

PARESO – Messung der Wärmeverluste von Parabolrinnen-Receiver im Solarfeld

S. Caron, M. Röger, J. Pernpeintner



Abbildung 1: Parabolrinnen-Receiver absorbieren Strahlung in linienfokussierenden solarthermischen Kraftwerken. In den letzten 30 Jahren wurden weltweit mehr als 2 Millionen Receiver montiert.

Motivation und Ziele

Das Projekt PARESO hat zum Ziel, die thermische Qualität von in einem Solarfeld eingebauten Parabolrinnen-Receiver (Abb. 1) mit hoher Genauigkeit zu bestimmen.

Dafür wurde ein zerstörungsfreies transientes Messverfahren entwickelt.

Die Ziele dieser Entwicklung sind:

- Thermische Verluste messen zu können
- Rückschlüsse auf Verlustmechanismen (Beschichtungs- oder Vakuum Qualität) ziehen zu können.

Erklärung des Messverfahrens

Das Messverfahren basiert auf der transienten Infrarot-Pyrometrie. Die äußere Oberflächentemperaturen der Absorber- und Glashüllrohre werden jeweils mit einem Pyrometer durch ein Strahlungsschild gemessen (Abb. 2).

Das Absorberrohr wird über eine Änderung der Fluidtemperatur thermisch angeregt und die transiente Antwort der Glastemperatur wird gemessen (Abb. 3).

Die Temperaturmessungen werden in einem numerischen Modell weiterverarbeitet. Um das inverse Wärmeübertragungsproblem zu lösen, ist das numerische Modell an eine ableitungsfreie Optimierungsroutine gekoppelt (Abb. 4).

Ergebnisse

Die Ergebnisse der PARESO Labor- und Feldmesskampagnen sind zur Validierung des Verfahrens mit THERMOREC stationären Labormessungen für neue und degradierte Receiver dargestellt (Abb. 5).

