Entwicklung eines Hochtemperatur – Latent - Wärmespeichers für hohe Ausspeiseleistung

15. Symposium Energieinnovation

Graz, 14. bis 16.02.2018

Dr.-Ing. Andreas Dengel

steag

GLIEDERUNG

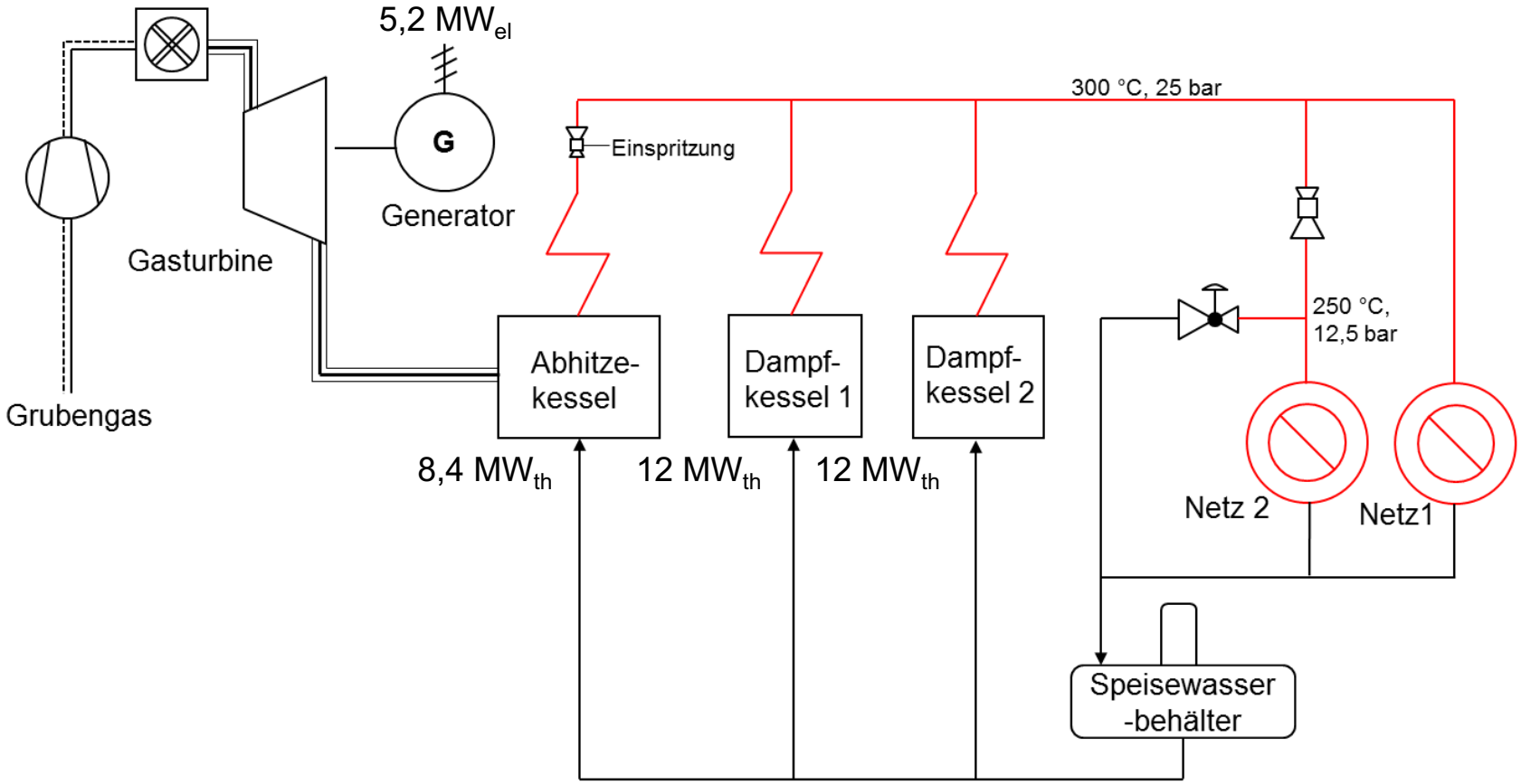
- MOTIVATION
- VORHABEN
- AUSLEGUNGSDATEN
- PLANUNG UND AUSFÜHRUNG
- ZUSAMMENFASSUNG

