

Entwicklung eines hocheffizienten Receiversystems für Salzturmkraftwerke

Cathy Frantz*, Michael Puppe*, Ralf Uhlig*, Stefano Giuliano*, Stefan Schmalz**, Barbara Waldmann**, Christian Storm**

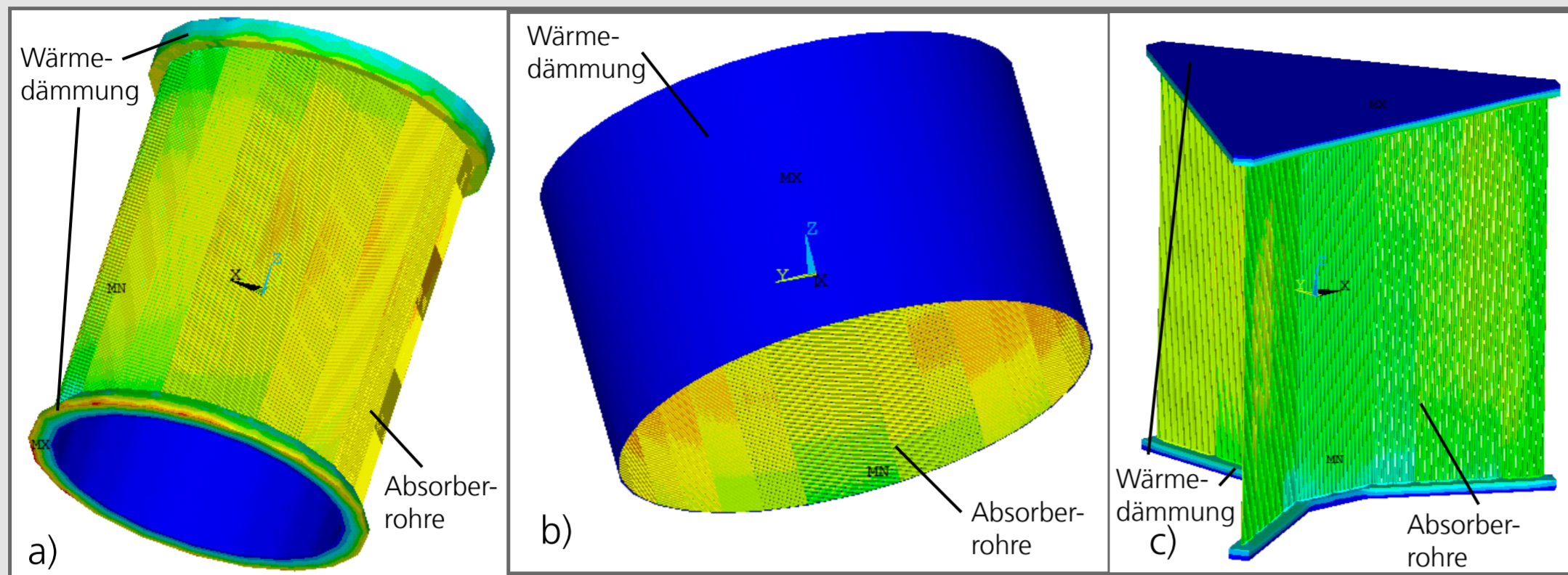


Abb1: Temperaturprofil untersuchter Konzepte im Design Point: a) Referenzkonzept: externer Receiver, b) Kavitäten-Receiver c) Stern-Receiver

Grundlastfähige CSP-Kraftwerke

Solarthermische Kraftwerke (CSP) mit Salzschnmelzen als Wärmeträger- und Speichermedium gelten heute als die vielversprechendste Technologie im Turmbereich. Sie kennzeichnet sich insbesondere durch das kostengünstige Speicherkonzept, wodurch ein 24-Stunden-Betrieb realisiert werden kann. Gegenüber dem Stand der Technik besteht ein Potential zur Kostensenkung durch den Einsatz optimierter Receiver.

Innerhalb des HPMS Projektes werden verschiedene Receiverkonzepte entwickelt und techno-ökonomisch bewertet.

Ziel des Projektes ist es, ein Basic Engineering für ein Testreceiversystem zu entwickeln. Ziel einer zweiten Phase ist der Test eines Subsystems unter solaren Bedingungen.

