

Parabolrinnenkollektoren für die solare Prozesswärmebereitstellung in Deutschland

Dirk Krüger und Simon Dieckmann

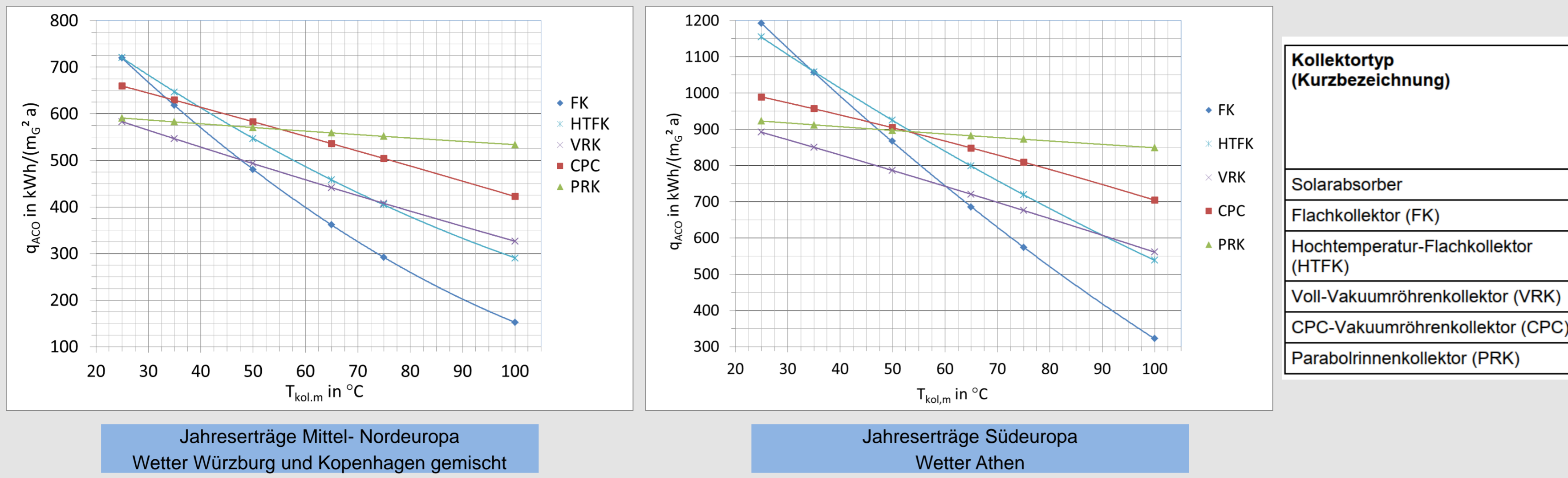


Abbildung 1: Jahresenergieerträge berechnet durch Prof. Schabbach, Hochschule Nordhausen, geplante Veröffentlichung im Weißdruck VDI Richtlinie 3988 Solare Prozesswärme. Der Ertrag wird mit dem Tool „ScenoCalc“ berechnet. Wärmekapazitäten, Rohrleitungsverluste u.a. sind nicht berücksichtigt, die Daten dienen lediglich dem Kollektorvergleich und sind nicht geeignet für eine Anlagenberechnung.

Einleitung

Die Bereitstellung von solarer Wärme für Nah- und Fernwärmanlagen, sowie für Prozesswärme erfährt zunehmend mehr Aufmerksamkeit in Mittel- und Nordeuropa. Insbesondere in Dänemark wurden bereits einige 100.000 m² Kollektorfläche in der Nahwärmeversorgung, oft in Verbindung mit saisonalen Wärmespeichern errichtet. Die Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim planen derzeit Deutschlands größtes Kollektorfeld mit ca. 14.800 m² Aperturfläche für ihr Fernwärmenetz.

Die Entwicklung in Deutschland wird unterstützt durch die Bafa Förderung für Nah- und Fernwärme im Rahmen der „Wärmenetze 4.0“ und für Prozesswärmanlagen durch das „Modul 2 – Prozesswärme“.