MOTIVATION KONKRETES VORHABEN

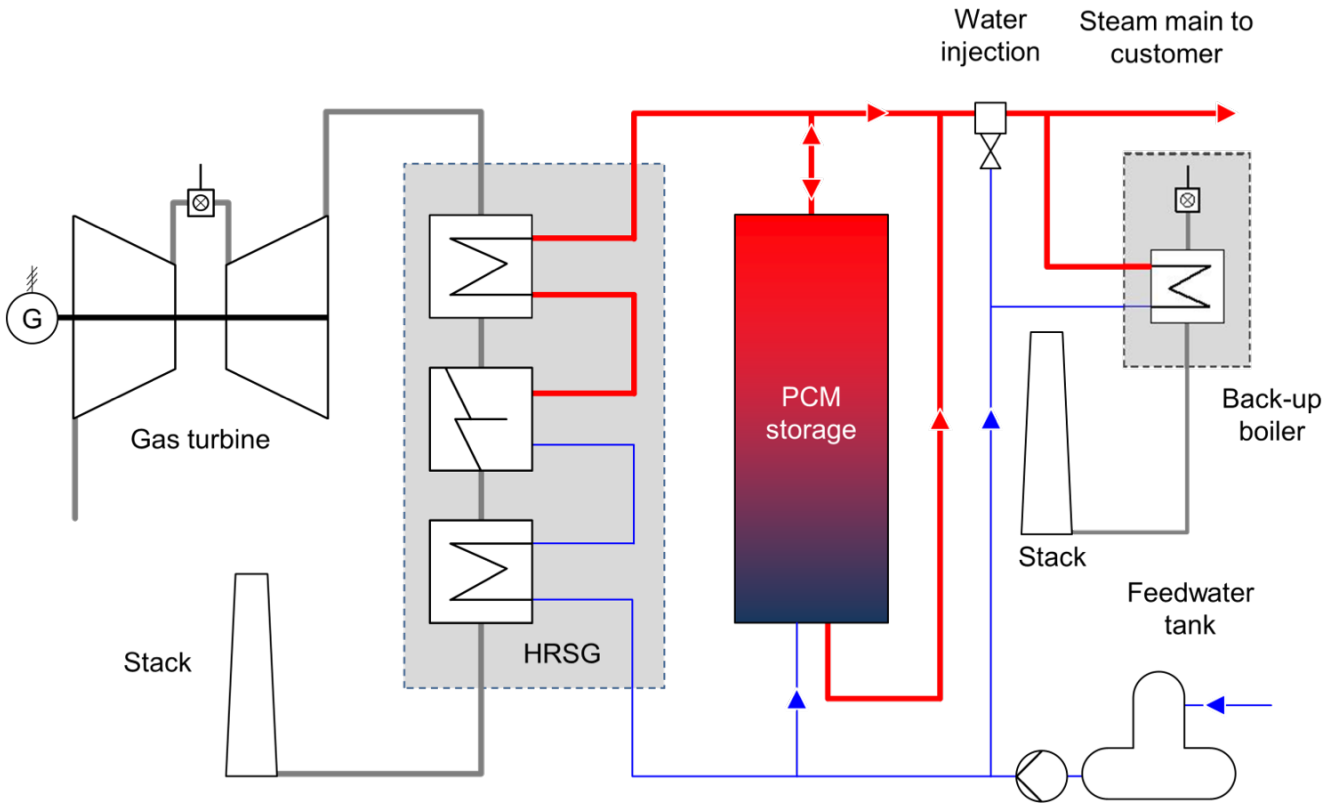
Heizkraftwerk Wellesweiler:

- Ausstattung:
  - Gasturbine mit AHK
  - 2 gasbefeuerte Dampfkessel
- Kunden:
  - Folienwerk
  - Weitere Abnehmer
- Übergabeparameter:
  - 26 bar, 300° C
  - 7/24 Belieferung, besichert

SCHEMATISCHES VERFAHRENSFLIESSBILD DES HKW WELLESWEILER



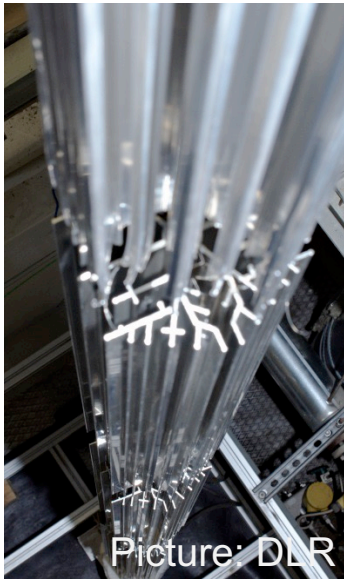
INTEGRATION DES SPEICHERS

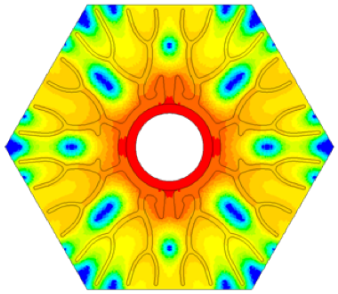


ENTWICKLUNG EINES HOCHLEISTUNGS-LATENTWÄRMESPEICHERS

steag

- Entwicklung eines Speichers für hohe Leistung und überhitzten Dampf
- Speicherentwicklung für Entladung bei 300° C, 26 barg und 6 MWth mit 15 Minuten Entladezeit
- Ausgewähltes Speichermaterial: NaNO3
- Untersuchungen zur thermo-mechanischen Stabilität der Rippenanbindung unter zyklischen thermischen Belastungen.
- Auslegung verschiedener Rippengeometrien mit assoziiertem Projektpartner F.W. Brökelmann & Co. KG
- Berechnungen des Aufschmelzverhaltens des PCMs mit verschiedenen Rippengeometrien
- Auslegung eines Speicherkonzepts und Berechnungen des Lade- und Entladeverhaltens