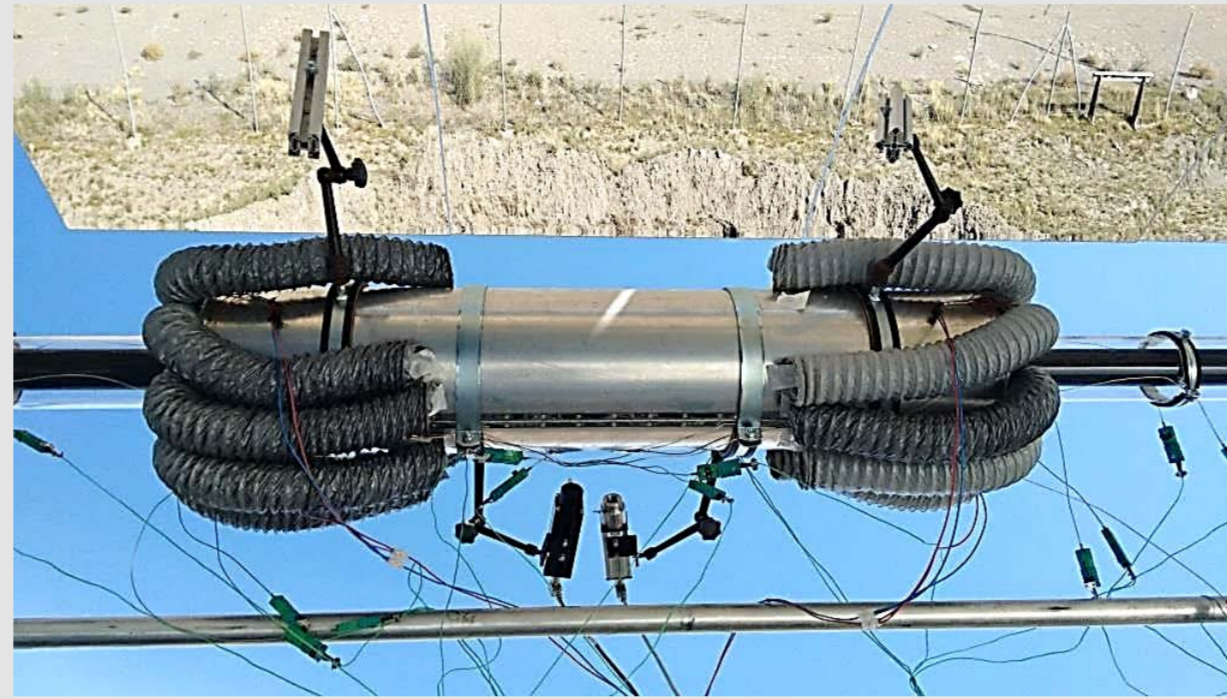


Abbildung 2: Experimenteller Messaufbau im Feld (Kontas). Zwei Pyrometer messen die Oberflächentemperaturen des Absorber- bzw. des Glashüllrohres. Ein Strahlungsschild reflektiert die Strahlung des Glashüllrohres zurück und schützt das Receiverrohr gegen Umgebungseinflüsse, wie z.B. leichte Windböen.