In verschiedenen Veröffentlichungen wurde bereits auf das Potential von Parabolrinnenkollektoren für die Wärmebereitstellung in Deutschland hingewiesen.

Ein jüngstes Beispiel von vergleichenden Berechnungen stammt von Prof. Schabbach, Hochschule Nordhausen der diese in die VDI Richtlinie 3988 Solare Prozesswärme eingebracht hat (Abb. 1). Es zeigt sich, dass Parabolrinnenkollektoren im Vergleich zu anderen Technologien durchaus einen erheblichen Jahresertrag erreichen können, insbesondere bei Kollektorbetriebstemperaturen über 60°C. Dennoch wird in der Richtlinie von einem breiten Einsatz konzentrierender Systeme abgeraten: „Da konzentrierende Kollektoren hauptsächlich den Direktstrahlungsanteil der Sonne nutzen, sind diese nachgeführten Solaranlagen in der Regel nur in sonnenreichen (Gegenden mit hohem Direktstrahlungsanteil) wirtschaftlich zu betreiben. Der Einsatz in Regionen mit geringerer Einstrahlung sollte im Einzelfall geprüft werden.“

Diese Auffassung ist weitverbreitet. Daher sollen hier Gründe für die Eignung konzentrierender Kollektoren erörtert werden.

Beispiel Dänemark

Auch in anderen Veröffentlichungen wurden Vergleiche angestellt, in denen die Eignung für Parabolrinnen für Anwendungen in Mittel- und Nordeuropa gezeigt wurde. In einem Bericht der Danish Technical University zeigen Ertragsberechnungen für einen dänischen Standort einen Mehrertrag für einen Parabolrinnenkollektor ab ca. 60 °C Betriebstemperatur (Abbildung 2).

