Betrieb der solaren Prozesswärmanlagen und verkauft die produzierte Wärme zu einem vertraglich vereinbarten Preis an das Unternehmen. Dadurch kann es günstige und CO₂-freie Wärme **ohne eigene Investition** beziehen (vgl. Abbildung 5).

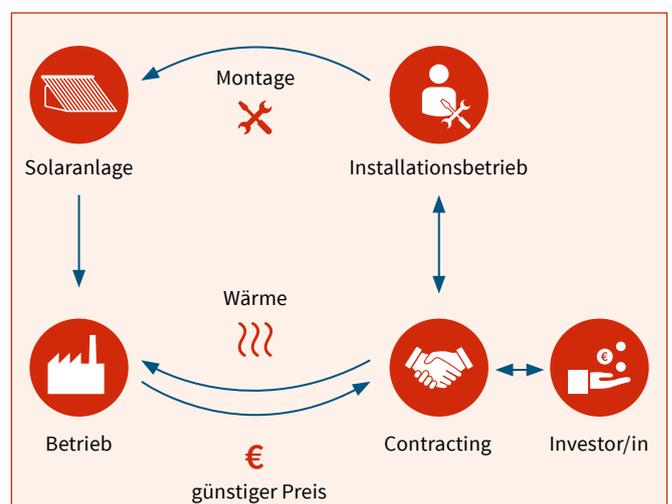


Abbildung 5: Prinzip des Wärmeliefer-Contractings für solare Prozesswärme. Universität Kassel, Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik (2019). Grafische Darstellung: Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena).

Zur Erreichung des Klimaneutralitätsziels bis 2045 für Deutschland und ganz Europa wird der CO₂-Preis deutlich steigen. **Aufgrund besonders hoher Förderquoten bietet es sich für Unternehmen aktuell an, auf eine CO₂-arme Wärmeversorgung unter Einbeziehung der solaren Prozesswärme umzustellen.** Unternehmen können dabei von einer ausgereiften und verlässlichen Technik profitieren, die gut mit weiteren CO₂-armen Wärmeversorgern wie etwa flexiblen KWK-Anlagen und Wärmepumpen kombinierbar ist.

Hier finden Sie weitere Informationen

- www.solare-prozesswaerme.info: Hier gibt der Leitfaden „Solare Prozesswärme für Industrie und Gewerbe“ nützliche Praxishinweise zu Einsatz und Planung von solarer Prozesswärme. Mit dem Online-Tool „Vorauslegung Solaranlage“ lässt sich das eigene solare Prozesswärme-Projekt übersichtlich berechnen.
- www.vdi.de: Die dort aufgeführte VDI-Richtlinie 3988 „Solarthermische Prozesswärme“ beschreibt verschiedene Solarthermieanlagen zur Bereitstellung von Prozesswärme, der Wärmebereitstellung für Anwendungen und Prozesse im industriellen, gewerblichen, landwirtschaftlichen und Dienstleistungsbereich.

Quellen

BAFA - Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2021): Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft – Zuschuss, Modul 2: Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien. <https://www.bafa.de>, Zugriff am: 31.08.2021.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020): Integrierter Nationaler Energie- und Klimaplan (NECP). Stand 10.06.2020. <https://www.bmwi.de>, Zugriff am: 31.08.2021.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2019): Zahlen und Fakten: Energiedaten – Nationale und internationale Entwicklung. Stand 22.01.2019. <https://www.bmwi.de>, Zugriff am: 31.08.2021.

Deutsche Energie-Agentur (dena) (2021): Staatliche Förderungen. <https://www.co2-leuchttuerme-industrie.de/foerderungen>, Zugriff am: 31.08.2021.

Jesper, Mateo, Pag, Felix und Schmitt, Bastian (2019): Solare Prozesswärme für Industrie und Gewerbe. Kassel, Gleisdorf (Österreich): Universität Kassel, Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik und AEE - Institut für Nachhaltige Technologien (Hg.). <http://www.solare-prozesswaerme.info>, Zugriff am: 31.08.2021.

Verein Deutscher Ingenieure (VDI) (2020): VDI 3988: 2020-04, Solarthermische Prozesswärme. Berlin: Beuth Verlag.

Umweltbundesamt (UBA) (2021): Erneuerbare Energien in Zahlen. <https://www.umweltbundesamt.de>, Zugriff am: 31.08.2021.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

Bei Interesse wenden Sie sich bitte an:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Armin Kühn
Teamleiter Energieeffizienz Industrie
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin
Tel.: +49 (0)30 66 777-690
Fax: +49 (0)30 66 777-699

E-Mail: kuehn@dena.de
Internet: www.dena.de