

# FRESNELLEN FÜR DIE WÄRMEWENDE

Ein neues Konzept für solare Prozesswärme



Bild 1: Solarfeld mit Fresnellinsen-Kollektoren

Im Jahr 2013 arbeiteten die zwei Nanoingenieure Henrik Pranov und Maria Matschuk an „joghurt-phobischen“ Nanostrukturen in Polymerfilmen, welche Joghurt von Oberflächen ohne Rückstände abfließen lässt. Eine solche Oberfläche auf der Innenseite von den in Skandinavien typischen 1L-Joghurtcontainern wäre laut Arla Foods ein deutlicher Marktvorteil.

Doch es sollte ganz anders kommen. Im Zuge dieser Arbeit erfanden sie eine neue Methode, um Fresnellinsen kostengünstig herzustellen. Fresnellinsen werden seit mehr als 200 Jahren dazu benutzt, um Licht in Leuchttürmen, Theaterlampen oder Tageslichtprojektoren zu bündeln oder zu streuen. Dank ihrer charakteristischen Stufenform lässt sich die Fresnellinse mit signifikant weniger Material herstellen als traditionelle optische Linsen (siehe Bild 2). Die Produktion der neuartigen Linsen unterscheidet sich von konventionellen Fresnellinsen dadurch, dass sich diese mit einem preis-

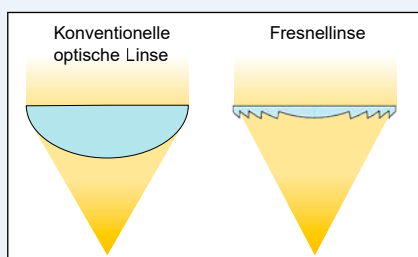


Bild 2: Vergleich von konventioneller optischer Linse und Fresnellinse

günstigen, Highspeed-Roll-to-Roll-Prozess herstellen lässt.

Das inspirierte Henrik Pranov dazu die Technologie zur Produktion von Solarwärme zu nutzen. Heute ist er der Geschäftsführer der dänischen Firma Heliac, die ein neuartiges Konzept für konzentrierende Solarwärme entwickelt hat: einen Fresnellinsen-Kollektor.

## Das Funktionsprinzip der Fresnellinsen Kollektors

Das Herzstück des Kollektors sind acht Fresnellinsen. Diese sind auf einem Rahmen montiert, der der Position der Sonne zweiachsig folgt und somit zu jeder Tageszeit eine senkrechte Ausrichtung zur Sonne gewährleistet. Auf diese Weise fokussiert jede der Linsen das direkte Sonnenlicht auf einen darunter liegenden „Empfänger“ in welchem eine Flüssigkeit zirkuliert und aufgewärmt wird. Als Flüssigkeit eignen sich beispielsweise Wasser oder Thermoöl. Der Temperaturanstieg in der Flüssigkeit lässt sich über die Regulierung der Fließgeschwindigkeit kontrollieren. Der aktuelle Entwicklungsstand des Flüssigkeitssystems erlaubt den Betrieb von bis zu 160°C und 10 bar mit Wasser als Wärmeträger.

Wissenschaftler der Technischen Universität Dänemarks haben die Funktionsweise des neuen Solarkollektors im Rahmen eines Forschungsprojekts analysiert und einen Wirkungsgrad von 60 Prozent ermittelt. Durch die zweiachsige Nachführung des Kollektors kann zudem ein

höherer Energieertrag erzielt werden, als bei nicht oder nur einachsig nachgeführten Solarkollektoren.

Der modularisierte Aufbau der Solartracker erlaubt eine hohe Flexibilität bezüglich vorgegebener Bedingungen. Die Anordnung und Anzahl der Kollektoren lässt sich für jede Solaranlage variieren und somit an verschiedene Gegebenheiten, wie verfügbare Baufläche oder den benötigten Temperatur- und Energiebedarf, anpassen.

