

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

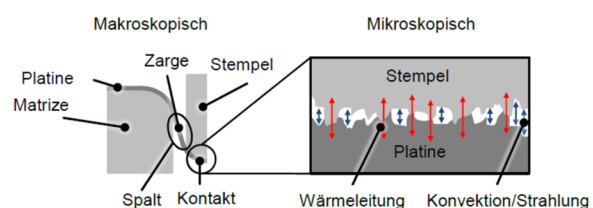
Modellierung des Wärmeübergangs beim Presshärten

Die Position ist in einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Gemeinschaftsprojekt der Lehrstühle für Advanced Optical Technologies – Thermophysical Properties (AOT-TP) und für Fertigungstechnologie (LFT) der FAU sowie der Professur für Formgebende Fertigungsverfahren (FF) der TU Dresden angesiedelt. Das Projekt beschäftigt sich insgesamt mit der experimentellen Untersuchung und Modellierung des Wärmeübergangs beim Presshärten vor dem folgenden Hintergrund.

Wachsendes Umweltbewusstsein und gesetzliche Vorgaben zum CO₂-Ausstoß haben in den letzten Jahrzehnten zu einer stetig steigenden Bedeutung des Leichtbaus in der Automobilindustrie geführt. Das Presshärten höchstfester Bor-Mangan Stähle hat sich dabei zu einem Standardverfahren bei der Fertigung sicherheitsrelevanter Karosserieteile entwickelt. Bei diesem Prozess werden die Halbzeuge zunächst oberhalb der werkstoffspezifischen AC₃-Temperatur vollständig austenitisiert. Nach der Wärmebehandlung erfolgt ein direkter Transfer des glühenden Blechs in das Werkzeug. Parallel zur anschließenden Umformung wird das Werkstück im Werkzeug abgeschreckt. Sofern bei diesem Prozessschritt eine kritische Abschreckgeschwindigkeit überschritten wird, bildet sich ein vollständiges martensitisches Gefüge, wodurch Zugfestigkeiten von mehr als 1500 MPa erreicht werden können.

Wesentlich für die finalen mechanischen Eigenschaften der pressgehärteten Bauteile ist somit der Temperaturverlauf in der Prozesskette und insbesondere im Abschreckprozess. Für die präzise numerische Prozessauslegung ist daher eine genaue Beschreibung des Wärmeübergangs an der Kontaktstelle zwischen Werkstück und Werkzeug wichtig. Er wird in der Finite-Element-Methode in der Regel mit Hilfe eines entsprechenden Wärmeübergangskoeffizienten modelliert, wobei entweder ein konstanter Wert für den gesamten Prozess oder lediglich eine Definition in Abhängigkeit der Flächenpressung vorgenommen wird. Dies führt zu beachtlichen Unsicherheiten in der Prozessmodellierung. In der Fachliteratur gibt es zwar bereits komplexere Wärmeübergangsmodelle, welche aber primär für einzelne, teils recht eingeschränkte Versuchsreihen gültig sind.

Das Ziel des Gemeinschaftsprojektes ist daher die Erarbeitung eines grundlegenden Verständnisses der beim Presshärten vorkommenden Mechanismen des Wärmetransports sowie deren Modellierung. Die experimentelle Analyse des Wärmeübergangs unter Presshärtebedingungen erfolgt in repräsentativen Versuchsreihen mit systematischer Variation ausgewählter Prozessparameter am LFT, wobei die jeweiligen Temperaturverläufe in Werkstück und Werkzeug erfasst und zur Bestimmung von zeitabhängigen Wärmeübergangskoeffizienten genutzt werden. Diese



Daten und zusätzliche Messergebnisse bezüglich des Verlaufs von Oberflächenrauigkeiten sollen zur am Lehrstuhl AOT-TP durchgeführten Entwicklung eines physikalisch basierten Modells zur zeitaufgelösten Abbildung des Wärmeübergangskoeffizienten an der Kontaktstelle zwischen Werkstück und Werkzeug unter Berücksichtigung der Prozessparameter dienen. Da der Wärmeübergang wesentlich von der Kontaktsituation zwischen Werkzeug und Werkstück beeinflusst wird, sollen im Beitrag des FF zusätzlich die unterschiedlichen Kontaktbedingungen numerisch abgebildet werden. Durch die Kombination des zu erarbeitenden Wärmeübergangsmodells mit einem Submodell zur kontinuierlichen Bestimmung der wahren Kontaktfläche zwischen Werkzeug und Werkstück soll die Vorhersagegenauigkeit der numerischen Prozessauslegung verbessert werden.

