

Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar und Dr.-Ing. I. Stöcker  
Hochschule Zittau/Görlitz (FH), Fachgebiet Technische Thermodynamik

Dipl.-Ing. (FH) D. Seibt  
Universität Rostock, Fachbereich Chemie, Abt. Physikalische Chemie

## **Berechnung der thermophysikalischen Eigenschaften von feuchter Luft bis zu Drücken von 1000 bar**

Fortgeschrittene Speichersysteme mit Luft werden für extrem hohe Drücke konzipiert. Auf Grund der gleichzeitig vorliegenden niedrigen Temperaturen kann die enthaltene feuchte Luft nicht mehr als ideales Gasgemisch mit der gültigen VDI-Richtlinie 4670 berechnet werden.

Eine erheblich höhere Genauigkeit wird mit der Berechnung der feuchten Luft als ideale Mischung der realen Fluide trockene Luft und Wasserdampf/Wasser erreicht. Dabei erfolgt die Berechnung der trockenen Luft nach dem NIST-Standard /1/ von Lemmon et al. Der Wasserdampf und das Wasser in der feuchten Luft werden mit dem internationalen Industrie-Standard IAPWS-IF97 /2/ und Eis wird nach dem NIST-Standard /3/ von Wexler berechnet.

Vorgestellt wird eine Programmbibliothek zur Ermittlung der thermodynamischen Zustandsgrößen einschl. Umkehrfunktionen und Transporteigenschaften von feuchter Luft nach dem genannten Modell. Die Anwendbarkeit erstreckt sich bis zu Drücken von 1000 bar und Temperaturen von 1700°C.

In diesem Zusammenhang wird ein Vergleich der Berechnung von Luft als ideale Mischung realer Fluide mit der Berechnung als ideales Gasgemisch nach der neuen VDI-Richtlinie 4670 vorgenommen. Es werden Grenzen aufgezeigt, ab welchen Parametern die Luft nicht mehr als ideales Gasgemisch berechenbar ist.

Die entwickelte Stoffwert-Programmbibliothek LibHuAir kann für die Berechnung von Bauteilen und Anlagen mit feuchter Luft unter hohem Druck, wie Kompressoren, Entspannungsturbinen, Druckluftspeicher, Wärmeübertrager etc., verwendet werden.

Zur komfortablen Nutzung der Bibliothek in Excel<sup>®</sup> wird das Add-In FluidEXL angeboten.

- /1/ Lemmon, E. W.; Jacobsen, R. T.; Penoncello, S. G.; Friend, D. G.:  
Thermodynamic Properties of Air and Mixtures of Nitrogen, Argon and Oxygen from 60 to 2000 K at Pressures to 2000 MPa.  
J. Phys. Chem. Ref. Data 29 (2000) Nr. 2, S. 331-385
- /2/ Wagner, W.; Cooper, J.R.; Dittmann, A.; Kijima, J.; Kretzschmar, H.-J.; Kruse, A.; Mares, R.; Oguchi, K.; Sato, H.; Stöcker, I.; Sifner, O.; Takaishi, Y.; Tanishita, I.; Trübenbach, J.; Willkommen, Th.:  
The IAPWS Industrial Formulation 1997 for the Thermodynamic Properties of Water and Steam.  
Journal of Eng. for Gas Turbines and Power 122 (2000) Nr. 1, S. 150-182
- /3/ Hyland, R. W.; Wexler, A.:  
Formulations for the Thermodynamic Properties of Saturated Phases of H<sub>2</sub>O from 173.15 K to 473.15 K.  
Report No. 2793 (RP-216), National Bureau of Standards, Washington, D.C. (1983)