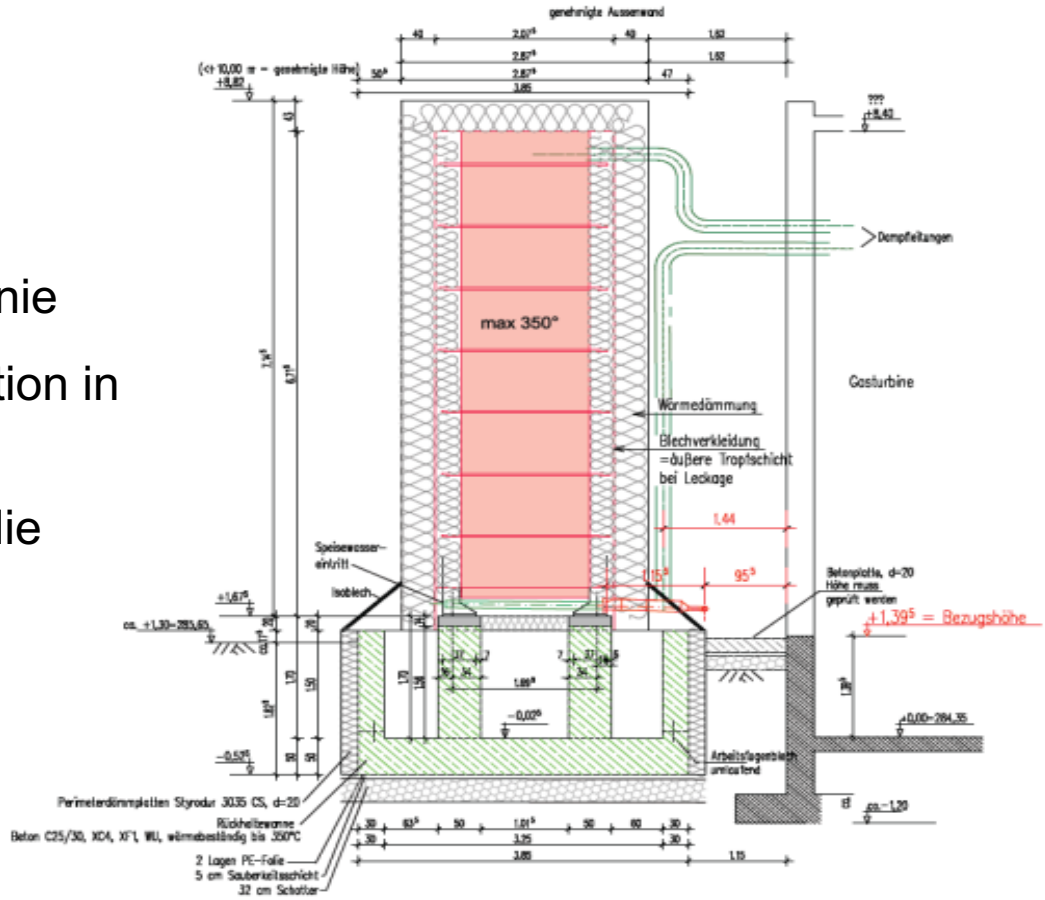


Picture: DLR

DETAILLIERTE AUSLEGUNG DES LATENTWÄRMESPEICHERS

Speicherauslegung muss verschiedene Aspekte berücksichtigen:

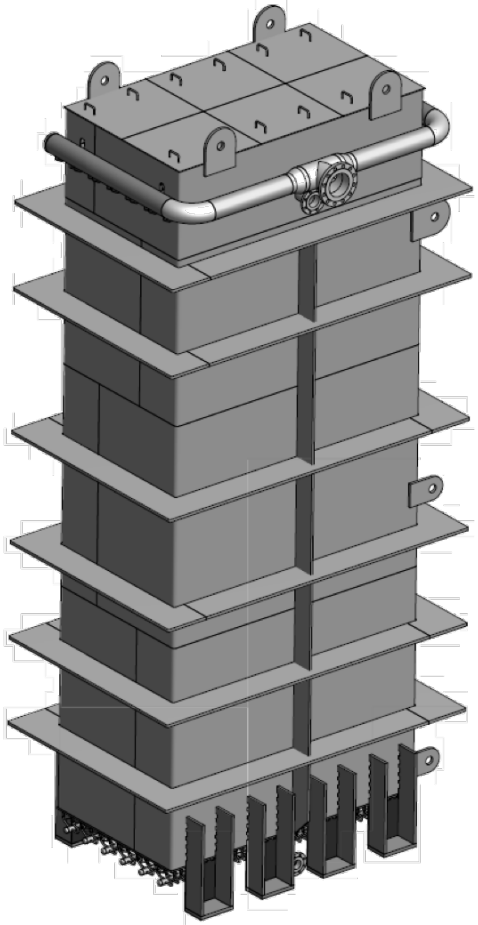
- Schnelle Umschaltzeiten
- Große Temperaturunterschiede
- Auslegung nach Druckgeräterichtlinie
- Wartungsmöglichkeiten für Integration in einen laufenden Betrieb
- Sensorik und Datenerfassung für die Forschungsergebnisse



DETAILLIERTE AUSLEGUNG DES LATENTWÄRMESPEICHERS

steag

- Erster großer Hochtemperatur-Latent-Wärmespeicher mit extrudierten Aluminiumrippen
- Speichermedium: $NaNO_3$
  - Schmelztemperatur: 306 ° C
  - Inhalt: ~30 t
- Wärmeübertragungsmedium: Dampf / Wasser
- Leistung: 6 MW_{th}
- Kapazität: >1.5 MWh
- Abmessungen: 6.7m x 2.5m x 1.6m
- Etwa 850 berippte Rohre

