

Simulation fortschrittlicher energietechnischer Prozesse mit fluiden Stoffgemischen auf Grundlage einer schnellen und genauen Stoffwertberechnung mit Spline-Interpolation

Matthias Kunick, Hans-Joachim Kretzschmar, Hochschule Zittau/Görlitz

In der modernen Energietechnik kommen zunehmend Stoffgemische zum Einsatz. Beispielsweise wird in neuartigen Gasturbinenanlagen Wasser sowohl in den Verdichter als auch in die Brennkammer eingespritzt um die Leistung zu steigern bzw. die Verbrennungsgastemperaturen zu reduzieren. Bei den vorliegenden Prozessparametern können weder die feuchte Luft im Verdichter noch das feuchte Verbrennungsgasgemisch in der Turbine als ideale Gasgemische betrachtet werden. Dies gilt auch bei der Auslegung von Druckluftbehältern, die zukünftig zur Energiespeicherung verwendet werden sollen, und für weitere neue energietechnische Anwendungen bei denen Stoffgemische zum Einsatz kommen. Um die realen Eigenschaften fluider Stoffgemische in aufwändigen Prozesssimulation berücksichtigen zu können, müssen die verwendeten Stoffwert-Funktionen sehr hohen Anforderungen bezüglich ihrer Genauigkeit und Anwendungsrechenzeit entsprechen. Für Stoffgemische stehen derzeit noch keine geeigneten Algorithmen zur Verfügung. Im SMWK-Projekt "Konzipierung und Optimierung neuer Energieumwandlungsprozesse auf der Grundlage einer schnellen und flexiblen Stoffwertberechnung mit Spline-Interpolation" (2011/12) ist das Spline-Basierte Table Look-up Verfahren (SBTL) entwickelt worden. Im Nachfolgeprojekt "Entwicklung einer IAPWS-Guideline als internationalen Standard für die Berechnung der Stoffdaten von Wasserdampf und Wasser in numerischen Strömungssimulationen mit CFD" (2013/14) wurde das Verfahren weiterentwickelt und eine neue Richtlinie der International Association for the Properties of Water and Steam (IAPWS) als international verbindlicher Standard für die schnelle und genaue Berechnung der Eigenschaften von Wasser und Wasserdampf erarbeitet. Das Verfahren wurde im SMWK-Projekt "Integration entwickelter Spline-Stoffwertalgorithmen in industrielle Anwendersoftware zur numerischen Strömungssimulation (CFD) und zur Modellierung instationärer energietechnischer Prozesse" (2015-17) mit großem Erfolg in die praktische Nutzung in der Industrie überführt. Im Rahmen des aktuellen SMWK-Projekts wird das SBTL Verfahren auf die Berechnung der Eigenschaften fluider Stoffgemische übertragen. Derzeit werden die benötigten Stoffwert-Algorithmen und die zugehörigen Berechnungsprogramme auf der Grundlage des SBTL-Verfahrens für feuchte Luft für feuchte Verbrennungsgasgemische erarbeitet. Anschließend werden die entwickelten Stoffwert-Berechnungsprogramme in die Simulationsprogramme der Industriepartner implementiert und getestet. Zu den Projektpartnern zählen das Deutsche Zentrum für Luft- u. Raumfahrt (DLR), Köln, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen, SIEMENS PG, Erlangen und Mülheim und STEAG Energy Services, Zwingenberg. Die Zielstellungen und der gegenwärtige Stand des SMWK-Projekts werden in einem Posterbeitrag vorgestellt.