



Solare Prozesswärme – eine Chance für die deutsche Industrie

Wirtschaftlich. Klimaneutral. Zukunftssicher.

Warum solare Prozesswärme?

Solarthermieranlagen erzeugen industrielle Prozesswärme bis über 400°C — und dies nicht nur CO₂-frei, sondern auch deutlich günstiger als Erdgas. Dies ist das Ergebnis einer Studie des Fraunhofer ISE im Auftrag des BSW-Solar.



Rund 20 % des gesamten deutschen Energieverbrauches, d. h. etwa 450 TWh, entfallen auf die Herstellung von Prozesswärme – über 90 % davon werden aktuell noch aus fossilen Quellen erzeugt. Nicht nur aus Gründen des Klimaschutzes ist der Ausstieg der Industrie aus fossilen Energien geboten. Unsichere Energiekosten und ein laufend steigender CO₂-Preis stellen ein erhebliches wirtschaftliches Risiko für Unternehmen dar.

Der Einsatz von Solarthermie kann dieses Risiko mindern. Solarthermieranlagen erzeugen CO₂-frei Wärme bis 400°C und darüber hinaus. Damit können sie weite Teile der Industrie mit Prozesswärme versorgen, beispielsweise bei der Produktion von Lebensmitteln oder Kunststoffen, im Papiergewerbe oder der chemischen Industrie.

Das Ergebnis der Studie zur Wirtschaftlichkeit solarer Prozesswärme ist eindeutig: Wer heute in solare Prozesswärme investiert, reduziert dauerhaft Energiekosten und CO₂-Emissionen.



**Faktenpapier
Konzentrierende
Solarthermie**

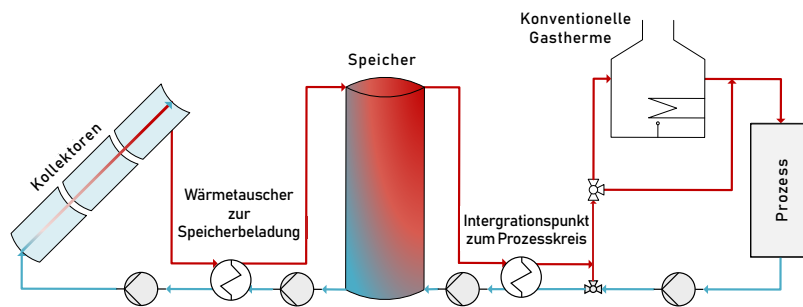
ANSEHEN

← Parabolrinnenkollektor

Studie im Überblick

Wie wirtschaftlich ist Solarthermie im Vergleich zu Erdgas?

Die Analyse zeigt: Wenn Solarthermie Erdgas ersetzt, lassen sich Kosten deutlich senken und gleichzeitig CO₂-Emissionen vermeiden.



Bundesförderung
Energie- und Ressourcen-
effizienz in der Wirtschaft
(EEW), BAFA

ANSEHEN

Was wurde untersucht?

Angenommen wird ein konstanter Wärmebedarf von 5 MW_{th}, ganzjährig im 24/7-Betrieb.

Temperaturbereiche

- 80 °C (z. B. Pasteurisierung von Milch)
- 120 °C (allgemeine industrielle Prozesse, Dampfnetze)
- 300 °C (chemische Prozesse und Hochtemperatur-Dampfnetze)

Technologien

- Flach- und Vakuumröhrenkollektoren (für niedrige und mittlere Temperaturen)
- Parabolrinnenkollektoren (für mittlere und hohe Temperaturen)

