VOM HUNDERTSTEL INS TAUSENDSTEL

Das Werkstoffentwicklungs- und -prüflabor als innovative Basis der Werkstoffkunde.

>> von Andreas Zilly, Simon Kött und Norbert Jost >

Oft muss man sehr genau hinschauen und prüfen, um sich einen tiefen Einblick in eine Materie zu verschaffen. Wo das menschliche Auge dafür nicht mehr ausreicht, kommt modernste Technik zum Einsatz. Im Werkstoffentwicklungs- und -prüflabor wurde in dieser Hinsicht in den letzten Jahren mit Hilfe von Fördermitteln aus Forschungsprojekten aber auch aus eigenen Kräften des Studienganges Maschinenbau mächtig aufgerüstet.

EINFÜHRUNG

In unserer hochtechnisierten Welt werden meist nur die Produkte, wie z.B. Fahrzeuge, Smartphones, Geräte der Medizintechnik uvm. so richtig wahrgenommen. In den meisten Fällen sind jedoch die eigentlichen „Drahtzieher" im Hintergrund innovative neue oder auch verbesserte Werkstoffe, welche in ihrem täglichen Einsatz oft Höchstleistungen vollbringen müssen. Noch nie war es für unsere Ingenieure so wichtig wie heute, einen Werkstoff nicht nur als Kennwert oder Rechengröße zu begreifen, sondern diesen ganzheitlich mit seiner Mikrostruktur und allen sich daraus ergebenden Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten zu verstehen.

Um diesem Ziel ein großes Stück näher zu kommen, hat man sich am Werkstoffentwicklungs- und -prüflabor (WEP) an der Hochschule Pforzheim in den vergangenen Jahren konsequent der Aufgabe einer Erweiterung des Anlagenportfolios gestellt, um sowohl Studierenden, Doktoranden aber auch Unternehmen aus der Umgebung einen möglichst umfassenden Einblick in die verschiedensten Werkstoffe zu ermöglichen.

Die beiden Hauptschwerpunkte sind dabei zum einen die Werkstoffprüfung mit der Unterteilung in zerstörende und zerstörungsfreie Prüfverfahren sowie die Werkstoffanalyse. Damit lassen sich nahezu alle Bereiche vom makroskopischen, also mit dem bloßen Auge erkennbaren, bis hin zum submikroskopischen Bereich (im Nanometer-Maßstab) abdecken. Da im Rahmen dieses Artikels nur ein bestimmter Teil der Prüfverfahren vorgestellt werden kann, möchten wir den interessierten Leser gerne zu einer Kontaktaufnahme ermuntern und zu einem Besuch vor Ort einladen.

WERKSTOFFPRÜFUNG

Die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung gehört zu den ältesten Prüfverfahren überhaupt, und jeder von uns prüft regelmäßig Gegenstände des täglichen Lebens zerstörungsfrei visuell oder taktil, d. h. mit den Augen oder dem Tastsinn. Beim Kauf einer Gurke, einer Jeans oder eines neuen Fahrzeuges unterziehen wir diese Produkte zunächst lediglich einer Sichtprüfung und bewerten sie auf Gefallen oder auch auf mögliche Fehler. Eine zerstörende Prüfung wäre hier wenig zweckmäßig, weil sie uns in der Gemüseabteilung eines Supermarktes oder bei der Lackprüfung in einem Autohaus sehr schnell Unannehmlichkeiten bereiten würde.

Heute gehört die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung zu den wichtigsten Methoden der Qualitätskontrolle im Herstellungsprozess und bei der Überprüfung von Bauteilen im Betrieb. Sie ist vergleichbar mit der medizinischen Diagnostik und soll verborgene Fehler in Bauteilen erkennbar machen, um so die Entstehung von Unfällen sowie Sach- und Umweltschäden zu vermeiden.

Ein sehr einfaches aber zweckmäßiges Prüfverfahren stellt die Farbeindringprüfung dar. Auf ein gereinigtes Bauteil wird eine extrem dünnflüssige Farbe aufgebracht, welche durch die Kapillarwirkung selbst in kleinste Risse eindringt. Bei einer nachfolgenden oberflächlichen Reinigung verbleibt die Farbe in den Rissen und wird durch Auftragen einer Entwicklerschicht durch den Löschblatteffekt sichtbar gemacht. Schon nach wenigen Minuten kann auch in eingebauten Bauteilen wie z. B. an Gabelstaplerzinken ein Prüfergebnis erzielt werden. Der einzige Nachteil dabei ist, dass die Risse zur Oberfläche hin offen sein müssen. Das Ergebnis einer solchen Farbeindringprüfung ist am Beispiel eines auftraggeschweißten Bauteils sehr gut zu erkennen (*Abb. 1*).

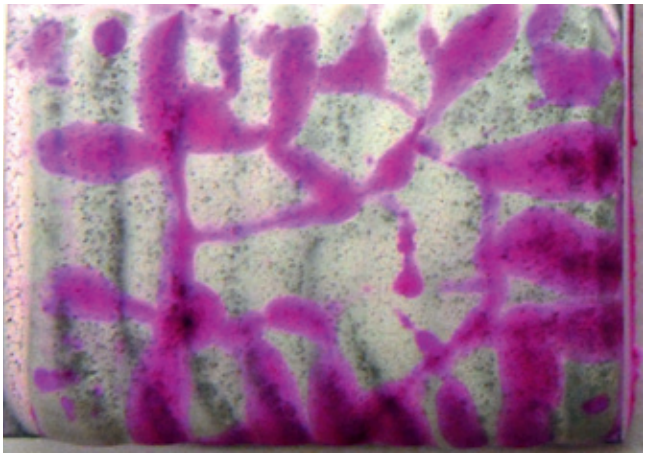


Abb. 1: *Bauteil mit multiplen Rissen nach der Farbeindringprüfung.*

Die Ultraschallprüfung hingegen macht auch Fehler im Inneren von Bauteilen wie beispielsweise Lunker, Poren oder Risse sichtbar. Die Schallwellen mit einer Frequenz von 0,25 - 10 MHz werden in das zu prüfende Bauteil über einen Prüfkopf eingebracht und an den Fehlstellen (den sogenannten „Ungänzen") reflektiert. Aus diesen auf einem Monitor als Peaks angezeigten Reflektionen kann der geübte Ultraschall-Prüfer sich ein sehr genaues Bild über das Innere von Bauteilen machen, soweit es Fehler wie Risse, Lunker u. Ä. betrifft.

Ein weiteres jedoch nicht ganz zerstörungsfreies Prüfverfahren mit allerdings immer größer werdender Bedeutung ist die Funkenspektroskopie. Dabei wird ein relativ kleiner Oberflächenbereich eines metallischen Werkstoffes (Probe, Halbzeug oder Bauteil) durch einen Lichtbogen bei 6.000 - 8.000 °C zum Verdampfen gebracht, und eine Optik wertet die dabei entstehenden Spektrallinien aus. Eine nicht ganz einfache Aufgabe, wenn man bedenkt, dass allein das Element Eisen bis zu 4.000 (!) solcher verschiedener Linien aufweist. Danach erfolgt in Sekundenschnelle eine sehr genaue Analyse über die chemische Zusammensetzung des Werkstoffes, und eine im Prüfgerät hinterlegte Datenbank zeigt gleich Vorschläge über mögliche genormte Werkstoffe. Dieses Verfahren ist vor allem in der Herstellung eigener (neuer) Legierungen überaus praktisch, ja eigentlich unbedingt notwendig. Aber auch in der Verwechslungs- und Halbzeugprüfung findet die Funkenspektroskopie zunehmende Anwendung. Auf einem mittlerweile internationalen Markt sind neben sehr hochwertigen Werkstoffen auch

Abb. 2:
Simon Kött bei der Bauteilprüfung mit dem mobilen Funkenspektroskop.

sehr viele mindere Qualitäten im Umlauf, was für den Anwender ein sehr schnelles Prüfverfahren erforderlich macht. Auch aus diesem Grund ist die Funkenspektroskopie mit einem vorhandenen modernen und mobilen Prüfgerät (*Abb. 2*) mittlerweile ein integraler Bestandteil unserer Lehre sowie eine gefragte Anwendung bei Firmenpartnern.

Für die zerstörende Prüfung stehen im Werkstoffentwicklungs- und -prüflabor zwei Universalprüfmaschinen mit unterschiedlichen Prüfparametern und Spitzenlasten zur Verfügung. Mit diesen Maschinen werden Proben i.d.R. bis zum Bruch gedehnt, damit deren maximal aufnehmbare Belastung ermittelt werden kann. Die damit bestimmbaren Kennwerte – wie etwa die Streckgrenze, Zugfestigkeit und/oder die Bruchdehnung - gehören zu den wichtigsten Werkstoffdaten überhaupt. Mit den im WEP vorhandenen Prüfmaschinen können sowohl Zug- als auch Druckkräfte von jeweils bis 100 kN hochpräzise aufgebracht werden. Neben klassischen Zugprüfstäben aus Metall oder Kunststoff wurde hiermit schon eine Vielzahl von Bauteilen geprüft, angefangen von hauchdünnen Erodierdrähten über aufwendige Kleb- oder Lötverbindungen in Elektronikbauteilen bis hin zu Bruchkräften an Schokoladentafeln.

Ein schon sehr altes Prüfverfahren, welches sich im Nachgang des schweren Schiffsunglückes der Titanic vor mehr als hundert Jahren etabliert hat, ist die Kerbschlagprüfung. Erstaunlicherweise erlebt dieser Klassiker gerade in den letzten Jahren eine Renaissance und wird verstärkt von Firmen angefragt, bei deren Bauteilen es primär auf die Schlagzähigkeit ankommt. Besonders beliebt ist der Kerbschlagbiegeversuch vor allem bei den Studierenden, da es sich um einen echten „Mitmachversuch“ handelt und man die Schlagenergie schon fast spüren kann, wenn der Hammer mit einem Gewicht von 20 Kilogramm und einer Geschwindigkeit von 5 m/s (!) auf die Probe auftrifft. Hinzu kommt, dass dieser Versuch standardmäßig bei unterschiedlichen Temperaturen durchgeführt wird. Neben dem höheren Temperaturbereich bis etwa 200°C werden hier die Proben auch bis -196°C tiefgekühlt. Um solche Temperaturen zu erreichen, wird im WEP immer ein Spezialbehälter mit flüssigem Stickstoff vorgehalten.

Eine weitere wichtige mechanische Werkstoffkenngröße ist die Härte. Sie ist definiert als Widerstand, den ein Werkstoff der mechanischen Eindringung eines härteren Körpers entgegensetzt. Sie wird im WEP an mehreren Härteprüfgeräten mit den verschiedenen gängigen Verfahren (Vickers, Rockwell, Brinell) ermittelt. Zusätzlich zu den stationären Geräten, von denen auch ein teilautomatisierter Kleinlasthärteprüfer zum Einsatz kommt, steht zudem ein mobiler Härteprüfer für den schnellen Einsatz vor Ort, die sogenannte „ambulante Werkstoffprüfung“, zur Verfügung.

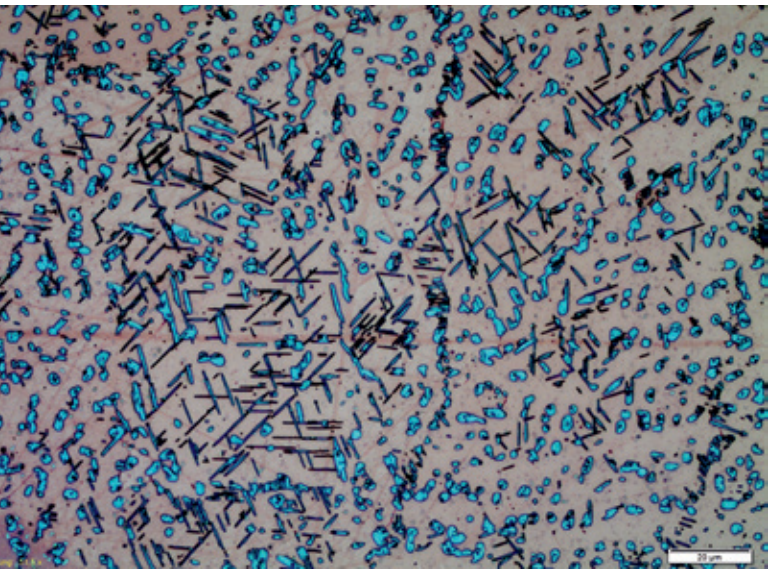
WERKSTOFFANALYSE

In vielen Fällen findet die Werkstoffprüfung Hand in Hand mit der Werkstoffanalyse statt. Wie bereits anfangs erwähnt, genügen für einen sicheren Einsatz über eine möglichst lange Betriebsdauer rein mechanische oder physikalische Kennwerte allein meist nicht mehr. Wenn der Werkstoff bis an seine Grenzen ausgereizt wird, muss man an´s „Eingemachte“ gehen. In der Werkstoffkunde meint man damit das so genannte „Gefüge“, die innere Struktur, bis hin zum atomaren Zusammenhalt eines Werkstoffes.

