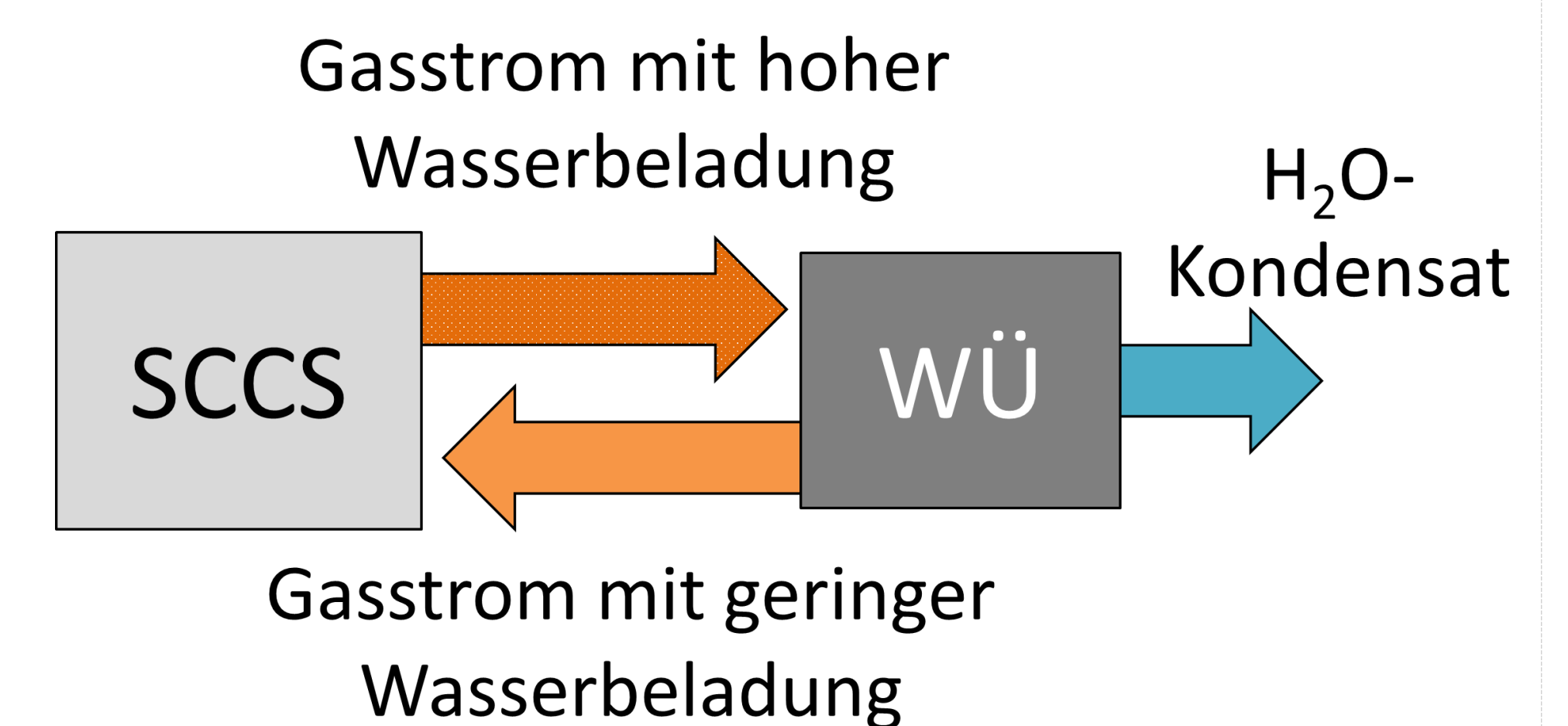


Auslegung eines Wärmeübertragers zur Abscheidung von Wasserdampf aus einem Gasstrom

Tobias Zschunke, Torsten Seidel, Bert Salomo

Motivation

Im Rahmen verschiedener Entwicklungsprojekte zur Solid Carbon Capture & Storage (SCCS)-Technologie wurde u. a. eine zugehörige Versuchsanlage errichtet. Am Austritt der Anlage ergibt sich aus dem Prozess ein heißer Gasstrom mit entsprechender Wasserdampfbeladung. Für die Verbesserung der Effizienz des Gesamtprozesses soll der Gasstrom in den Prozess zurückgeführt und dafür in einem Wärmeübertrager (WÜ) die Wasserdampfbeladung in definiertem Umfang verringert und das entstandene Kondensat abgeführt werden. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines Berechnungstools zur Ermittlung des thermodynamischen Bestfalles als Referenz und zur Dimensionierung des Wärmeübertragers unter verschiedenen Betriebsbedingungen.