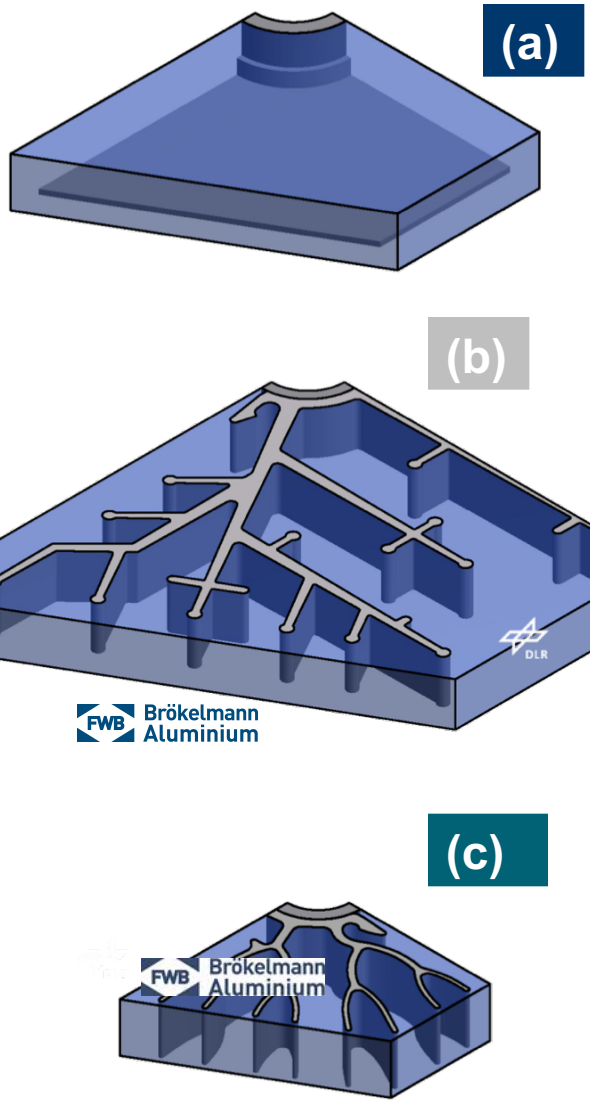


Picture: DLR

UNTERSUCHUNG VERSCHIEDENER RIPPENGEOMETRIEN

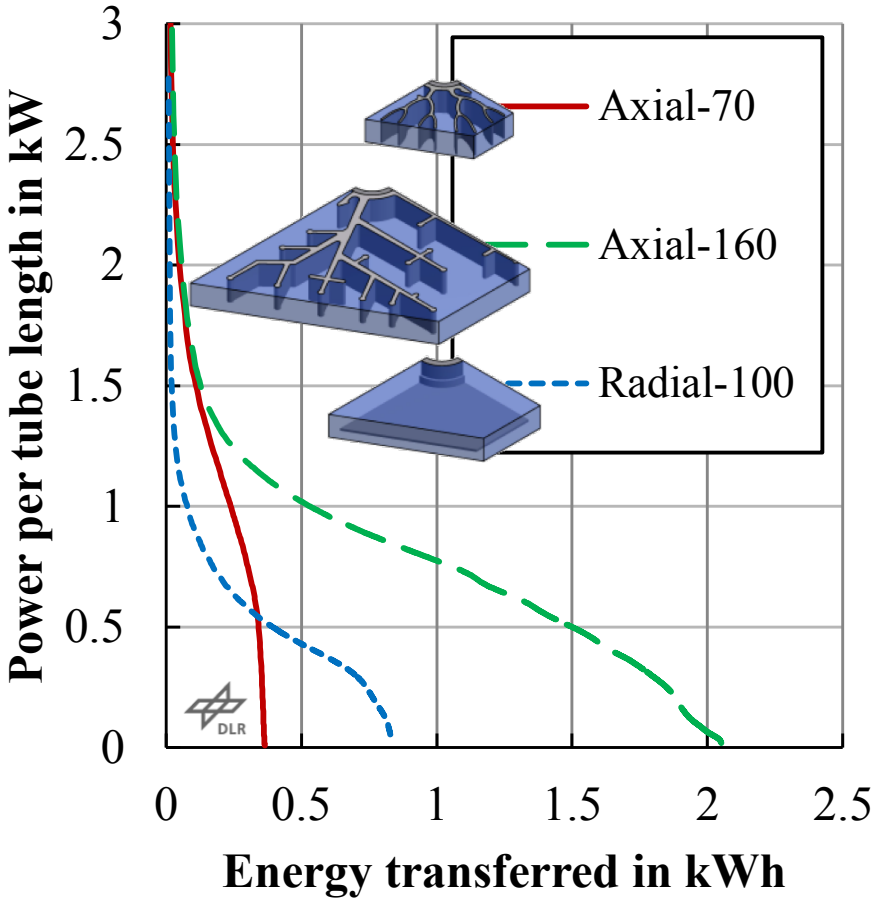
steag

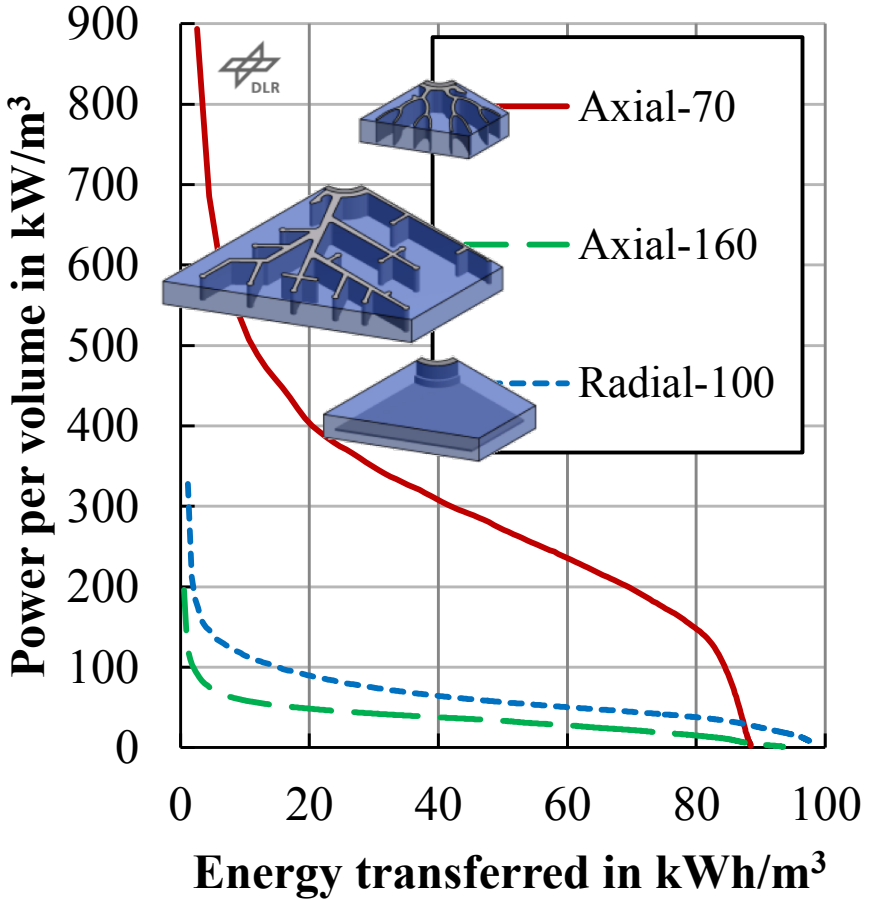
Eigenschaften	(a)Radial -100	(b)Axial-160	(c)Axial-70
Rohrabstand [mm]	100	160	70
Rippenanteil [vol.%]	8.2	14.3	17.9
Rippenmasse / Wärmeinhalt [kg/kWh]	2.19	4.10	5.32
Wärmeinhalt / Volumen [kWh/m³]	98.7	93.7	88.5
Rohrmasse / Wärmeinhalt [kg/kWh]	1.51	0.52	2.32