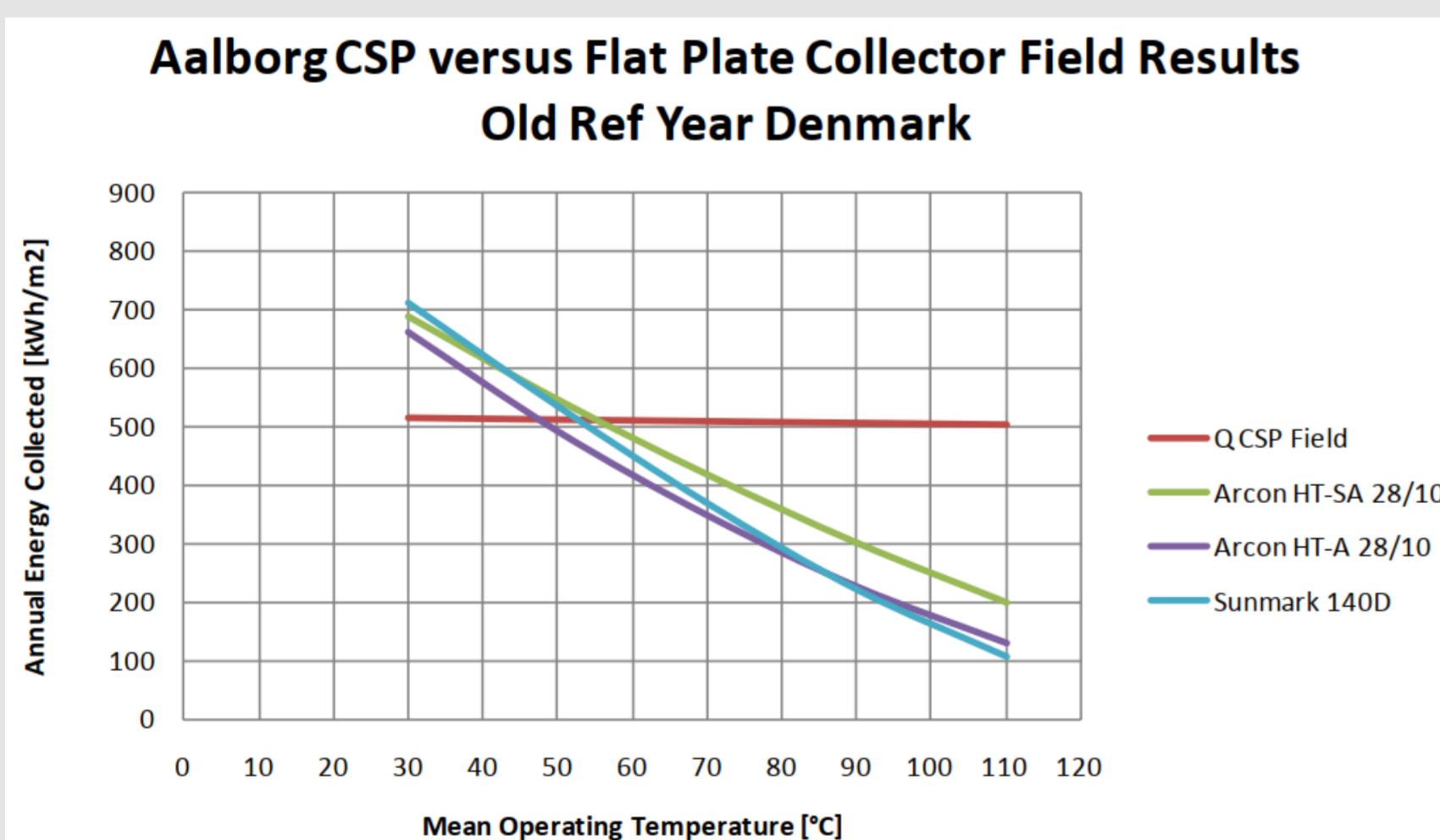


Abbildung 2: Jahreserträge eines Parabolrinnenkollektors im Vergleich zu Flachkollektoren für Dänemark aus: DTU Civil Engineering Report R-292 (UK), 2013

In Dänemark wurden bereits Kollektorfelder mit Parabolrinnenkollektoren für die Nahwärmeversorgung errichtet, in Verbindung mit Flachkollektoren zur Vorwärmung.