Betrachtete Konzepte

Das sogenannte externe Receiverkonzept mit Rundumfeld entspricht dem heutigen Stand der Technik. (siehe Abb. 2) Dieses Konzept dient als Referenzsystem für die techno-ökonomische Bewertung. Neben dem externen Receiver werden optimierte Kavitäten-Receiverkonzepte, neuartige Beschichtungen, Mehrturmsysteme und



Abb2: Das Salzturmkraftwerk „Crescent Dunes“ mit 110 Mwe in den USA (Quelle: SolarReserve)

Das sogenannte Stern-Konzept betrachtet. Wirkungsgrad- und Kostenermittlung Receiver

Basierend auf dem, für die jeweilige Variante, optimierten Heliostatenfeld und der maximal zulässigen lokalen Flussdichten wird eine optimale Zielpunktverteilung des Heliostatenfeldes bestimmt.

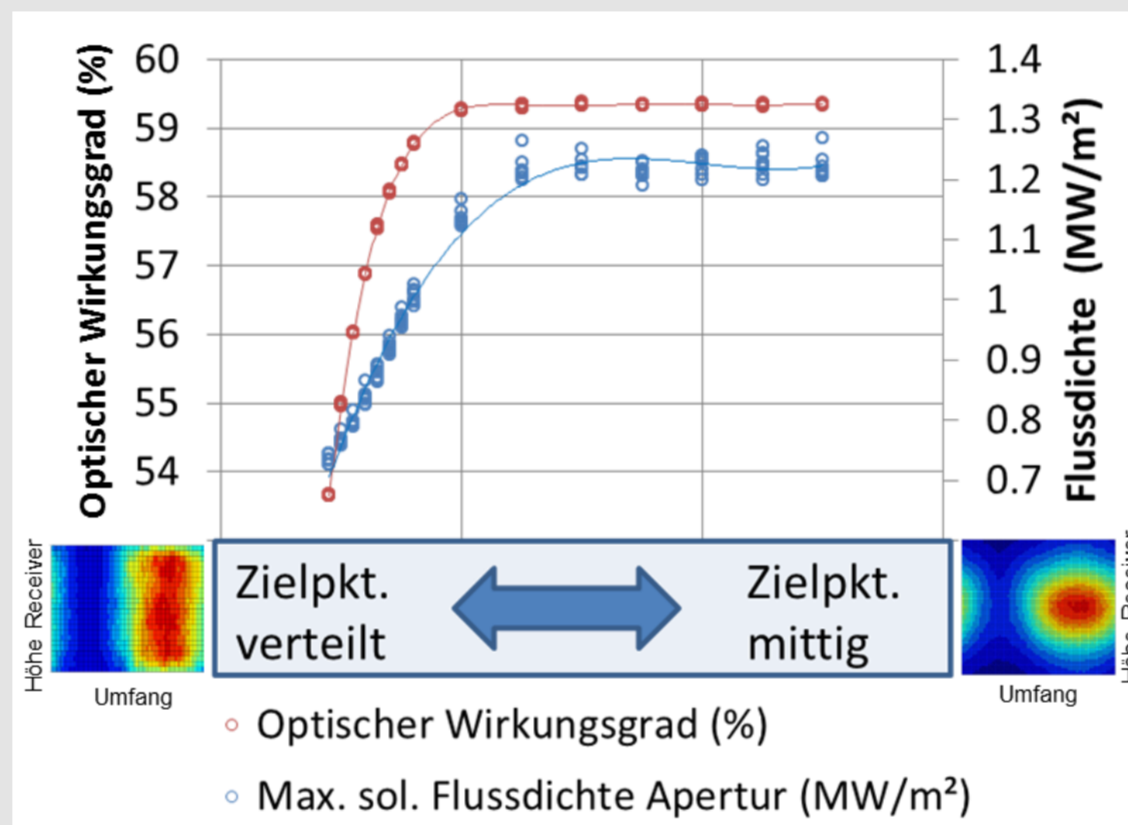


Abb3: optischer Wirkungsgrad und maximale Flussdichte als Funktion der Zielpunktverteilung

Die Simulation des optischen und thermischen Wirkungsgrades und der lokalen Absorber- und Salzschnmelztemperaturen erfolgt anschließend mithilfe von Raytracing Software (SPRAY) und eines thermischen FEM-Modells (ASTRID). Hierbei können alle maßgeblichen Randbedingungen berücksichtigt werden. (IR-Austausch, Konvektion, Wärmeleitung...)