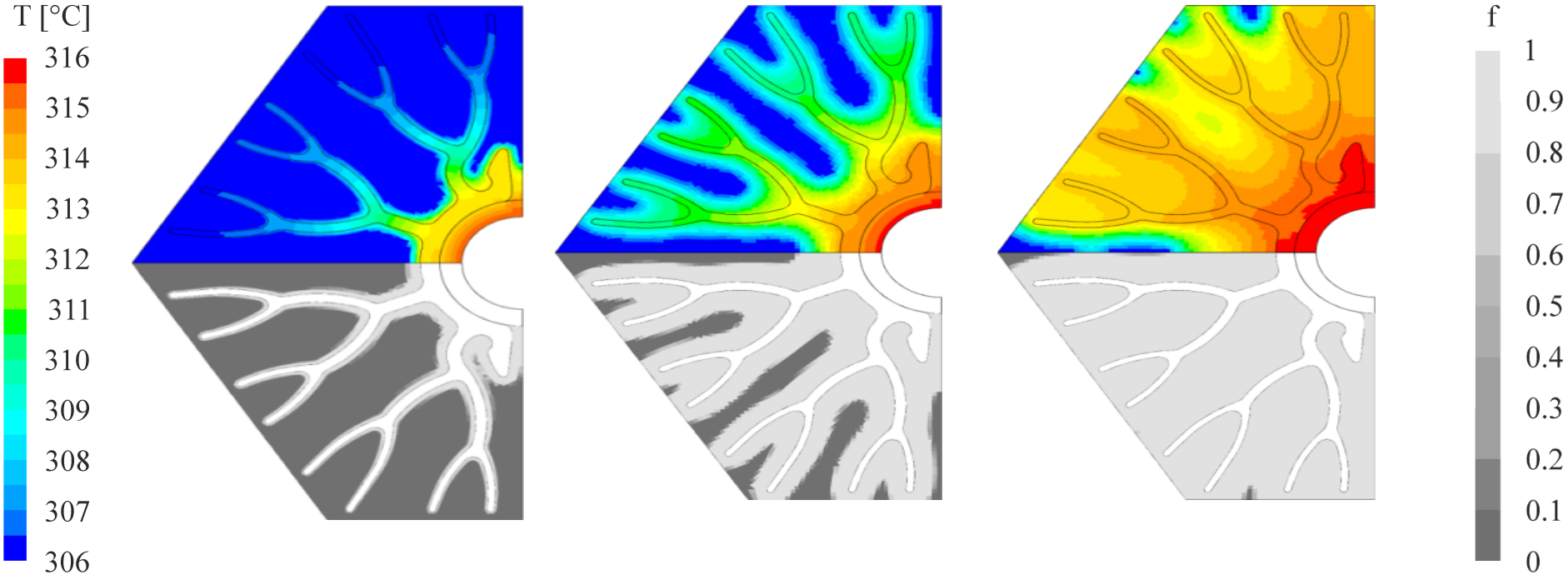
VERGLEICH DER 3 RIPPENGEOMETRIEN

steag





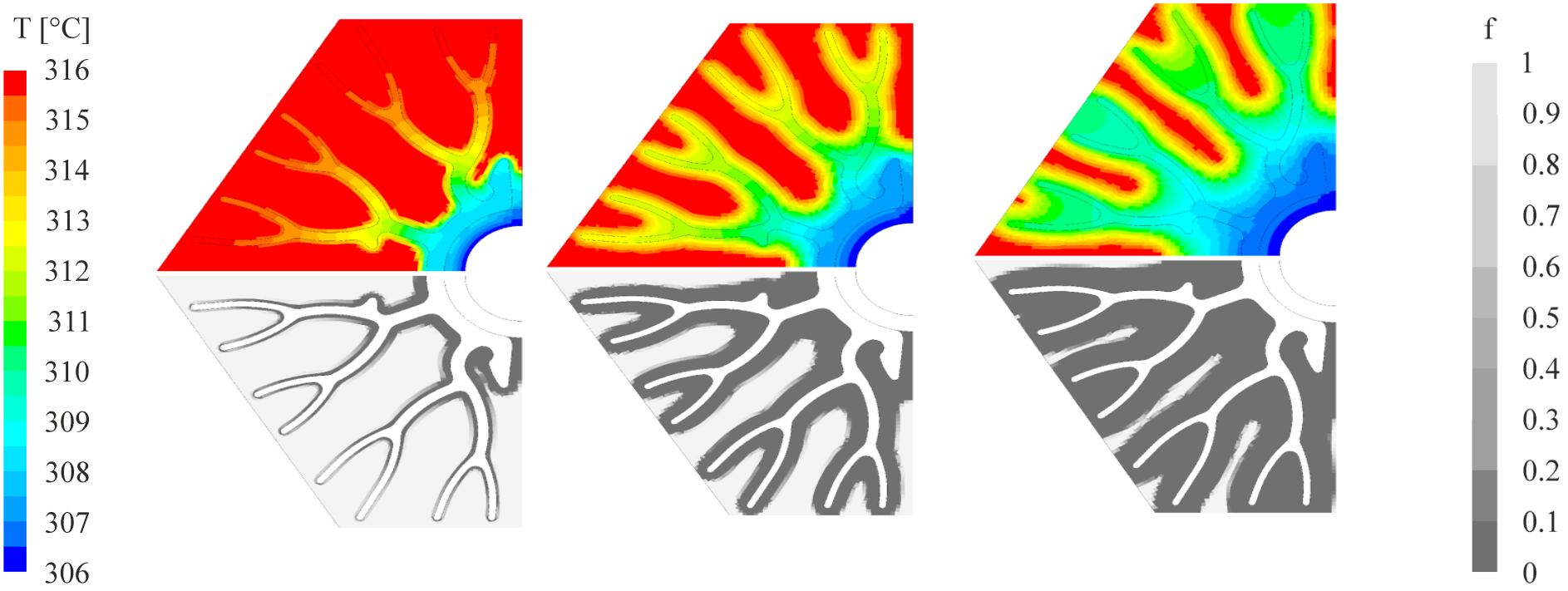
TEMPERATURVERTEILUNG T UND ANTEIL DER FLÜSSIGEN PHASE f FÜR AXIAL 70 BEIM LADEN