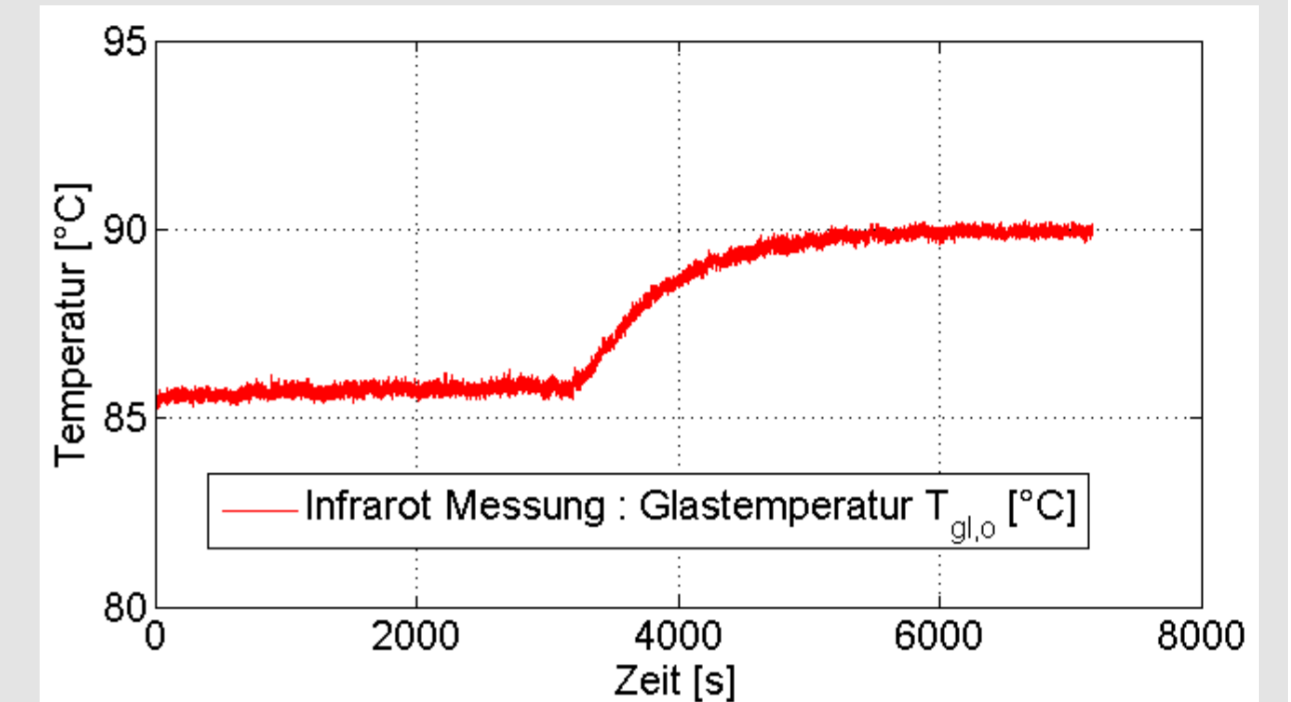
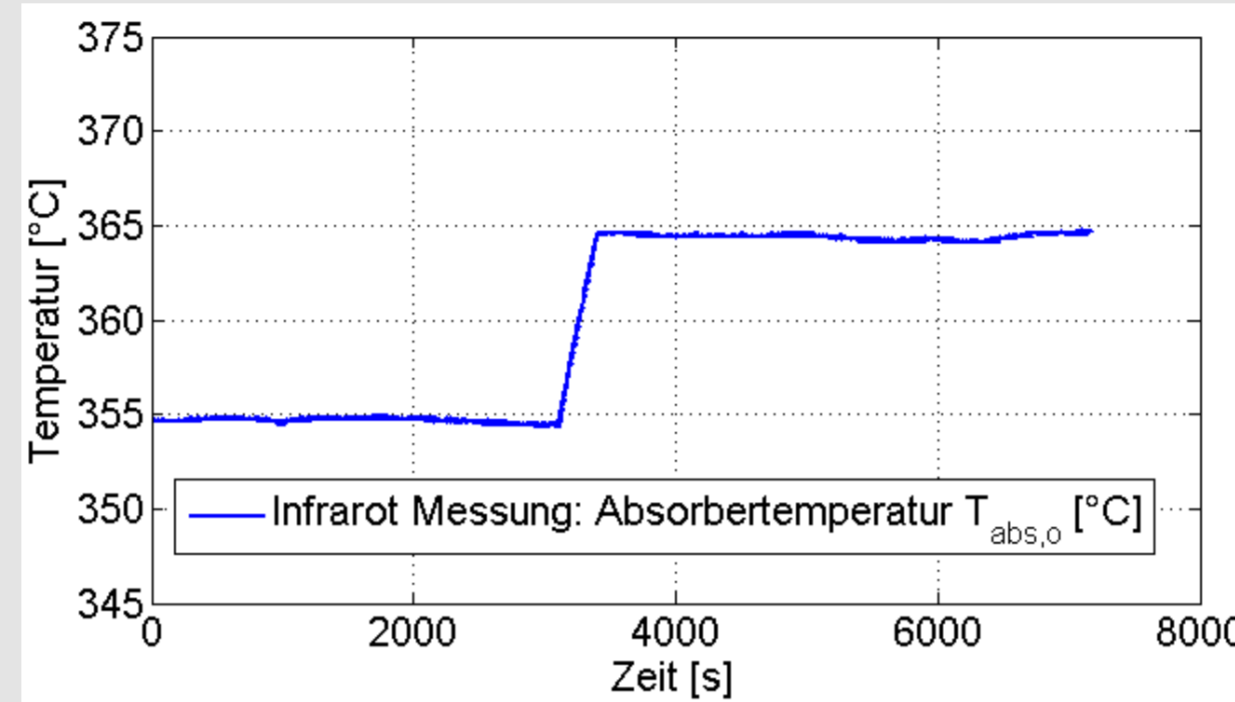