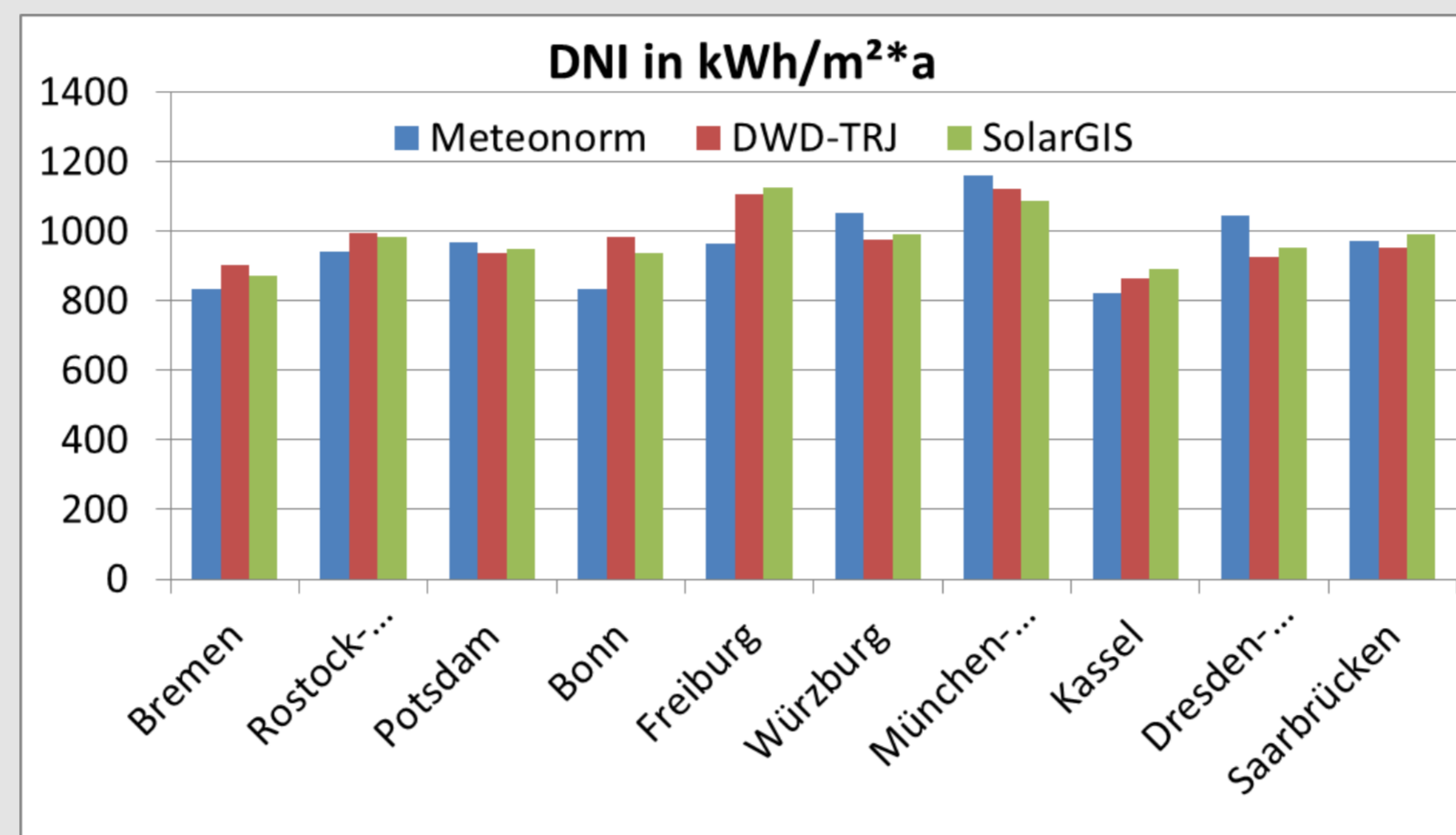


Abbildung 4: Jahressummen der Direktnormalstrahlung für verschiedene Standorte aus Quellen DWD, Meteonorm und SolarGIS

Wetterdaten und Jahreserträge

Die den Jahresertragsberechnungen zugrundeliegenden Strahlungsdaten unterscheiden sich je nach Quelle und Standort, daher wurden Strahlungsdaten aus 3 Quellen für 10 über Deutschland verteilte Standorte ermittelt: Stündlich aufgelöste Jahresdaten vom DWD und von Meteonorm 7.1, sowie SolarGIS Daten als Jahressumme. In Abb. 4 ist beispielhaft die DNI aufgeführt.

Auf Basis der stündlich vorliegenden Wetterdaten von DWD und Meteonorm wurden Kollektorerträge bei 50, 75 und 100°C Betriebstemperatur für alle Standorte mit dem Programm greenius berechnet unter Berücksichtigung von Wärmekapazitäten und Verlusten in der Feldverrohrung. Es wurden die Kenndaten des für hohe Temperaturen vorgesehenen Flachkollektors ArconHTHEAT boost 35/10, der Vakuumpipeline mit CPC Ritter XL 19/49 P und des Parabolrinnenkollektors SL 4600 verwendet. Der Parabolrinnenkollektor ist mit einem Glas-Silber Spiegel und einem Vakuumpipeline mit Antireflexbeschichtung ausgestattet. In Tabelle 1 sind die Erträge für 75°C Betriebstemperatur dargestellt (Tabelle 1).

Am Standort Potsdam liegen die Jahreserträge nahe beim durchschnittlichen Ertrag für alle drei Systeme für die Meteonorm Daten (Abb. 5).