Die Kosten für Material, Fertigung und Montage wird durch eine umfangreiche Auslegung der einzelnen Receiverkomponenten, sowie der Haltestruktur durch die BBS GmbH ermittelt.

Da bei den Kavitäten-Konzepten eine starke Kopplung zwischen Aperturfläche, Kavitätentiefe und Absorberfläche besteht, wird eine Optimierung der Kavitätengeometrie durchgeführt. Eine

Steigerung des Receiverwirkungsgrades kann nur durch eine deutliche Erhöhung der Absorberfläche und damit Kosten, oder einer Reduzierung der Aperturfläche erreicht werden. Dies führt allerdings zu niedrigeren Feldwirkungsgraden und höheren Türmen.

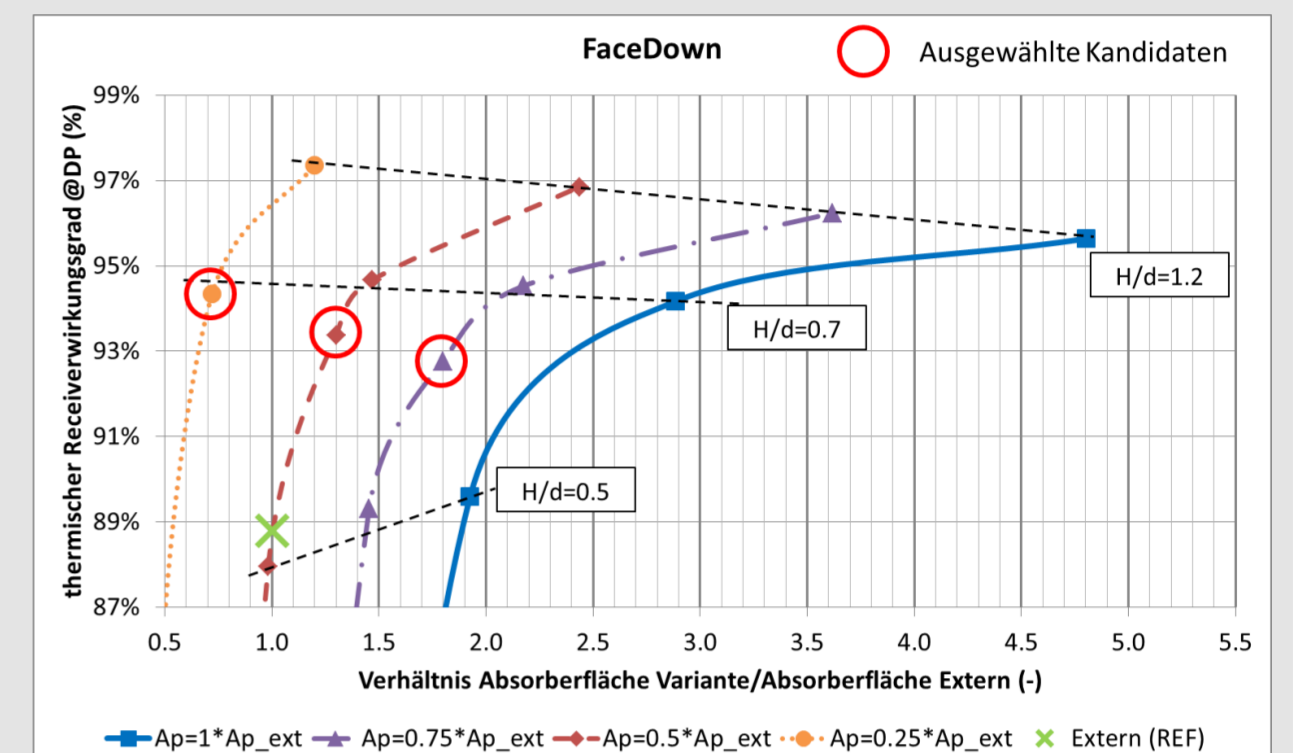


Abb4: optischer Wirkungsgrad im DP FaceDown Konzept für unterschiedliche Aperturflächen und Tiefe zu Durchmesser Verhältnisse (H/d)

Der Stern-Receiver liefert einen mit dem Referenzsystem vergleichbaren Wirkungsgrad, bei einer Reduktion der Absorberfläche von bis zu 39%.