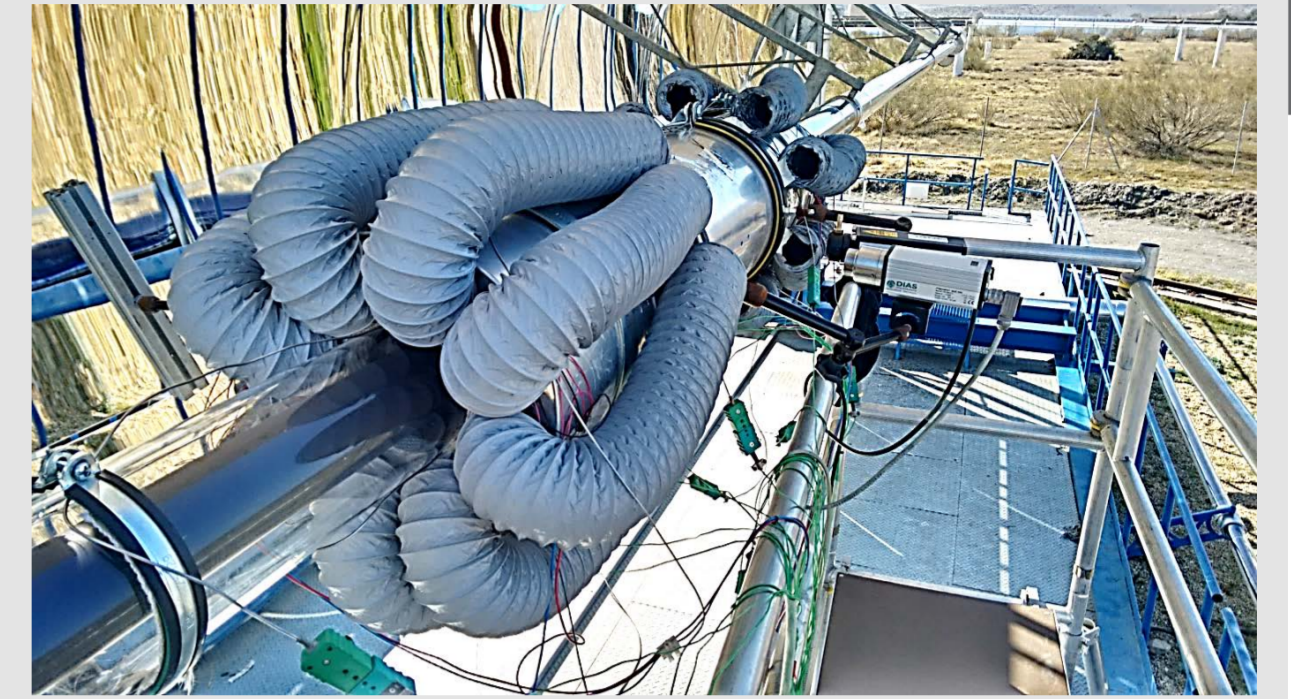