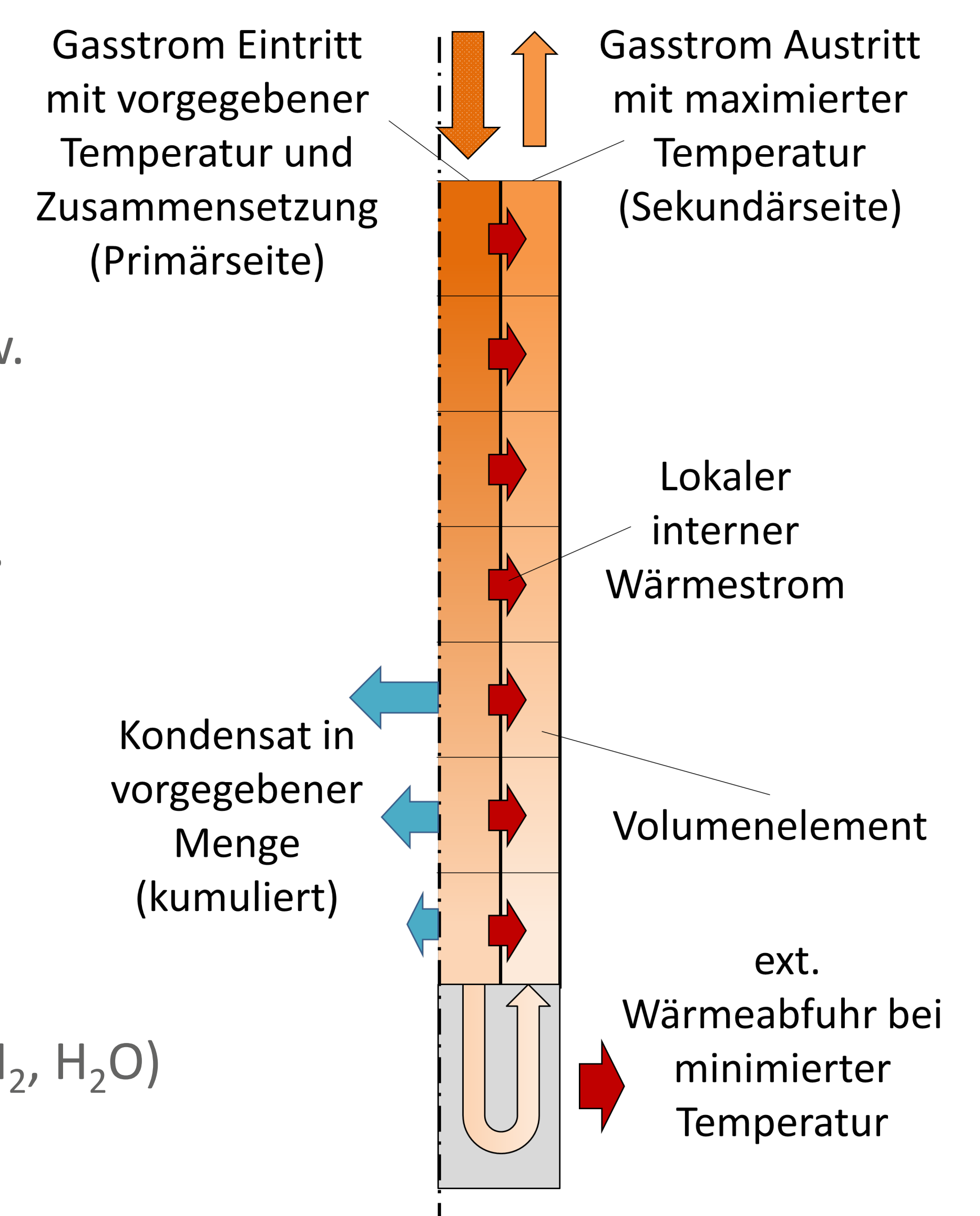


Durchführung

Im ersten Schritt wird eine Gesamtbilanz des WÜ erstellt, um die notwendige Wärmeabfuhr abzuschätzen. Im zweiten Schritt erfolgt die Modellierung des WÜ. Die Umsetzung des Berechnungstools erfolgt in MS Excel®. Für das Berechnungstool liegt das Prinzip eines Gegenstrom-Wärmeübertragers zugrunde, um die gespeicherte Energie im Gasstrom effizient zu nutzen. Dabei wird der Strömungsweg in einzelne Teilabschnitte bzw. Volumenelemente untergliedert (Diskretisierung). In jedem Abschnitt erfolgt eine Bilanzierung der zu-/ abgeführten Stoffmengen-, Kapazitäts- und Wärmeströme und die Berechnung der gebildeten Kondensatmenge unter Beachtung der jeweiligen Temperatur.