## Das Marktpotential

Weltweit wird die Hälfte der konsumierten Energie für die Bereitstellung von Wärme genutzt. Dies verdeutlicht nicht nur das enorme, unausgeschöpfte Marktpotential für Heliacs Solarwärmetechnologie, sondern stellt auch eine Chance dar, CO<sub>2</sub>-Emissionen im Wärmesektor zu vermindern.

Industrielle Prozesse verbrauchen in etwa ein Drittel des weltweiten Energiebedarfs (siehe Bild 4) und sind für ungefähr 25 Prozent der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Insbesondere der industrielle Wärmebedarf ist gegenwärtig noch stark von fossilen Energieträgern abhängig.

Knapp ein Drittel dieses Wärmebedarfs liegt unter 200°C (siehe Bild 4). Dies entspricht einem aktuellen Marktanteil von über 8.000 TWh pro Jahr, unter der Annahme, dass geeignete wettbewerbsfähige Speichertechnologien zugänglich sind.

Unter anderem werden Biomasse und Wasserstoff als vielversprechende Lösungen zur Bereitstellung von Prozesswärme angepriesen. Beide Technologien sind jedoch nur bedingt CO<sub>2</sub>-neutral und oft unwirtschaftlich. Wärmepumpen kommen großflächig für Industrieanwendungen zum Einsatz, sie sind jedoch nur für Temperaturen von bis zu 100°C kosteneffizient.

Auch unter den am Markt etablierten solarthermischen Technologien befindet sich bisher keine Universallösung um Prozesswärme im Bereich von bis zu 200°C bereitzustellen. Flachkollektoren sind preiswert, aber nicht effizient oberhalb von 80°C bis 100°C.

Konzentrierende Solarwärmetechnologien wie etwa Parabolrinnen-Kollektoren und lineare Fresnel-Kollektoranlagen können Temperaturen bis 400°C erreichen, während Solarturmsysteme sogar Temperaturen über 1.000°C erreichen

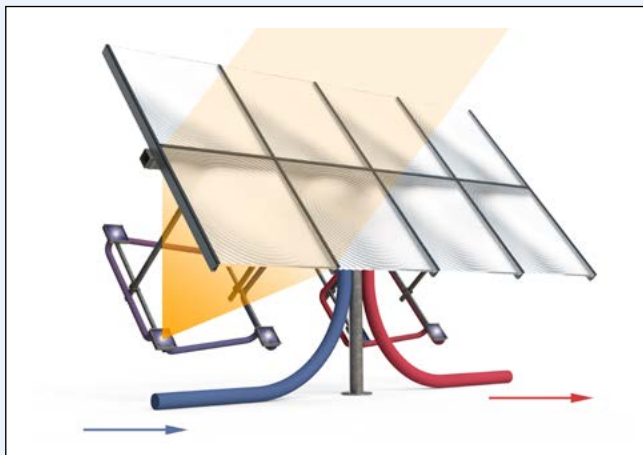


Bild 3: Funktionsprinzip des Fresnellinien-Kollektors

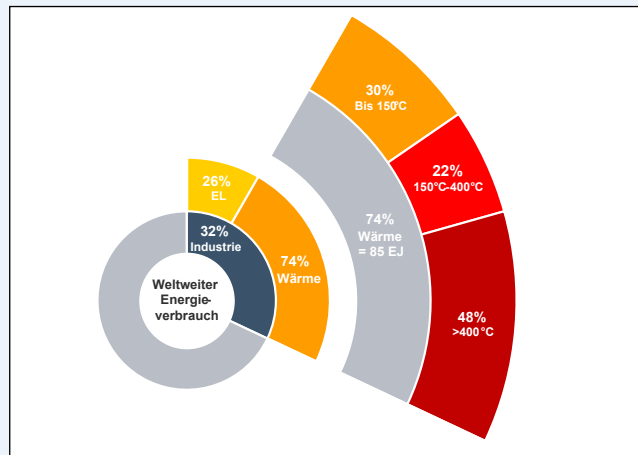


Bild 4: Prozentualer Anteil von Prozesswärme am weltweiten Energieverbrauch

können. Diese Technologien zeichnen sich jedoch durch hohe Investitionskosten aus und sind nur mit Subventionen wettbewerbsfähig.

Es wird deutlich, dass es unter den am Markt etablierten Technologien an einer Lösung für CO<sub>2</sub>-neutrale Prozesswärme bis 200°C mangelt. Hier kommt der Fresnellinien-Kollektor ins Spiel. Durch die kosteneffiziente Produktion kombiniert mit der hohen Vielseitigkeit sind die Fresnellinien-Kollektoren für ein breites Spektrum an Industrieprozessen geeignet.

Eine weitere Einsatzmöglichkeiten repräsentieren Fernwärmenetze. Bedingt durch den harten Preiswettbewerb im Wärmesektor haben andere solarthermische Systeme Schwierigkeiten sich am Markt durchzusetzen. Heliacs Technologie erlaubt einen kosteneffizienten Betrieb, insbesondere für Fernwärmenetze mit hohen Betriebstemperaturen. Somit stellt sie eine mögliche Schlüsseltechnologie dar, um zur Dekarbonisierung von Fernwärmenetzen beizutragen.

### Stand der Umsetzung

Eine erste Prototyp-Solaranlage wurde 2019 in Lendemarke (Insel Møn) in Dänemark in Betrieb genommen (siehe Bild 5). Sie wurde in Zusammenarbeit mit dem Energieunternehmen Eon gebaut und kann über das lokale Fernwärmenetz bis zu 335 Haushalte mit thermischer Energie zur Heizung und Warmwassererzeugung versorgen. Die Anlage umfasst 144 Kollektoren, die eine Gesamtleistung von 1,5 MW auf einem Temperaturniveau von 95 °C liefern. Um auch nach Sonnenuntergang Sonnenwärme bereitstellen zu können, ist die Solaranlage mit einem 25 MWh Warmwasserspeicher verbunden.

Eine weitere Solaranlage wird derzeit in Hørsholm in Dänemark gebaut. Die primäre Aufgabe der Anlage ist die Wärmeerzeugung im Bereich von 100°C für das Fernwärmenetz des dänischen Energieversorgers Norfors. Darüber hinaus dient sie als Test- und Demonstrationsanlage für den Betrieb bei Temperaturen von bis zu 160°C und einem Druck von 10 bar.

Auf der Grundlage der Erfahrungen von der ersten Anlage in Lendemarke, wurden durchgreifende Modifikationen sowohl an der Nachführeinheit als auch am Flüssigkeitssystem vorgenommen. Dazu gehört eine Optimierung der Linienstruktur und -größe, um den Energieertrag pro Kollektor zu erhöhen. Das Design der Stahlkonstruktion wurde geändert, um die Stabilität und Widerstandskraft zu verbessern und gleichzeitig den Zeitaufwand für die Installation sowie die Betriebs- und Wartungskosten zu verringern. Weitgehende Stabilitäts- und Effizienzverbesserungen des Flüssigkeitssystems wurden auf Basis von dynamischen und statischen Simulationen der Solaranlage vorgenommen.

Im nächsten Entwicklungsschritt soll das bestehende Flüssigkeitssystem modifiziert werden. Ziel ist ein Design, das Betriebstemperaturen oberhalb von 200°C, indirekte und möglicherweise direkte Dampferzeugung ermöglicht.

### ZU DEN AUTOREN:

▶ *Sonja Becker-Hardt*  
Entwicklungssingenieurin

[sbh@heliac.dk](mailto:sbh@heliac.dk)

▶ *Jacob Fradsen*  
Assistenz der Geschäftsleitung

[jf@heliac.dk](mailto:jf@heliac.dk)



Bild 5: Heliac Solaranlage in Lendemarke (Dänemark)

### Produkte | Innovationen

In dieser Rubrik stellen wir Ihnen aktuelle Entwicklungen aus Wirtschaft und Forschung vor: Neue Produkte und Ideen aus dem Bereich Erneuerbare Energien und Energieeffizienz.

Anregungen und Themenvorschläge nimmt die Redaktion gerne entgegen:  
[redaktion@sonnenenergie.de](mailto:redaktion@sonnenenergie.de)