Abbildung 3: Das Absorberrohr wird mit einer rampenförmigen oder rampenähnlichen Temperaturänderung durch eine Variation der Fluidtemperatur beaufschlagt (links). Auf diese Anregung reagiert die Glastemperatur mit einem S-förmigen Profil (rechts). Aus dem Systemverhalten beider Kurven lässt sich auf die Wärmeverluste des Receivers zurückschließen.

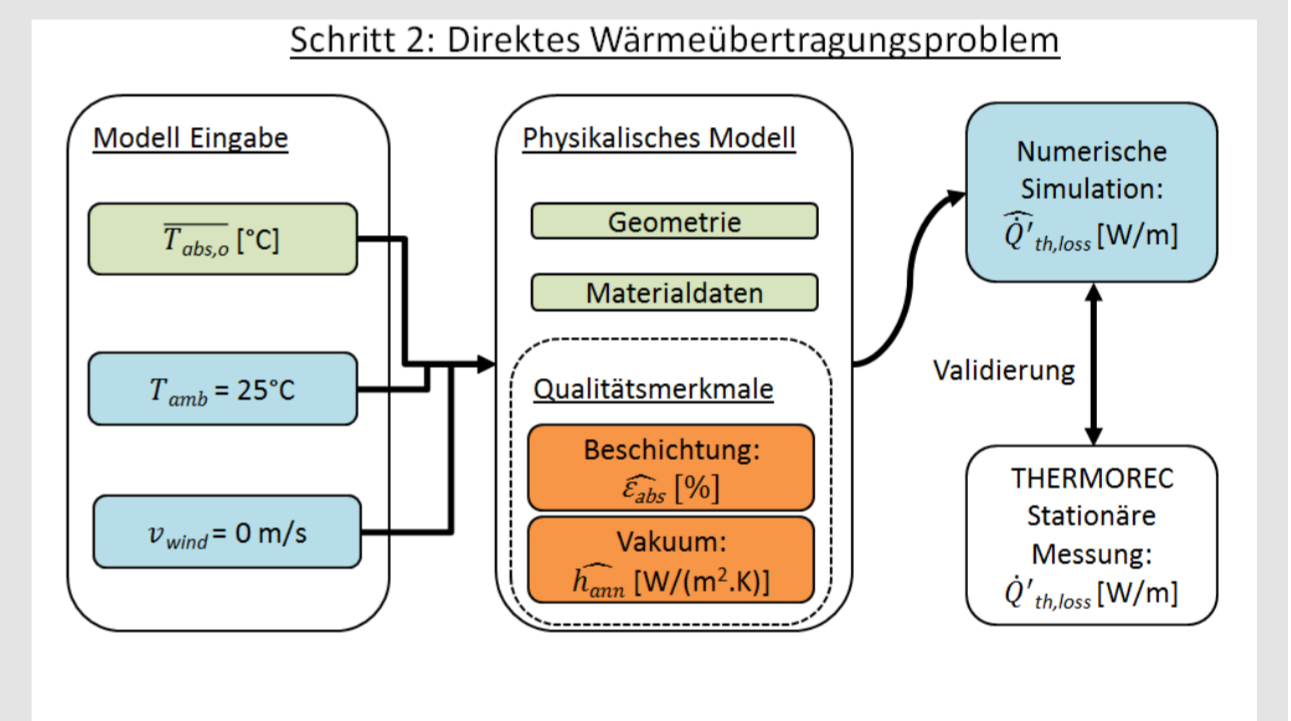
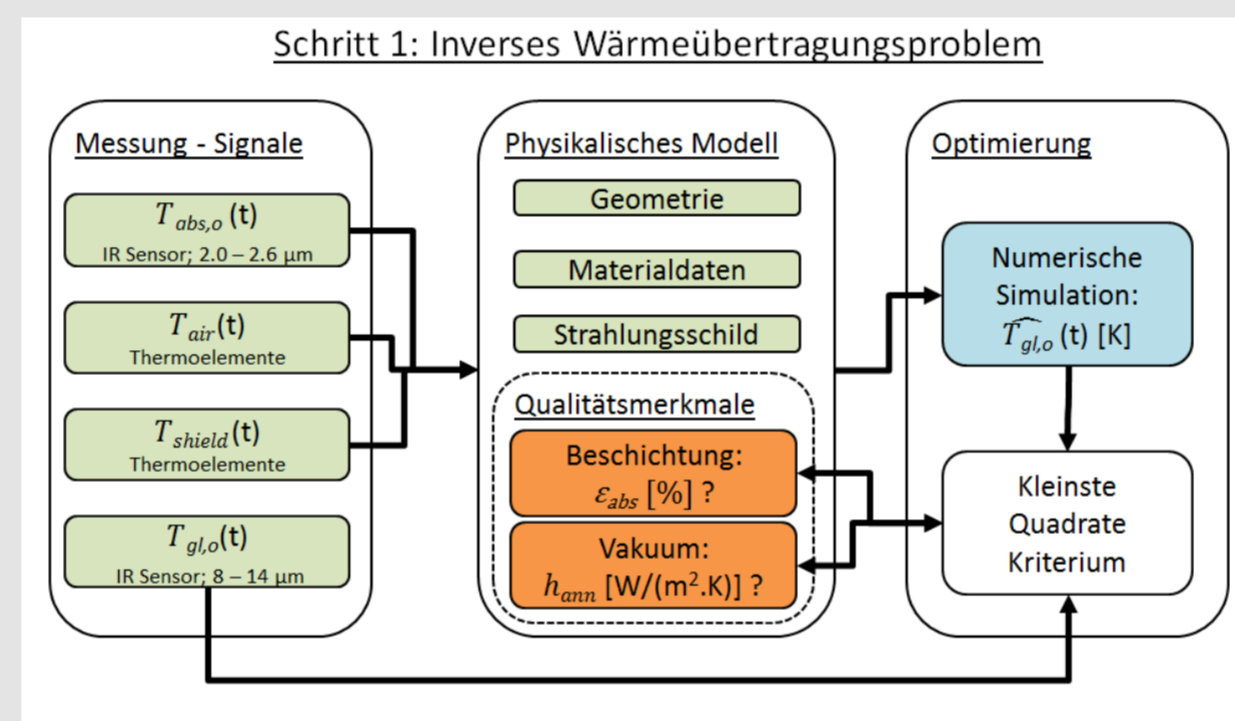


Abbildung 4: Ablauf der Auswertungsroutine. Linkes Diagramm: Die Temperaturmesssignale (Absorber, Glas, Luft) werden mit einem numerischen Modell zur parametrischen Identifikation der thermischen Rohreigenschaften verarbeitet. Rechtes Diagramm: Die Wärmeverluste werden anschließend mit dem identifizierten thermischen Parametern berechnet.