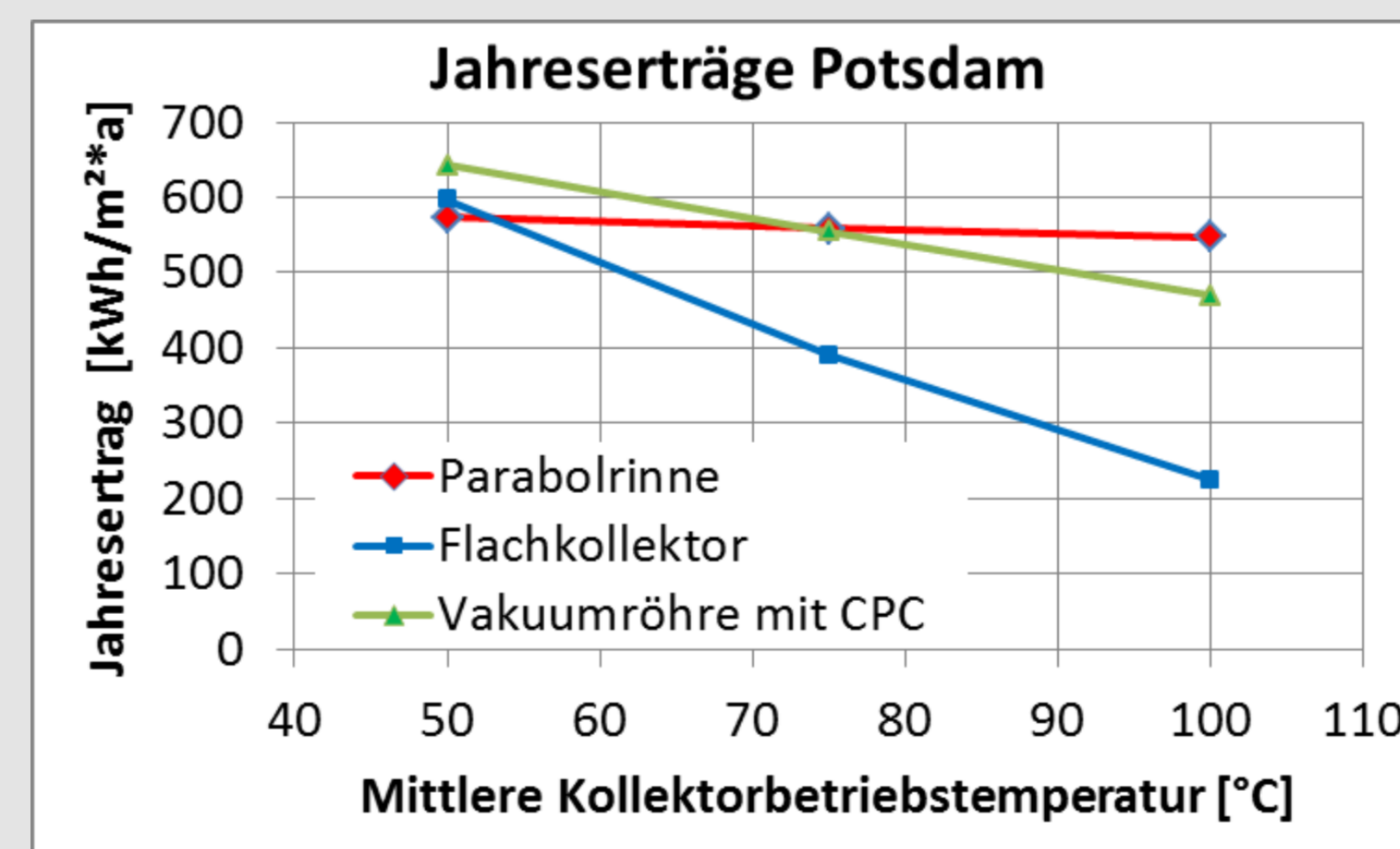


Abbildung 5: Jahreserträge für den Standort Potsdam auf Basis von Meteonorm Daten

Tabelle 1: Mit greenius berechnete Jahreserträge bei 75°C mittlerer Betriebstemperatur

	Meteonorm 75°C			DWD-TRY 75°C		
	Parabolrinne	Flachkollektor	Vakuumpipeline mit CPC	Parabolrinne	Flachkollektor	Vakuumpipeline mit CPC
Bremen	466	333	498	515	362	527
Rostock-Warnemünde	534	379	548	589	401	561
Potsdam	559	391	555	547	396	556
Bonn	469	350	513	566	424	586
Freiburg	573	416	580	663	475	636
Würzburg	613	437	608	574	430	600
München-Airport	672	464	642	668	489	655
Kassel	479	338	501	504	357	512
Dresden-Klotzsche	595	419	590	525	388	555
Saarbrücken	575	403	572	566	413	574
Mittelwert	554	393	561	572	414	576

Die Schnittpunkte zwischen den Kollektoren sind für alle Standorte und Wetterdaten ähnlich. Leichte Verschiebungen würden sich auch je nach Berechnungswerkzeug sicherlich ergeben.