Ladezustand:	17.6 %	75.9 %	98.9 %

TEMPERATURVERTEILUNG T UND ANTEIL DER FLÜSSIGEN PHASE f FÜR AXIAL 70 BEIM ENTLADEN

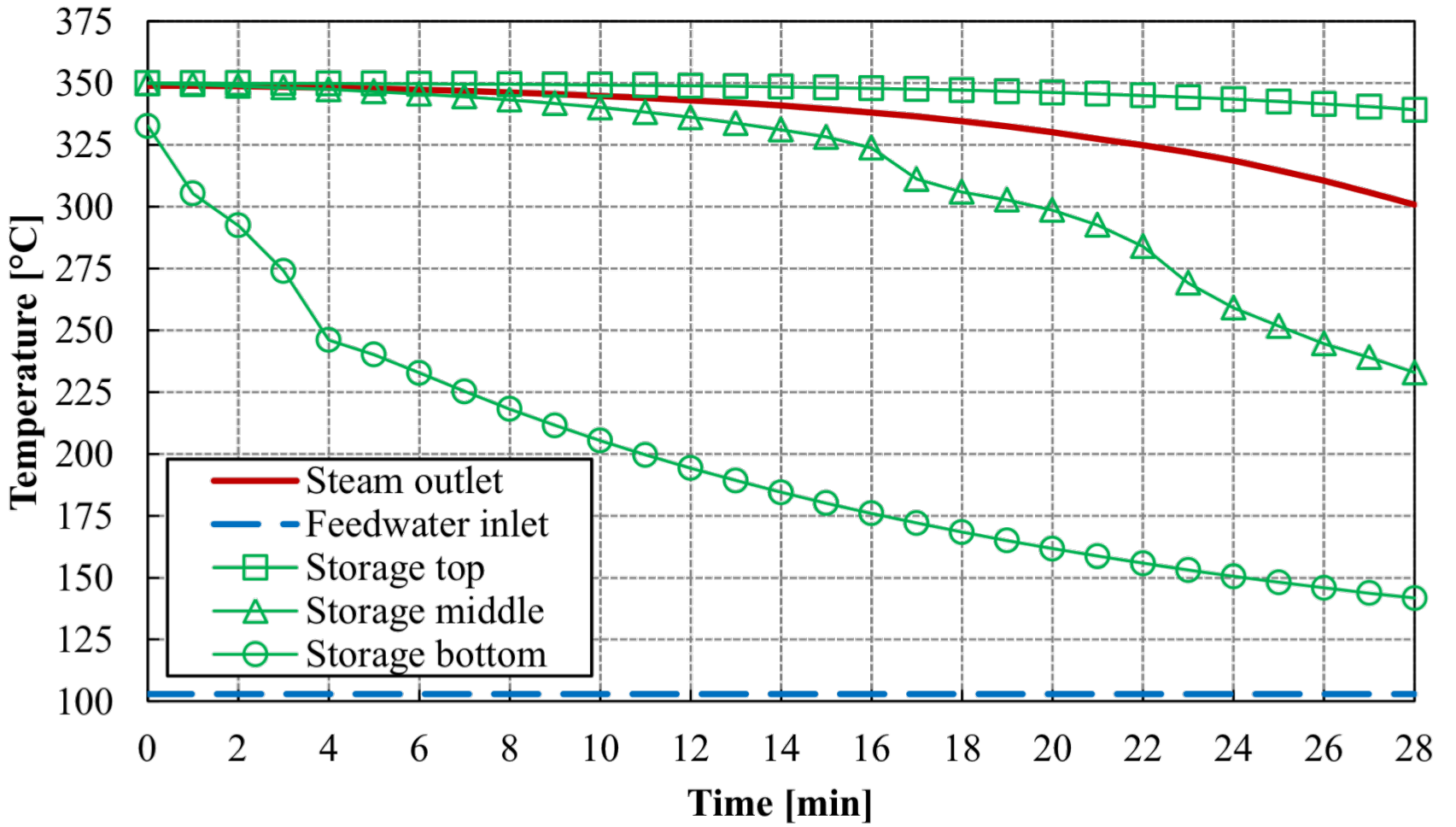
steag



Ladezustand: 82,1 % nach 100 s 40,8 % nach 500 s 13,9% nach 900 s