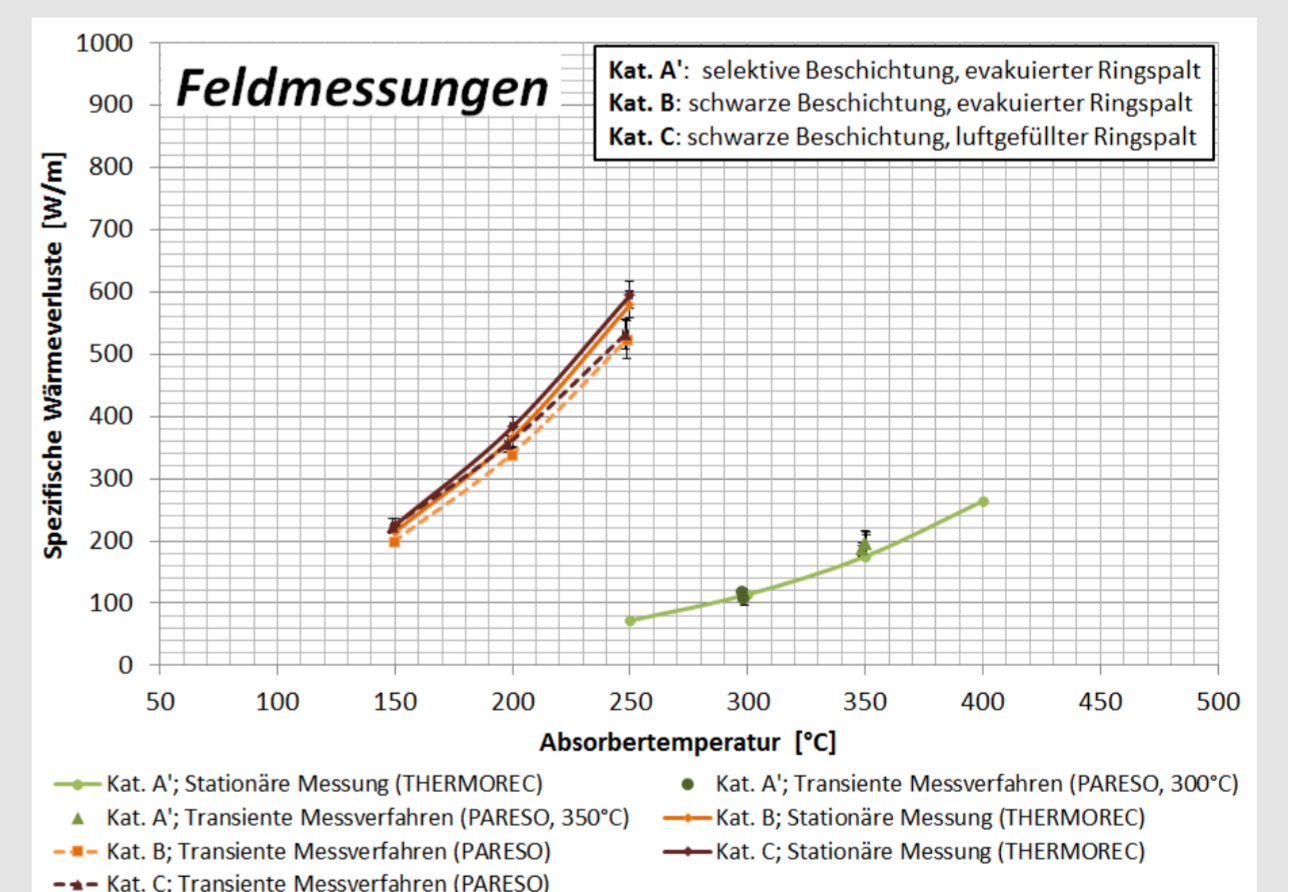
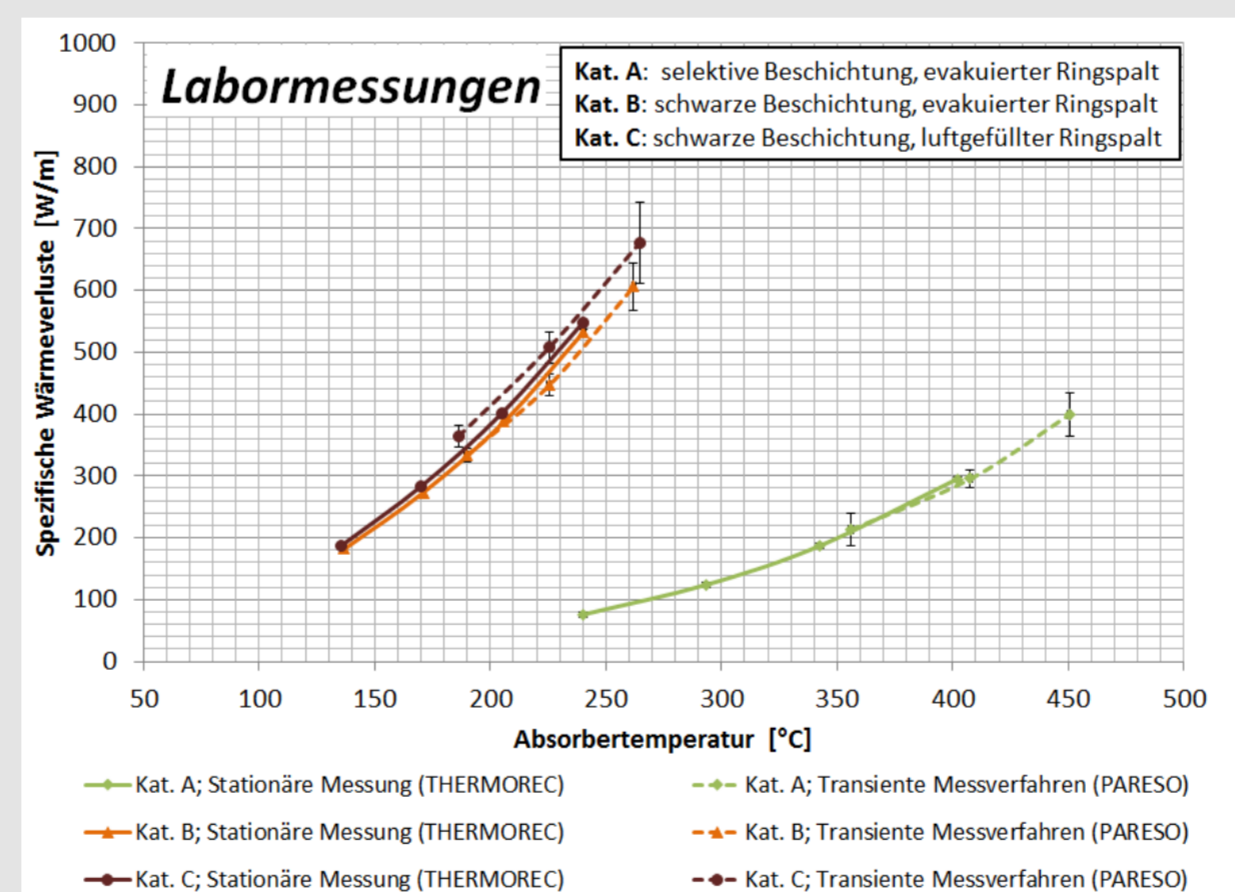


Abbildung 5: Validierung der Ergebnisse der transienten Messmethode (PARESO) mit stationären Labormessungen (THERMOREC) für neue und degradierte Receiver. Die Ergebnisse stimmen gut überein. Linkes Diagramm: Messungen in Laborumgebung; Rechtes Diagramm: PARESO-Messungen im Feld.

Schlussfolgerung

Mit dem PARESO-Messverfahren können thermische Verluste eingebauter Receiver mit einer Genauigkeit kleiner als 10% im Vergleich zu den THERMOREC stationären Messungen gemessen werden.

Danksagung

Wir danken dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie für die finanzielle Unterstützung (FKZ 0325412).