Die Berechnungen zeigen jedoch, dass die Strahlung in Deutschland durchaus ausreicht, um den Einsatz von Parabolrinnenkollektoren für Prozesswärme und für Nahwärme im Vergleich zu stationären Kollektoren zu rechtfertigen.

Investitionskosten

In den letzten Jahren wurden Parabolrinnenkollektoren entwickelt, die einerseits einen ähnlich hohen Wirkungsgrad aufweisen wie Kraftwerkskollektoren, andererseits aber bei relativ kleinen Stückzahlen (einige 1000 m²) kosteneffizient installiert werden können. Eine ökonomisch interessante Untergrenze kann bei etwa 2000 m² Aperturfläche gezogen werden, wobei je nach Hersteller auch kleinere Felder angeboten werden.

Für fertig installierte Anlagen incl. Planung können Preise von ca. 200 bis 220 €/m² bei einer Größenordnung von 10.000 m² Aperturfläche nach Angaben der Hersteller erreicht werden. Bei größeren Feldern werden durch Skaleneffekte geringere Kosten erreicht. Dies entspricht in der Größenordnung Kosten hocheffizienter Flachkollektoren für Großanlagen. Jedoch liegen bisher kaum Erfahrungswerte zu Anlagenpreisen vor.

Betriebserfahrungen

Weltweit wurden inzwischen einige Prozesswärme- und Nahwärmanlagen mit Parabolrinnen- und Fresnelkollektoren errichtet. Dennoch gibt es kaum öffentlich verfügbare Betriebserfahrungen, insbesondere in Mitteleuropa, da hier bisher nur wenige Anlagen aufgestellt wurden.

Weitere Aspekte und Aussichten

Neben der Parabolrinnentechnologie kann Wärme auch mit Turmanlagen und Fresnelkollektoren bereitgestellt werden, was die Möglichkeiten der solaren Prozesswärmeerzeugung erweitert. Sofern die Kollektoren über Vakuumpipeline verfügen sind Temperaturen bis 400°C noch mit hohem Wirkungsgrad erzielbar.

Zur Steigerung des solaren Deckungsgrades ist eine Speicherung der Solarwärme notwendig. Sonst kann nur eine Größenordnung von 10 bis 15% Deckung erreicht werden für einen ganzjährigen 24/7 Bedarf. Das erfordert höhere Temperaturen in den Kollektorfeldern, was aber bei Parabolrinnen nur zu geringen zusätzlichen thermischen Verlusten führt.

Einen weiteren Vorteil bieten nachgeführte Systeme, wenn es um die Stagnationssicherheit geht, insbesondere wieder bei Anlagen mit hohem Deckungsgrad. Liegt der Bedarf unterhalb des Wärmeangebots des Solarfeldes kann defokussiert und es können somit die mit einer Überhitzung einhergehenden Probleme vermieden werden.

Eine vergleichende Untersuchung des elektrischen Pumpstromverbrauchs wäre angesichts der wesentlich kürzeren Absorberrohrstrecke linienfokussierender Systeme bei gleichzeitig größerem Rohrdurchmesser sinnvoll.

Fazit

Parabolrinnenkollektoren können in Deutschland einen technisch interessanten Beitrag zur Bereitstellung solarer Wärme leisten, auch bei vergleichsweise geringen Temperaturen. Ab einer Solarfeldgröße von etwa 2000 m² liegen die Investkosten laut Herstellern in einer ähnlichen Größenordnung wie Flachkollektoren. Dies anhand von beispielhaften Anlagen zu demonstrieren und zu untersuchen sollte das Ziel von Forschungsarbeiten der nahen Zukunft sein. Mit den Betriebserfahrungen kann dann auch ein höheres Maß an Sicherheit über die Anlagenverfügbarkeit gewonnen werden.