Standorte

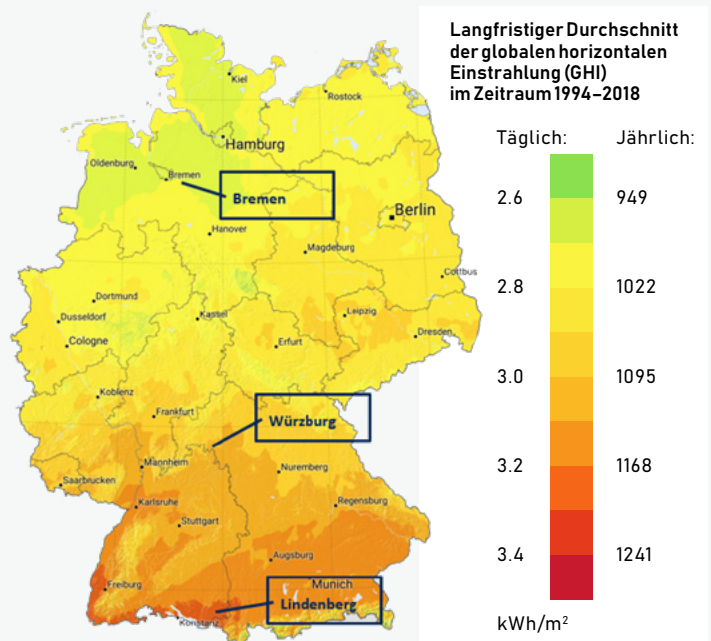
- Bremen mit niedriger Sonneneinstrahlung (DNI: 948 kWh/m².a, DHI: 540 kWh/m².a)
- Würzburg mit mittlerer Einstrahlung (DNI: 1097 kWh/m².a, DHI: 571 kWh/m².a)
- Lindenberg/Allgäu mit hoher Einstrahlung (DNI: 1221 kWh/m².a, DHI: 576 kWh/m².a).

Methodik

Die Ergebnisse basieren auf über 6.000 dynamischen Simulationen. Die Wirtschaftlichkeit wurde mittels der Kapitalwertmethode ermittelt und auf Grundlage von Wärmegestehungskosten (LCOH), Amortisationszeit, Return on Investment (ROI) und Cashflow über die Lebensdauer bewertet.

Annahmen der Studie

- 50 % Investitionskostenzuschuss (EEW-Förderung für mittelgroße Betriebe)
- Konstanter Erdgaspreis: 7,8 ct/kWh (5,6 ct/kWh netto + 2,2 ct/kWh Steuern und Abgaben, Statistisches Bundesamt 2023)
- CO₂-Preisentwicklung nach Prognosen des Kopernikus-Projekts Ariadne



© 2019 The World Bank, Source: Global Solar Atlas 2.0, Solar resource data: Solargis

Geringe Wärmegestehungskosten

Industrieunternehmen profitieren langfristig von geringen und stabilen Wärmekosten und einer geringeren Abhängigkeit von schwankenden Erdgas- und CO₂-Preisen. Die Studie zeigt: Die Wärmegestehungskosten von solarer Prozesswärme liegen deutlich unter denen von erdgasbasierter Wärme.

Was sind Wärmegestehungskosten?

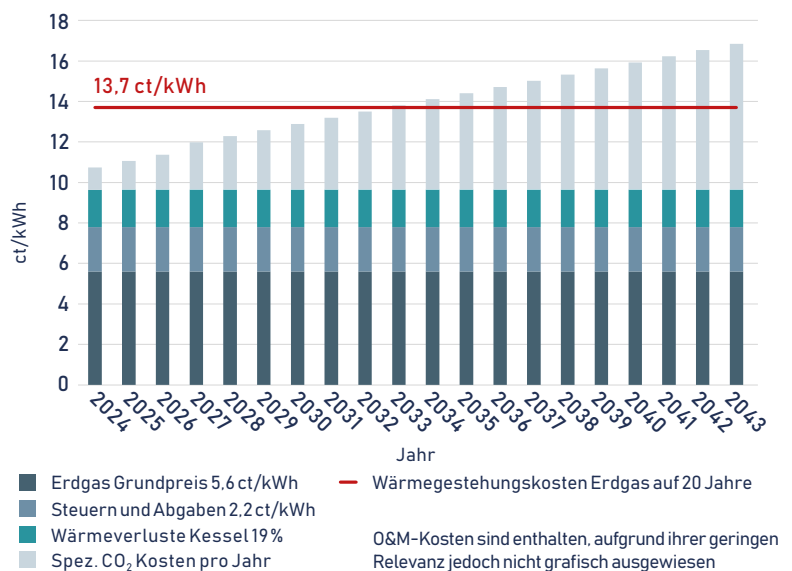
Darunter versteht man alle Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten, umgerechnet auf die erzeugte Kilowattstunde (kWh) über die gesamte Lebensdauer einer Anlage.