Techno-ökonomische Bewertung Receiversystem

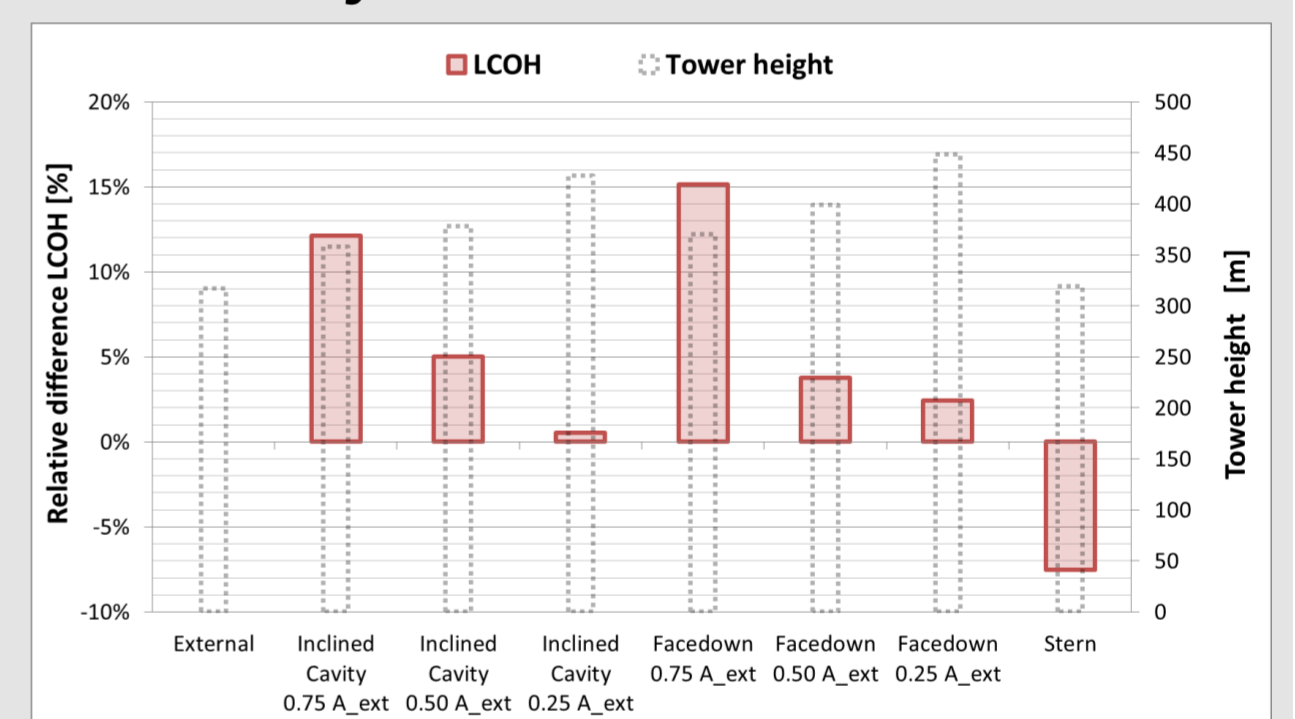


Abb5: Relative Levelized Cost of Heat (LCOH) und Turmhöhe der unterschiedlichen Receiverkonzepte Aufgrund der größeren Absorberflächen und Kosten weisen die Kavitäten Receiver erhöhte LCOH im Vergleich zur Referenz auf. Das erste Design des Stern Receivers erzielt eine Senkung der LCOH von 7%, wobei weitere Fortschritte im Laufe der Entwicklung erwartet werden.

Projektdate

Projektleitung: DLR e.V.
Projektstart: 10/2014
Projekttdauer: 24 Monate
Gesamtprojektvolumen: 1,84 Mio. Euro
Gefördert durch: BMWi



Kontakt: *DLR - Institut für Solarforschung | Abteilung Punktfokussierende Systeme | Stuttgart
Cathy Frantz | Telefon: +49 711 6862 645 | E-Mail: cathy.frantz@dlr.de

**BBS GmbH – Babcock Borsig Steinmüller GmbH | Europaallee 1 | Oberhausen