Die hier ausgeschriebene Position adressiert die dem Lehrstuhl für AOT-TP zugeordneten Teilaufgabenstellungen des Gemeinschaftsprojektes. Zunächst sind in Kooperation mit dem LFT die wärmetechnische Auslegung der dort entstehenden Versuchsanlage und die Implementierung eines Datenauswertungsverfahrens zur Bestimmung zeitlich aufgelöster Wärmeübergangskoeffizienten aus den Versuchen vorzunehmen. Das Hauptaugenmerk liegt jedoch auf der kontinuierlichen Entwicklung einer physikalisch basierten Modellierung des Wärmeübergangs zwischen den Oberflächen von Werkzeug und Werkstück während des Presshärtens unter Berücksichtigung der auf mikroskopischer Ebene beitragenden Wärmeübertragungsmechanismen. Diese umfassen Wärmeleitung an den tatsächlichen metallischen Kontaktstellen und Wärmeleitung bzw. Konvektion sowie Wärmestrahlung innerhalb der durch Oberflächenrauigkeiten geformten mikroskopischen Hohlräumen zwischen Werkstück und Werkzeug. Die dabei zu berücksichtigenden Einflüsse bereits vorhandener und sich während des Prozesses ändernder Oberflächenrauigkeit stellen die wesentlichen Kontaktpunkte zu den vom FF bearbeiteten Projektinhalten dar.

Für das Forschungsprojekt suchen wir nach einem/einer Wissenschaftler/in mit abgeschlossenem Masterstudium in einer geeigneten Fachrichtung sowie Interesse an theoretischen Arbeiten auf dem Gebiet der Wärmetechnik. Vorkenntnisse der Programmiersprache MATLAB 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 01.01.2023 zu besetzen. Sie ist auf 2 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

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

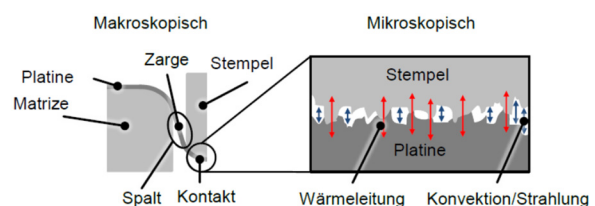
Modeling of Heat Transfer in the Hot Stamping Process

The position is part of a joint project of the Institutes for Advanced Optical Technologies – Thermophysical Properties (AOT-TP) and for Manufacturing Technology (LFT) at FAU and the Chair of Forming Processes (FF) at TU Dresden, funded by the German Research Foundation (DFG). Overall, the project deals with the experimental investigation and modeling of heat transfer during hot stamping against the following background.

The growing relevance of ecological aspects as well as governmental regulations regarding CO₂ emissions are only two factors for the increasing importance of lightweight design in the automotive industry during the last decade. Especially hot stamping of ultra-high-strength boron-manganese steels has developed to a state-of-the-art process for manufacturing safety-relevant car-body parts. The process of hot stamping starts with a full austenitization of the semi-finished parts above the alloy specific AC₃ temperature. After the heat treatment, the hot sheets are directly transferred to the press, where they are subsequently formed and in-die quenched. As long as the cooling rate exceeds a specific value, the austenite completely transforms into martensite. Due to this phase transformation, the hot stamped parts exhibit an ultimate tensile strength of at least 1500 MPa.

The temperature evolution along the process chain and in particular during in-die quenching has a significant influence on the final mechanical properties. For a precise numerical process design, exact modelling of the heat transfer in the contact area between workpiece and tool is important. In the finite-element method, a corresponding heat transfer coefficient is used for modelling, either in the form of a constant value for the whole process or as a function of the contact pressure. This leads to significant uncertainties in terms of the numerical process-modelling results. Although more complex models are available in the literature, these models are primarily valid for a constrained series of experiments.

Therefore, the present research project aims to acquire a fundamental understanding of the heat transfer mechanisms involved in the hot stamping process and to model them for the numerical process design. The analysis of the heat transfer during hot stamping is realized through a representative series of experiments under systematical variation of the process parameters. During the experiments, the temperature evolution of the workpiece and the tool is recorded and used for the calculation of time-dependent heat transfer coefficients. This experimental data as well as additional measurement results on the evolution of the surface topography are the basis for the development of a physically-based model, which has the ability to determine time-dependent heat transfer coefficients in the contact area between workpiece and tool as a function of



the process parameters. Since the heat transfer also depends on the respective contact situation, the different conditions of contact will be modelled for the numerical simulation as well. By combining the heat transfer model with a submodel for the continuous evaluation of the true contact area between workpiece and tool, the prediction quality of the numerical process design will be improved.

The position advertised here addresses the subtasks of the joint project assigned to AOT-TP. First of all, the thermal design of the experimental apparatus to be installed at LFT and the implementation of a corresponding data evaluation procedure for the determination of temporally resolved heat transfer coefficients from the experiments are to be carried out in cooperation with LFT. The main focus, however, is on the continuous development of a physically based modeling of the heat transfer between the tool and workpiece surfaces during press hardening, taking into account the heat transfer mechanisms contributing at the microscopic scale. These include heat conduction at the actual metallic contact points and heat conduction or convection as well as heat radiation within the microscopic cavities formed by surface roughness between workpiece and tool. The influences of already existing surface roughness and the changing surface roughness during the process are the main contact points to the project contents of FF.

For the research project, we are looking for a scientist with a completed Master's degree in a suitable field and strong interest in theoretical work in the field of thermal engineering. Previous knowledge of the MATLAB programming language as well as experience in the field of heat transfer is welcome. We offer a multidisciplinary, team-oriented, and international working environment with excellent potential for scientific and personal development.

The position is to be filled as of 01.01.2023. It is limited to 2 years with the possibility of extension. With appropriate qualifications and suitability, 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.froeba@fau.de

Phone: +49-9131-85-29789