Ergebnisse der Studie

- Für das Referenzsystem ausschließlich mit Erdgas (20 Jahre Lebensdauer) ergeben sich Wärmegestehungskosten von **13,7 ct/kWh** (siehe Grafik rechts).
- In Würzburg liegen die Wärmegestehungskosten von Solarthermie – je nach Temperatur und Kollektortyp – nur bei **3–7 ct/kWh** (siehe Grafik unten).
- Selbst bei **Prozesswärme von 300 °C** liegen die Wärmegestehungskosten deutlich unter denen von Erdgas.

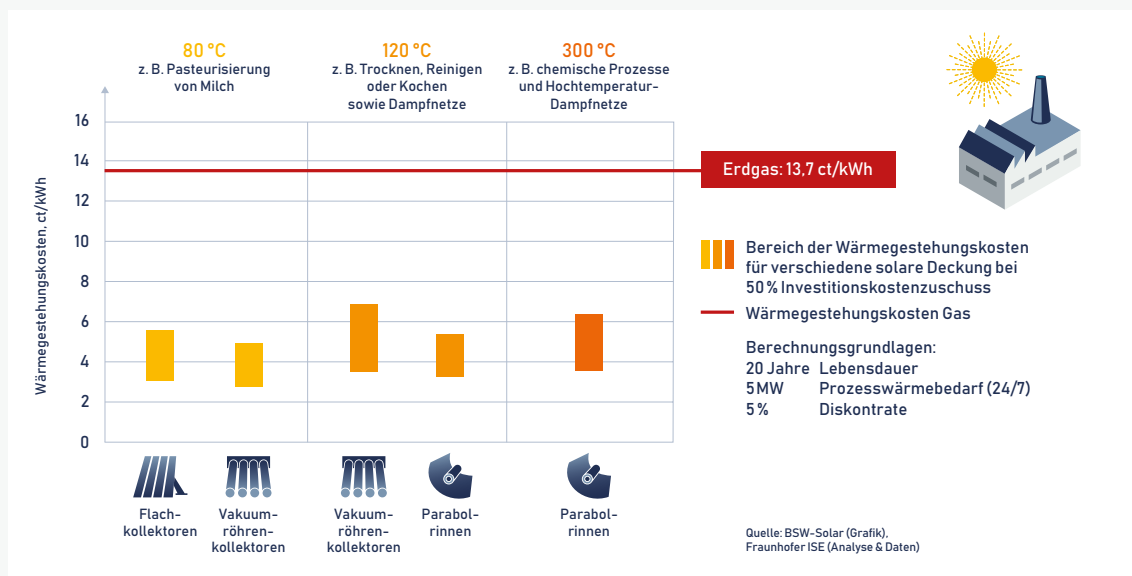
Fazit: Solarthermie liefert kosteneffiziente Wärme – heute und in Zukunft.

Wärmegestehungskosten aus Erdgas



Wärmegestehungskosten am Standort Würzburg

Solare Prozesswärme kostet weniger als die Hälfte von Wärme aus Gas



Solarthermieanlage senkt Wärmekosten

Der Vergleich zeigt: Mit Solarthermie sinken die Gesamtkosten der Wärmeversorgung deutlich. Während erdgasbasierte Systeme vor allem durch steigende Brennstoff- und CO₂-Kosten belastet werden, sorgt Solarwärme für langfristig stabile und planbare Wärmepreise.

Der Vergleich der Kostenstruktur und Wirtschaftlichkeit von einem Erdgassystem und von einem hybriden Solar-Erdgassystem zeigt, dass die Integration einer Solarthermieanlage die Kosten des Wärmesystems langfristig reduziert.

Erdgasanlagen sind in der Anschaffung (CAPEX) günstiger, verursachen jedoch hohe laufende Kosten durch Brennstoff, Steuern und Abgaben sowie den steigenden CO₂-Preis. Solarthermieanlagen haben zwar höhere Investitionskosten, dafür aber sehr niedrige Betriebskosten (OPEX).

Fazit: Durch die Integration von Solarthermie sinken die Gesamtkosten des Wärmesystems spürbar – und die Abhängigkeit von fossilen Preisrisiken nimmt ab.