Folgende Bedingungen gelten bei der Modellierung:

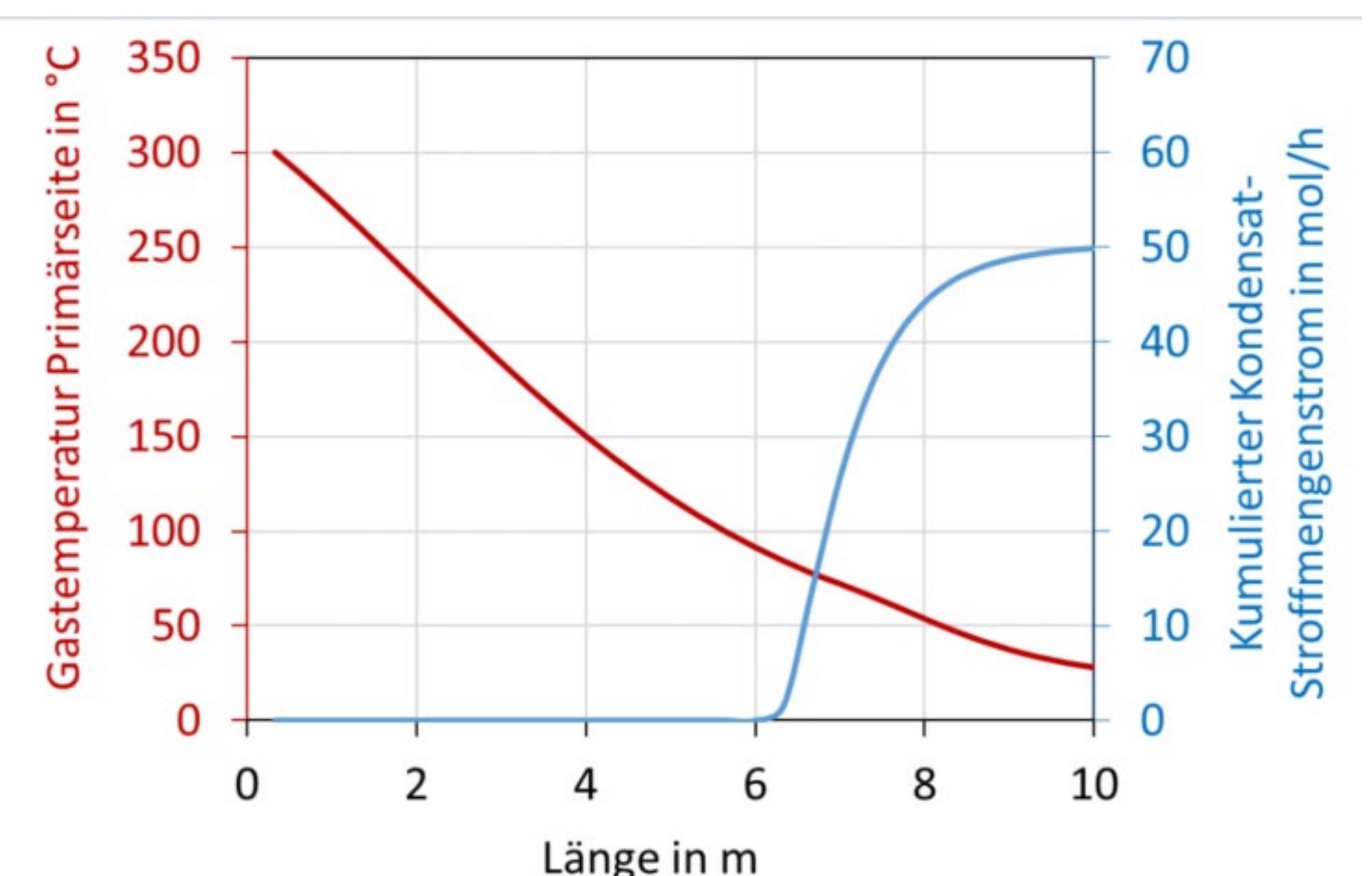
- Zustandsverhalten für Gasgemisch anhand Modell des idealen Gases
- Löslichkeit von Einzelgasen in Kondensat vernachlässigt
- Keine Kondensation anderer Gase außer Wasserdampf betrachtet
- Verunreinigungen im Gasstrom vernachlässigt
- Gas in Volumenelement komplett durchmischt
- Variable Vorgabe der Zusammensetzung des eintretenden Gasstromes (CO, CO₂, CH₄, H₂, H₂O)
- Stationärer Zustand
- Rohrgeometrie (in Zukunft veränderbar)
- Berechnung der Stoffdaten mittels CoolProp
- Temperaturänderung über Volumenelement entlang der Strömungsrichtung ergibt sich aus den bilanzierten Energieströme und der jeweiligen Wärmekapazität
- Wärmeströme ergeben sich anhand der Temperaturdifferenz zwischen den Volumenelementen (Beachtung des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik)
- Steuerung der Wärmeübertragung mithilfe des Wärmeübergangskoeffizienten, ermöglicht zukünftig Abschätzung notwendiger Maßnahmen wie bspw. Oberflächenvergrößerung



Ergebnisse (Auswahl)

Möglichkeit zur Abschätzung verschiedener Aspekte der Dimensionierung und der energietechnischen Bewertung bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen (Temperatur, Gaszusammensetzung), bspw.

- Strömungsquerschnitte, Länge, Kanalanzahl, usw.
 - Notwendigkeit und Umfang konstruktiver Maßnahmen für Verbesserung der Wärmeübertragung
 - Erreichbare Effizienz bei der Wärmerückgewinnung
 - Nutzung des Kondensats für effiziente Vorwärmung
- Es sind Voraussetzungen für die Einwerbung von Nachfolgeprojekten entstanden.



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushaltes.