

Der Lehrstuhl für **Advanced Optical Technologies – Thermophysical Properties (AOT-TP)**  
bietet eine Position als

## **Wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in (m/w/d) mit der Perspektive einer Promotion**

zu dem Thema

### **Wärmeübertragung bei Tropfenkondensation von Fluiden mit geringer Oberflächenspannung**

Die Kondensation von dampfförmigen Arbeitsfluiden ist Teil einer Vielzahl von technischen Anwendungen wie Kältekreisläufen, Wärmepumpen und Wärme-Kraft-Prozessen. Sie zeichnet sich durch hohe Wärmeübergangskoeffizienten (WÜK) aus, da die freiwerdende Verdampfungsenthalpie bei geringen treibenden Temperaturdifferenzen an das Kühlmedium übertragen werden kann. Während die meist an metallischen Wärmeübertragerwänden zu beobachtende Filmkondensation durch den Wärmeleitwiderstand des Kondensatfilms limitiert ist, führt die Einstellung von Tropfenkondensation (TK) aufgrund der beim Tropfenablauf freigelegten Wandoberflächenbereiche zu deutlich höheren WÜK. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichende Reduzierung der Benetzbarkeit der Wärmeübertragerwand mit dem Kondensat durch geeignete Oberflächenmodifikationen. Solche wurden insbesondere im Zusammenspiel mit dem Arbeitsfluid Wasser in den letzten mehr als 90 Jahren ausführlich untersucht. Im Gegensatz dazu sind Arbeiten mit Bezug zur Einstellung von TK von Fluiden geringer Oberflächenspannung eher selten und beinhalten erst seit 2014 Stoffe, die in den genannten Anwendungen als Arbeitsfluide zum Einsatz kommen.

Mittlerweile sind mehrere Arten der Oberflächenmodifikation bekannt, welche durch Kombination geringer Oberflächenenergie und geringer Rauigkeit der Kondensationswand zur TK von Fluiden wie Ethanol, *n*-Hexan oder auch *n*-Pentan in Abwesenheit von nicht kondensierbaren Gasen führen können. Die hieran vorgenommenen Wärmeübergangsmessungen sind jedoch in den meisten Fällen auf nur geringfügig variierte und oft vage beschriebene Randbedingungen beschränkt. Dies limitiert nicht nur die Vergleichbarkeit der an verschiedenen Oberflächenmodifikationen für das gleiche Fluid gemessenen WÜK, sondern auch eine dezidierte Analyse der Einflussgrößen auf den Wärmeübergang bei TK. Diese Problematik wird im vorliegenden Forschungsprojekt adressiert. Für ausgewählte Fluide geringer Oberflächenspannung in Kombination mit für die Einstellung von TK etablierten und vielversprechenden Oberflächenmodifikationen sollen systematische Untersuchungen der Benetzungseigenschaften unter kondensationsnahen Randbedingungen sowie Messungen des WÜK durchgeführt werden. Letztere erstrecken sich über einen weiten Bereich von Sättigungstemperaturen und Unterkühlungen bzw. daraus resultierenden Wärmestromdichten und Kondensationsraten. Im Fokus steht dabei, wie der WÜK durch Kondensateigenschaften, wie zum Beispiel Wärmeleitfähigkeit und Dichte, bei unterschiedlichen Benetzungszuständen beeinflusst wird, die bei TK bis hin zum Übergang zur Filmkondensation vorliegen.



Die Erkenntnisse sollen für die Weiterentwicklung von bestehenden Wärmeübergangsmodellen speziell für die TK von Fluiden geringer Oberflächenspannung genutzt werden und zu einem verbesserten Verständnis beitragen, wie für diese Kondensationsform ein besonders effektiver Wärmeübergang erzielt werden kann.