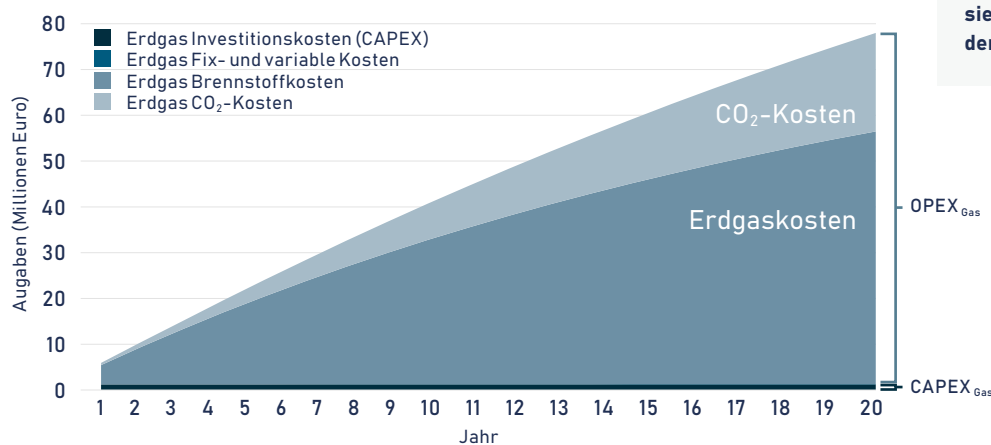
Langfristige Wärmekosten als zentrale Entscheidungsgröße

Für Wärmeverbraucher zählen die langfristigen Wärmekosten – nicht nur die Investitionskosten.

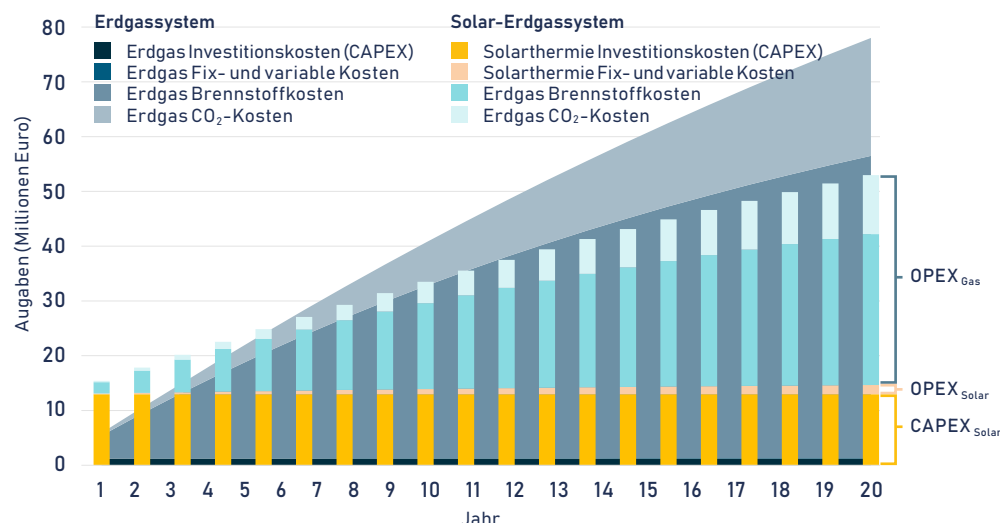
Wer heute für 20 Jahre Wärmeversorgung plant, sollte auf die Kosten über die Gebrauchsdauer der Anlage schauen.

Die Studie zeigt: Solare Prozesswärme kostet in Deutschland bis zu 80 % weniger als konventionelle, gasbasierte Wärmeversorgung – trotz moderater Einstrahlungsverhältnisse!

Kumulierte Kosten für das Erdgassystem



Kumulierte Kosten: Erdgassystem vs. Solar-Erdgas-Hybrid



Anwendungsfall

Temperaturniveau: 300°C
Technologie: Parabolrinne
Standort: Würzburg

Wärmegestehungskosten

Erdgas: 13,7 ct/kWh
Solar-Erdgas-System:
10,0 ct/kWh
(50 % Solaranteil)

Wettbewerbsfähige Amortisationszeiten

Die Amortisationszeiten einer solarthermischen Anlage betragen je nach Systemgröße, Standort und Förderung zwischen 3 und 10 Jahren. Sie liegt

- bei 80 °C immer unter 5 Jahren, selbst ohne Investitionszuschuss und bei solaren Deckungsgraden $\geq 40\%$.
- bei 120 °C in optimierten Konfigurationen bei 4–6 Jahren.
- bei 300 °C mit Förderung bei 4–10 Jahren, wobei die Speicherkosten stärker ins Gewicht fallen.