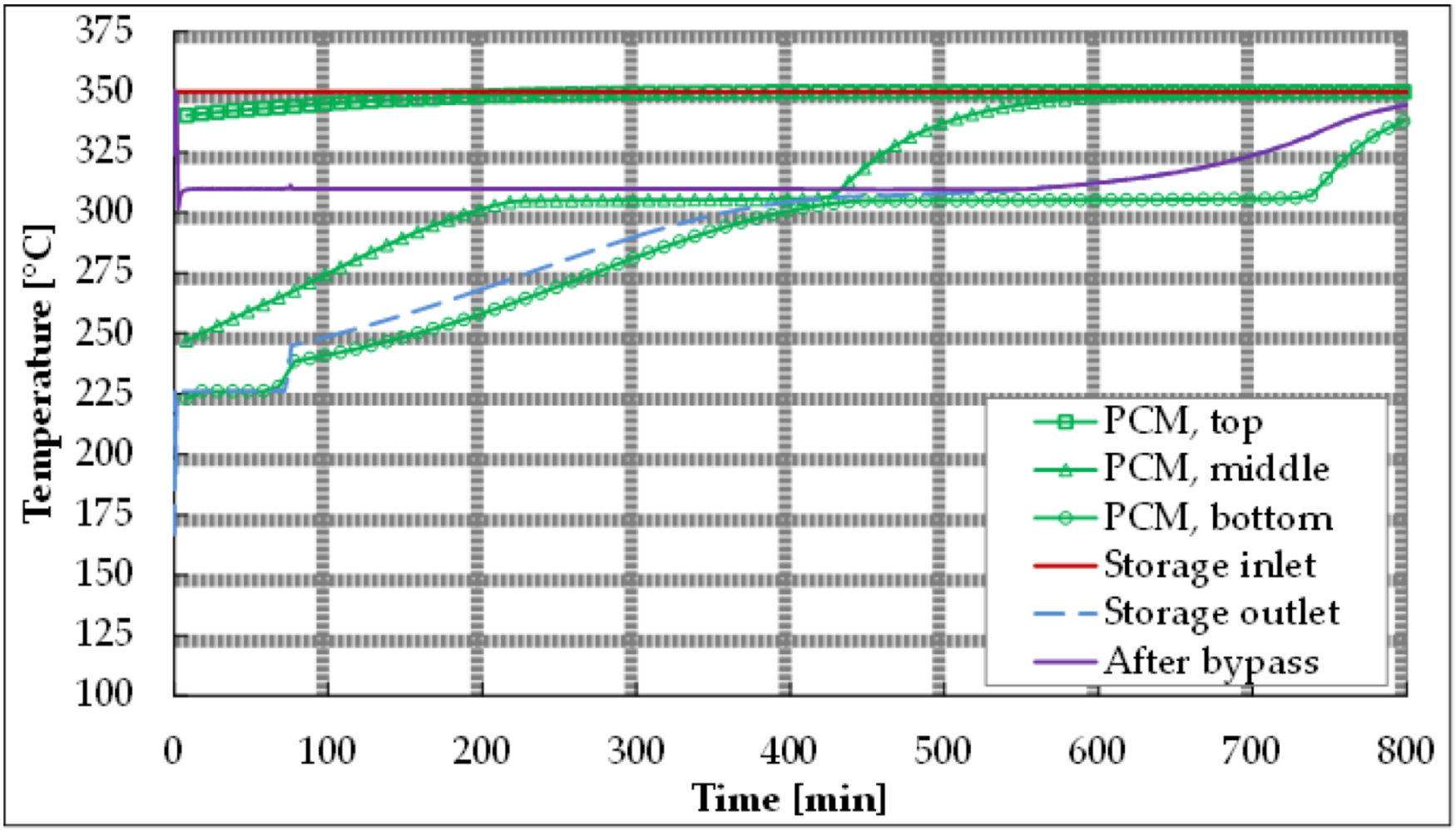
TEMPERATURVERLAUF ÜBER DER ZEIT - ENTLADUNG

steag



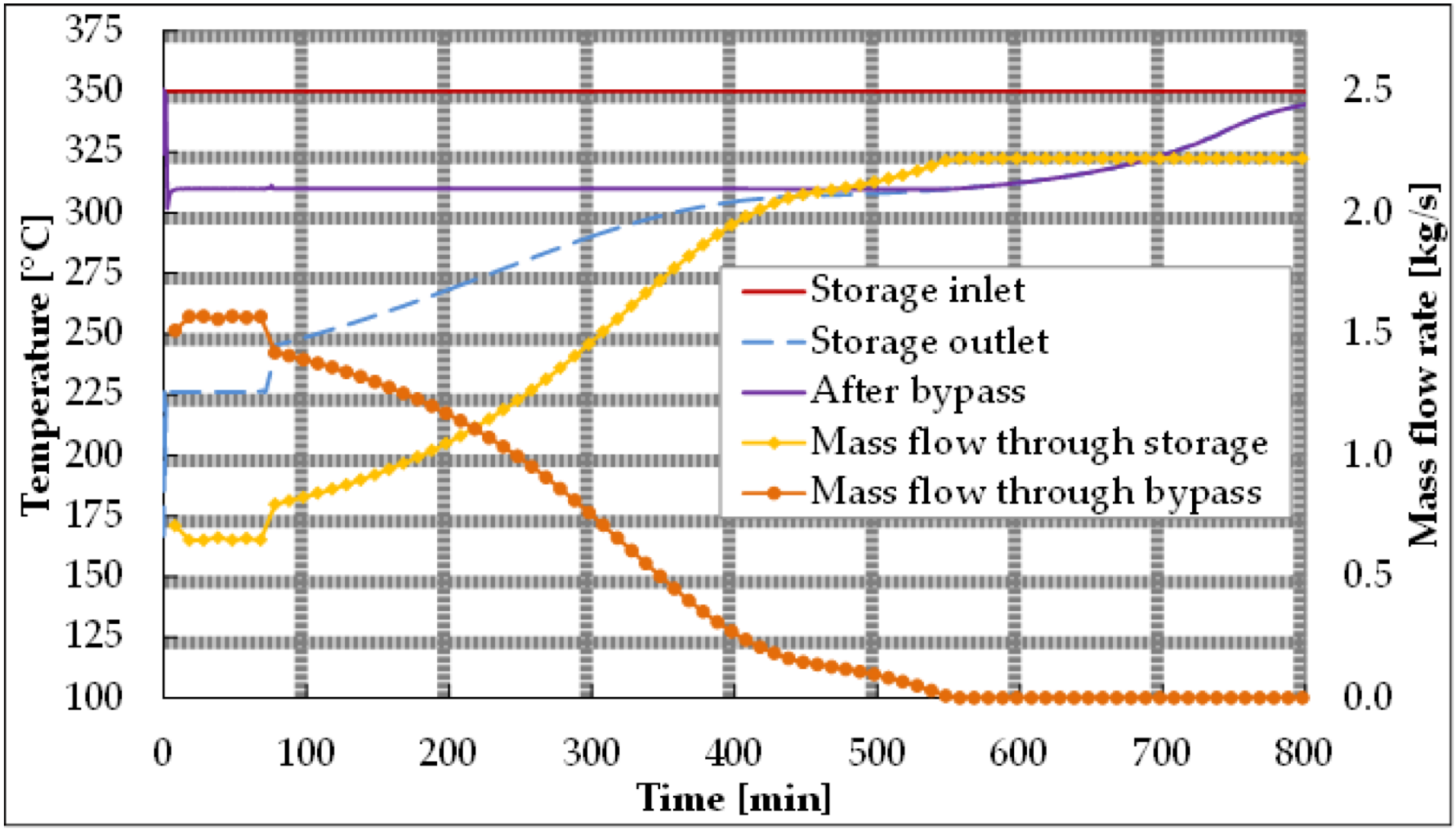
TEMPERATURVERLAUF ÜBER DER ZEIT - BELADUNG

