

Der HiTRec-Luftreceiver als Wärmequelle für solare Hochtemperaturprozesse

Schwarzbözl, Peter (DLR), Broeske, Robin Tim (DLR), Trautner, Johannes (KAM), Doerbeck, Till (KAM)



Bild 1: Keramische Absorber in der HiTRec-Receiverstruktur.

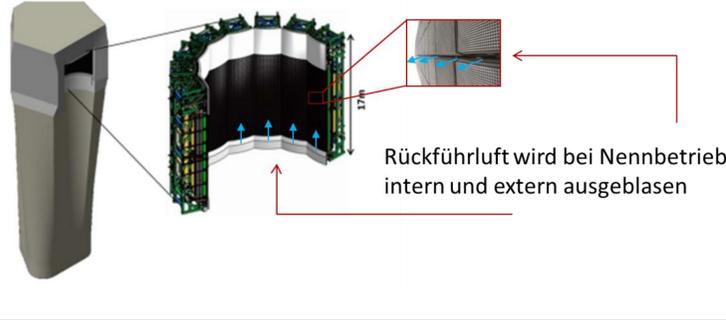


Bild 2: Neue HiTRec-Receiverstruktur in Cavity-Bauweise mit interner und externer Luftrückführung.

Der HiTRec Receiver

Im offenen volumetrischen Receiver mit dem patentierten HiTRec-Design wird konzentrierte Solarstrahlung in der Tiefe einer porösen keramischen Struktur absorbiert und an die durchgesaugte Luft übertragen (Abb. 1). Dadurch kann die Luft auf Temperaturen bis über 700°C erhitzt werden. In der üblichen Anwendung dient die Luft zum Befeuern eines konventionellen Dampfkraftprozesses (Bild 5 a). Bei diesem Receiveraufbau wird die „warme“ Rückföhlluft aus dem Dampfkessel mit 100-200°C zur Kühlung durch die metallische Haltestruktur geföhrt und durch Spalte zwischen den keramischen Absorbern ins Freie geleitet. Dort mischt sie sich mit Umgebungsluft und wird durch die bestrahlten Absorber wieder eingesaugt. Die Hochtemperaturwärme kann alternativ einem thermischen Speicher zugeföhrt werden, um sie in Zeiten von geringem Solarangebot und/oder hoher Nachfrage zu verwerten. Der Speicher besteht aus einem drucklosen Kessel mit keramischen Porenkörpern oder Hohlsteinen als Füllmaterial, an die die sensible Wärme von der durchströmenden Luft übertragen wird. Mit dem Solarturm Jülich wird diese Technik seit 2009 als Gesamtsystem in der Leistungsgröße 1,5 MW_e erfolgreich demonstriert. Parallel wurde in mehreren FuE-Projekten die HiTRec-Receiver-technologie weiterentwickelt und entscheidend verbessert.

Durch den Einsatz feinerer Wabenkörper als Absorbermaterial konnte der Absorberwirkungsgrad um ca. 7% gesteigert werden. Durch die Ausführung des Receivers als Cavity (Abb. 2) konnte der Anteil der wiedereingesaugten Luft erhöht und die Verluste durch Abstrahlung gesenkt werden. Veränderungen in der inneren Receiverstruktur führten zu weiteren Verbesserungen hinsichtlich Wirkungsgrad, Skalierbarkeit und Betriebsfestigkeit. Damit konnte die Rückföhrrate auf über 85% erhöht und der thermische Wirkungsgrad des Receivers auf ca. 90% gesteigert werden (Bild 3 und 4).

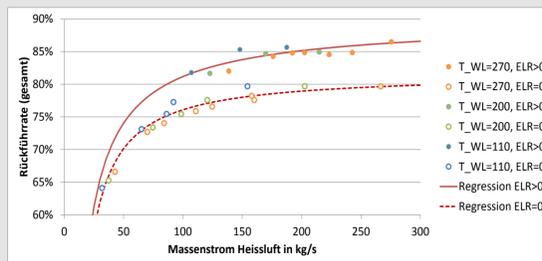


Bild 3: Rückföhrrate als Funktion des Luftmassenstroms für versch. Rückföhrrtemperaturen mit (ELR>0) und ohne (ELR=0) externe Luftrückföhrtung

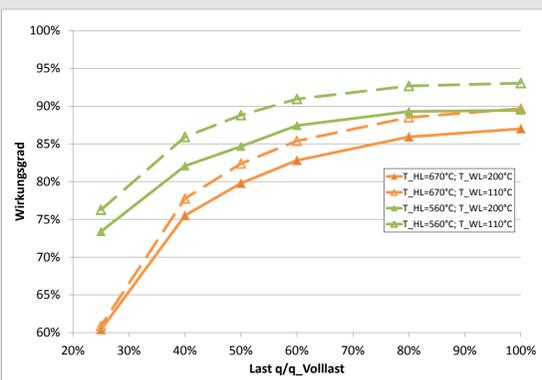


Bild 4: Thermischer Receiverwirkungsgrad über der Teillast für versch. Heiß- und Warmlufttemperaturen.

Einsatz zur Erzeugung von Prozesswärme

Der HiTRec-Receiver eignet sich neben der Beföuerung von Dampfkraftprozessen auch sehr gut als Wärmequelle für Hochtemperaturprozesse, entweder zur Erzeugung von Prozessdampf oder zur direkten Nutzung der Heißluft. Die Vorteile liegen auf der Hand:

- Luft oder Dampf als Wärmeträger sind unproblematisch und weit verbreitet
- weitgehender Einsatz von üblichen konventionellen Komponenten
- einfache Hybridisierbarkeit durch z.B. Gasbrenner
- einfaches Speicherprinzip
- flexibles Temperaturniveau bis über 700°C bei hohem Wirkungsgrad
- sehr gute Skalierbarkeit in weitem Leistungsbereich (10 MW_{th} - 200 MW_{th})
- robuster Betrieb auch unter transienten Bedingungen

Bei direkter Nutzung der Heißluft ist es häufig nicht möglich, einen geschlossenen Luftkreislauf zu realisieren (bei Trocknung, chem. Prozessen, etc.). Hier ist der Einsatz eines Hochtemperaturgebläses nötig. Dafür fallen je nach Temperaturniveau sehr hohe Investitionskosten an. Alternativ kann die Wärme über einen Regenerator oder einen Mehrkammer-Speicher mit einem Kaltluftgebläse dem Prozess zugeföhrt werden (Bild 5 b).

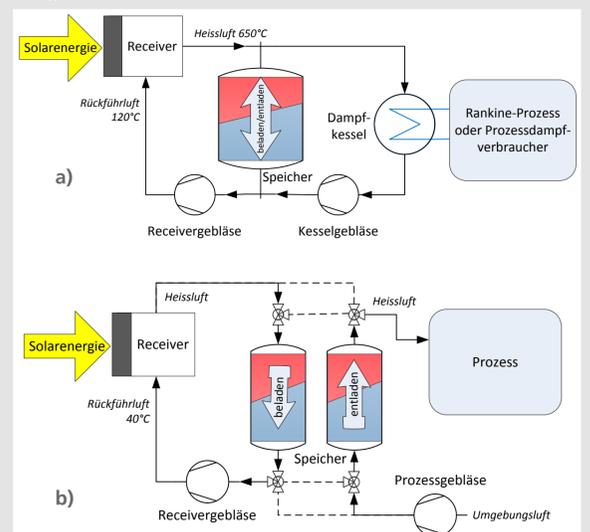


Bild 5: a) Fließschema zur Dampferzeugung b) Fließschema bei Heißluftnutzung