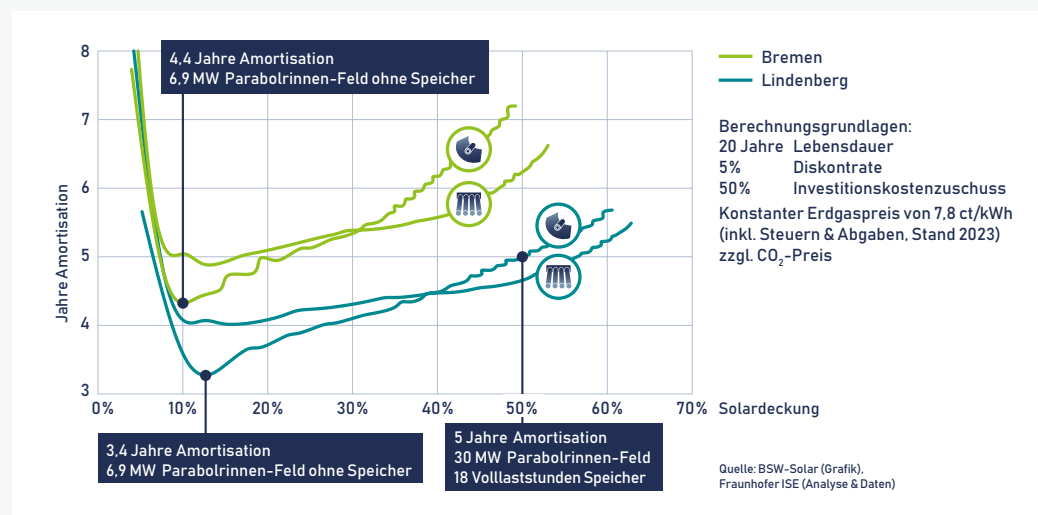
Änderungen bei den CO₂- und Gaspreisen wirken sich nur begrenzt auf die Amortisationszeit aus, da die Ein-

sparungen vor allem in den ersten Betriebsjahren entscheidend sind. Für investitionsgetriebene Projekte ist daher der CO₂-Preis in der Amortisationsphase relevant.

Amortisationszeiten unter 5 Jahren werden typischerweise bei niedrigen bis moderaten solaren Anteilen erreicht. Förderungen verkürzen sie teils um 40–50 % und machen Solarwärme deutlich attraktiver. **Eine längere Amortisation kann dennoch sinnvoll sein, wenn die langfristigen Einsparungen hoch sind.**

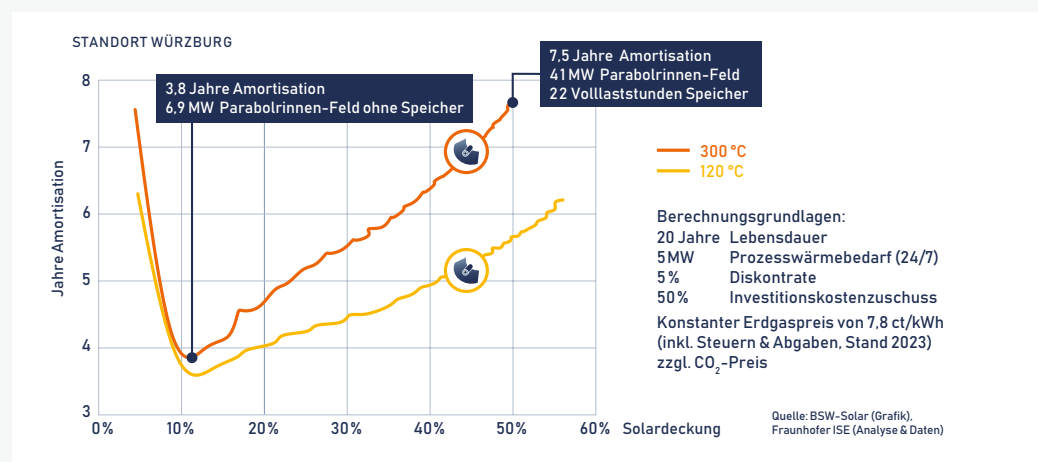
Amortisation mit Optimum bei niedrigem solaren Deckungsanteil