steag

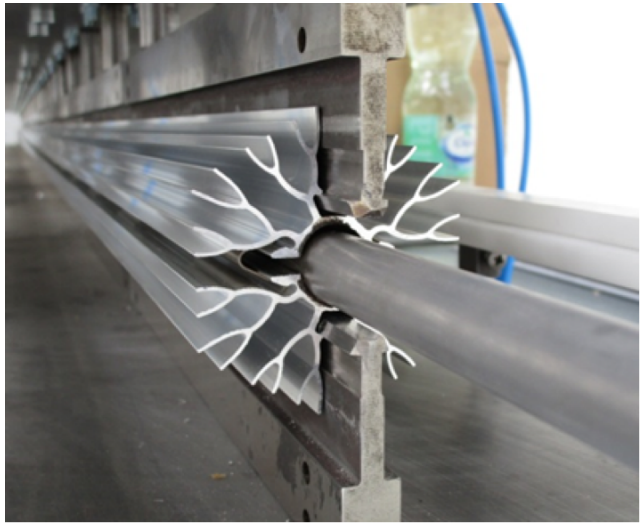


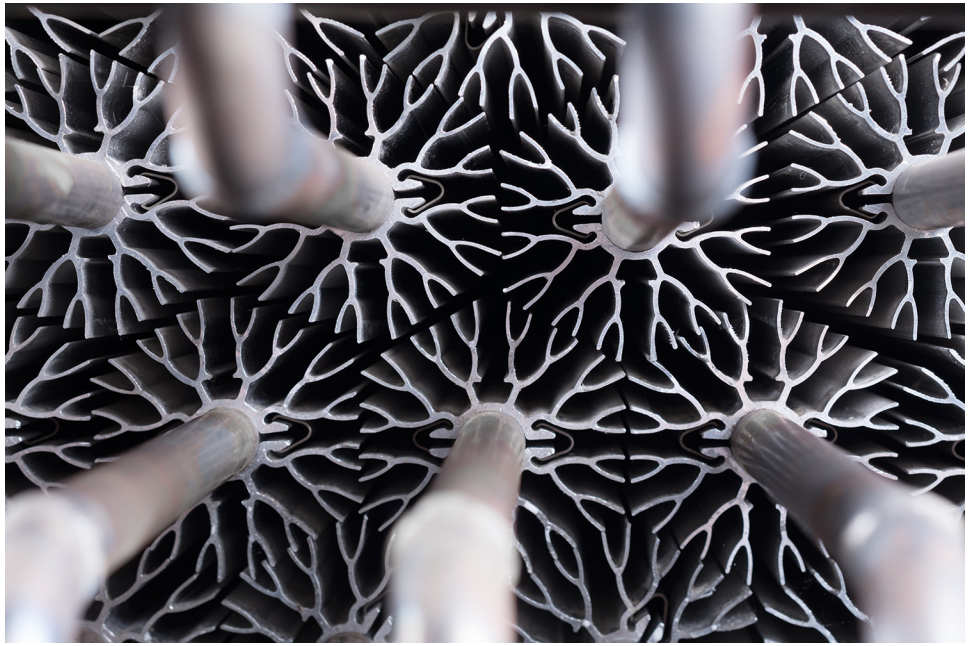
TEMPERATUR- UND MASSENSTROMVERLAUF ÜBER DER ZEIT - BELADUNG

steag



AUSGEWÄHLTES PROFIL





© KNAUF INTERFER

SPEICHER IM BAU

steag

FAZIT UND AUSBLICK

Hohe Leistung erfordert sehr guten Wärmeübergang

=> Entwicklung geeigneter Rippenprofile

- Extrudierbar
- Montierbar
- Temperatur- und Korrosionsfest

Durch AHK Überhitzung möglich

⇒Geringere Kondensation

Bau sehr aufwändig

Integration ins Werk Anfang 2018

DANKSAGUNG

Das öffentlich geförderte Vorhaben mit dem Titel „Thermische Energiespeicher für die Erhöhung der Energieeffizienz in Heizkraftwerken und Elektrostahlwerken“ wird gemeinsam durchgeführt von

- Badische Engineering GmbH (BSE),
- Badische Stahlwerke GmbH (BSW),
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
- F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG (FWB)
- STEAG New Energies GmbH (SNE)

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FKZ: 03ESP011

steag