Für das Forschungsprojekt suchen wir nach einem/einer Wissenschaftler/in mit abgeschlossenem Masterstudium in einer geeigneten Fachrichtung sowie Interesse an experimentellen und theoretischen Arbeiten auf dem Gebiet der Wärmetechnik. Vorkenntnisse der Programmiersprache LabVIEW sowie Erfahrung im Bereich der Wärmeübertragung sind willkommen. Wir bieten ein multidisziplinäres, teamorientiertes und internationales Arbeitsumfeld mit exzellentem Potenzial zur wissenschaftlichen und persönlichen Weiterentwicklung.

Die Position ist zum nächstmöglichen Termin zu besetzen. Sie ist auf 3 Jahre befristet mit Möglichkeit zur Verlängerung. Bei entsprechender Qualifikation und Eignung basiert die Bezahlung auf der Entgeltgruppe 13 nach TV-L.

**Bei Interesse wenden Sie sich bitte mit Ihren  
Bewerbungsunterlagen an**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Paul Fröba

E-Mail: [andreas.p.froeba@fau.de](mailto:andreas.p.froeba@fau.de)

Telefon: +49-9131-85-29789

The Institute of Advanced Optical Technologies – Thermophysical Properties (AOT-TP) offers a

## **Position as Research Assistant (m/f/d) with the perspective of a doctorate**

for a research project with the title

### **Dropwise condensation heat transfer of fluids with low surface tension**

The condensation of vapors is part of many technical applications such as refrigeration cycles, heat pumps, and power cycles. It is characterized by large heat transfer coefficients as the released heat of vaporization can be transferred to the cooling medium with small driving temperature differences. At metallic condenser walls, filmwise condensation usually occurs, where heat transfer is limited by the conduction resistance of the liquid film. In contrast, the nearly condensate-free surface areas exposed to the condensing vapor as a result of frequent droplet shedding lead to distinctly larger heat transfer coefficients in the case of dropwise condensation. To achieve this, the wettability of the condenser wall with the condensate has to be sufficiently reduced by appropriate surface modifications. This has been extensively investigated for the working fluid water for more than 90 years. However, studies aiming at the realization of dropwise condensation of fluids with low surface tension are rare and did not include fluids relevant for the aforementioned applications before 2014.

Today, several types of surface modification are known to allow dropwise condensation of fluids like ethanol, *n*-hexane, or *n*-pentane in absence of noncondensable gases by combining low surface free energy and low surface roughness. Corresponding heat transfer measurements reported in the literature are mostly associated with only slightly varied and/or vaguely described boundary conditions. This limits not only the comparability of heat transfer coefficients obtained for the same fluid with different surface modifications, but also an accurate analysis of the factors influencing dropwise condensation heat transfer. This problem is addressed in the research project related to the announced position. For selected fluids with low surface tension combined with established and promising surface modifications for the realization of dropwise condensation, systematic investigations of the wetting behavior close to condensation conditions and accurate measurements of the heat transfer coefficient should be performed. The condensation experiments cover wide ranges of saturation temperatures and surface subcoolings, where the latter lead to a broad variation of heat flux densities and condensation rates. The project should show how the heat transfer coefficient is affected by the condensate properties, e.g., thermal conductivity and density, and by the varying wetting states being present during dropwise condensation until transition to filmwise condensation is reached. The findings will be employed for the advancement of existing heat transfer models specifically for dropwise condensation of fluids with low surface tension. Furthermore, they should contribute to an improved understanding of how maximum efficiency can be achieved for heat transfer associated with this condensation form.



For the research project, we are looking for a graduated engineer with strong interests in the fields of heat engineering as well as corresponding experimental and modeling studies. Prior knowledge about the programming language LabVIEW as well as experience in the field of heat transfer are welcome. We offer a multidisciplinary, team-oriented, and international working environment with excellent potential for scientific and personal development.

The position is to be occupied as soon as possible. It is limited to 3 years with the possibility of extension. With appropriate qualifications and suitability, the payment is based on pay group 13 according to TV-L.

**If you are interested in working with us, please  
send your application documents to**

Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Paul Fröba

Email: [andreas.p.froebe@fau.de](mailto:andreas.p.froebe@fau.de)

Phone: +49-9131-85-29789