Industriebetrieb mit 5 MW Wärmebedarf (24/7) bei 120 °C



300 °C solarer Prozessdampf zahlt sich in 4 Jahren aus

Optimierung der Amortisationszeit von Parabolrinnen



Einsparungen über die gesamte Gebrauchsdauer

Die Grafiken zeigen zwei Szenarien aus Würzburg (120 °C, Parabolrinnen-Technologie). Sie verdeutlichen, wie stark die Kostenersparnis mit einem höheren solaren Anteil wächst:

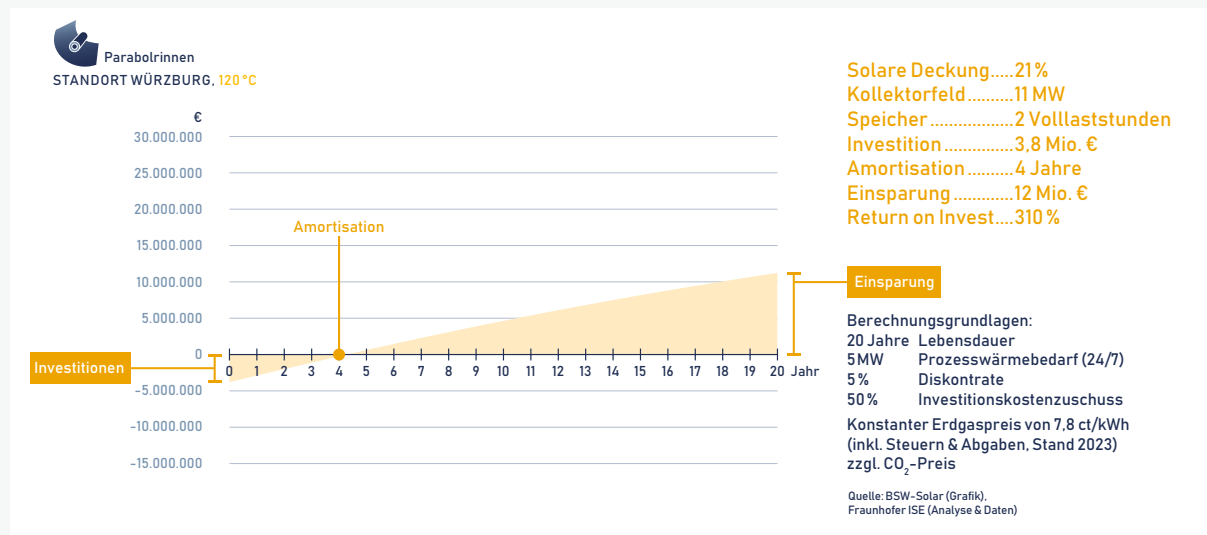
→ **11-MW-Kollektorfeld:** rund 12 Mio. € Einsparungen, Amortisation nach 5 Jahren, Rendite (ROI) 426 %

→ **34-MW-Kollektorfeld:** rund 25 Mio. € Einsparungen, Amortisation nach 5,5 Jahren, Rendite (ROI) 260 %.

Fazit: Schon nach wenigen Jahren machen sich die Investitionen bezahlt – und über die gesamte Lebensdauer entstehen erhebliche Einsparungen.

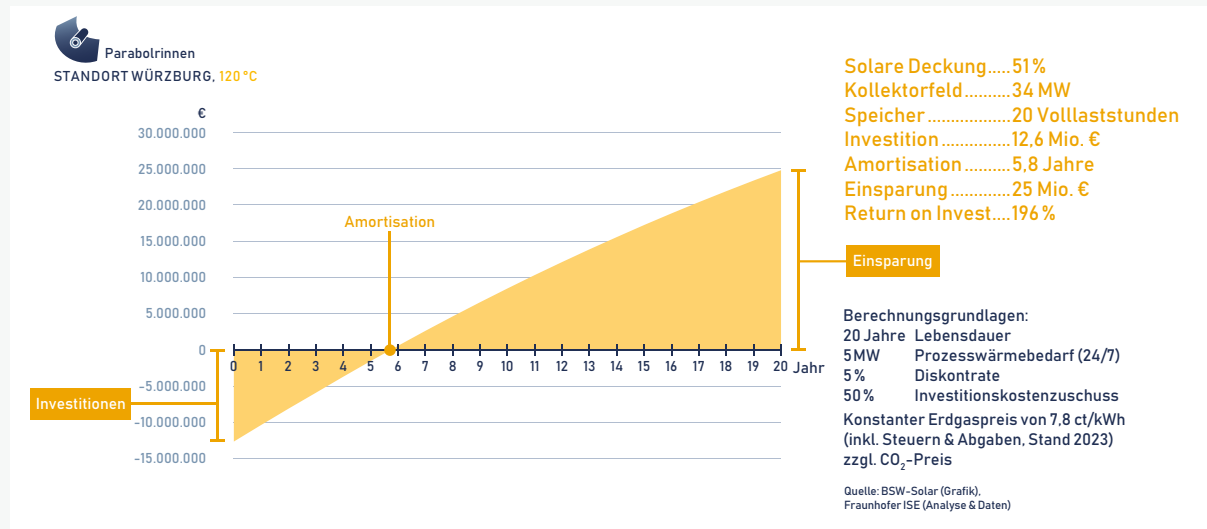
11-MW-Kollektorfeld spart 12 Mio. € Gaskosten

Kumulierte Investitionen und Einsparungen über 20 Jahre



Größerer Solaranteil – höhere Einsparungen

Kosteneinsparungen über die Lebensdauer einer Solarthermieanlage



Solare Prozesswärme ist wirtschaftlich attraktiv

Die Ergebnisse zeigen, dass Solarthermie wirtschaftlich tragfähig und wettbewerbsfähig Prozesswärme für die Industrie in Deutschland bereitstellen kann, auch in Regionen mit moderater Solareinstrahlung. Eine optimierte Systemauslegung und gezielte Fördermaßnahmen verbessern die Wirtschaftlichkeit wesentlich. Hybride Solarthermie-Erdgas-Systeme sind flexibel und günstiger als reine Gassysteme.

Bildnachweise: © Fraunhofer ISE, Siemens Energy

Die wichtigsten Ergebnisse der Studie:

Wärmegestehungskosten

- 2,8 – 7,1 ct/kWh bei einem Investitionszuschuss von 50 %

Amortisationszeit

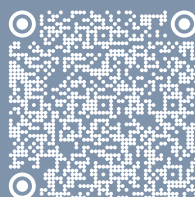
- Bei Temperaturen von 80 °C immer unter 5 Jahren
- Bei 120 °C in 4–6 Jahren
- Bei 300 °C in 4–10 Jahren

Kapitalrendite (Return on Invest):

- Bis zu 400 % möglich
- Optimal bei einem moderaten Solaranteil von 20–30 %

Einsparungen über gesamte Gebrauchsdauer

- über 30 Mio. Euro (diskontiert bei einer Gesamtinvestition von 7,8 Mio. Euro)



Studie: Solare
Prozesswärme
für die deutsche
Industrie

ANSEHEN

Autoren der Studie

Die Ergebnisse basieren auf der Studie „Solare Prozesswärme für die deutsche Industrie – Wirtschaftlichkeit solarthermisch erzeugter Prozesswärme in Deutschland“. Sie wurde angefertigt von Dr. Shahab Rohani, Xinyue Zhou und Dr.-Ing. Gregor Bern vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE im Auftrag des BSW – Bundesverband Solarwirtschaft.

BSW – Bundesverband Solarwirtschaft e. V.

German Solar Association
EUREF-Campus 16
10829 Berlin

www.solarwirtschaft.de

Ihre Ansprechpartnerin

Juliane Hinsch

tel +49 30 2977788-14
fax +49 30 2977788-99
hinsch@bsw-solar.de

bsw.li/4bTjsHf 

bsw.li/3QYcpom 

bsw.li/2usud3D 

www.solarwirtschaft.de/feed/ 