Eine der wichtigsten Untersuchungsmethoden ist dabei die Mikroskopie. Sie befasst sich mit den inneren Strukturen sowie der Oberflächenbeschaffenheit von Werkstoffen. Um die Gefügestrukturen eines Werkstoffes sichtbar zu machen, ist oft sehr viel Vorarbeit erforderlich. Dies geschieht in der Metallographie des WEP. Dort muss zuallererst die zu untersuchende Stelle in ein handliches Format gebracht werden, >

>
Abb. 3:
Das Mikroskopielabor des WEP.

v
Abb. 4:
Gefügebild einer Kupferlegierung mit 5% Titan (CuTi5).



da große Bauteile wie beispielsweise die Kolbenstange eines Hydraulikzylinders nicht unter ein Mikroskop gelegt werden können. Diese Probenentnahme muss sehr schonend erfolgen, um nicht schon beim Schneide- oder Trennprozess das Gefüge zu verändern. Danach wird das Teilstück in Kunststoff eingegossen, um ein einheitliches und handhabbares Format zu erhalten. Anschließend erfolgt ein aufwändiger Schleif- und Polierprozess. Das ist auch der Grund, warum man von einem Schliff spricht. Eine abschließende Endpolitur erzeugt eine spiegelglatte Oberfläche. Um eine gute Lichtreflexion bei der mikroskopischen Untersuchung zu erhalten, wird danach noch eine Ätzung mit verschiedenen Chemikalien appliziert. *Abbildung 3* wirft einen Blick in die Mikroskopie des WEP, *Abbildung 4* zeigt ein Beispiel für ein Gefügebild.

Die lichtmikroskopischen Untersuchungsmethoden lassen sich unterteilen in qualitative Verfahren (Identifikation des Gefüges und dessen Zustand) und die quantitative Gefügeanalyse (Menge, Größe und Form der einzelnen Gefügebestandteile).

Bei 1.000-facher Vergrößerung stößt die Lichtmikroskopie jedoch an ihre physikalische Grenze, die bei einem Auflösungsvermögen von ca. 0,2 µm liegt. D.h. zwei in einem Abstand von 0,2 µm nebeneinander liegende Punkte können noch als diskrete Punkte erkannt werden. Danach verschwimmt das Bild zusehends und ist für eine exakte Analyse nicht mehr geeignet.

Oberhalb dieses Bereiches bis zu einer 100.000 fachen (!) Vergrößerung liegt das Einsatzgebiet der Rasterelektronenmikroskopie (REM). Anstatt Lichtstrahlen tastet hier ein fein gebündelter hochenergetischer Elektronenstrahl mit einer Auflösung von ein paar Nanometern die Oberfläche ab. Die Elektronen hierzu werden mit einer Wolfram-Glühkathode erzeugt und zu einem Strahl konzentriert. Um eine Ablenkung der Elektronen zu vermeiden, muss dieser Vorgang im Hochvakuum stattfinden und der Strahl auf seinem Weg bis zur Probe von magnetischen Linsen immer wieder gebündelt werden. Aufgrund der dazu notwendigen hochkomplexen Anlagentechnik zählt solch ein REM in Bezug auf die Kosten zu den Oberklassegeräten in einem Werkstofflabor. Im WEP konnte aktuell ein sehr gut erhaltenes Gebrauchtgerät als Spende von dem renommierten Pforzheimer Unternehmen DODUCO übernommen werden. Durch umfangreiche personelle und finanzielle Eigenleistungen beim Ab- und Wiederaufbau sowie bei der Modernisierung steht mittlerweile ein sehr leistungsfähiges Gerät, kombiniert mit modernsten Analysemethoden und neuester Rechnertechnik für Lehre und Forschung zur Verfügung. Diese „budgetschonende" Vorgehensweise hat sich sehr gut bewährt, da sich gerade solche Geräte aus den neunziger Jahren durch einen sehr soliden mechanischen Aufbau und eine sehr hohe Präzision, verbunden mit einer einfachen Bedienbarkeit und großer Wartungsfreundlichkeit auszeichnen. So mancher Liebhaber klassischer Fahrzeuge kann diese – auch für Oldtimer geltende – Tatsache bestätigen und denkt noch gerne an die Modelle aus dieser Epoche zurück. Das modernisierte REM in den Räumen des WEP zeigt *Abbildung 5*.

Eine weitere Analysemethode ist die Röntgenfeinstrukturanalyse. Die klassische Anwendung von Röntgenstrahlen, wel-

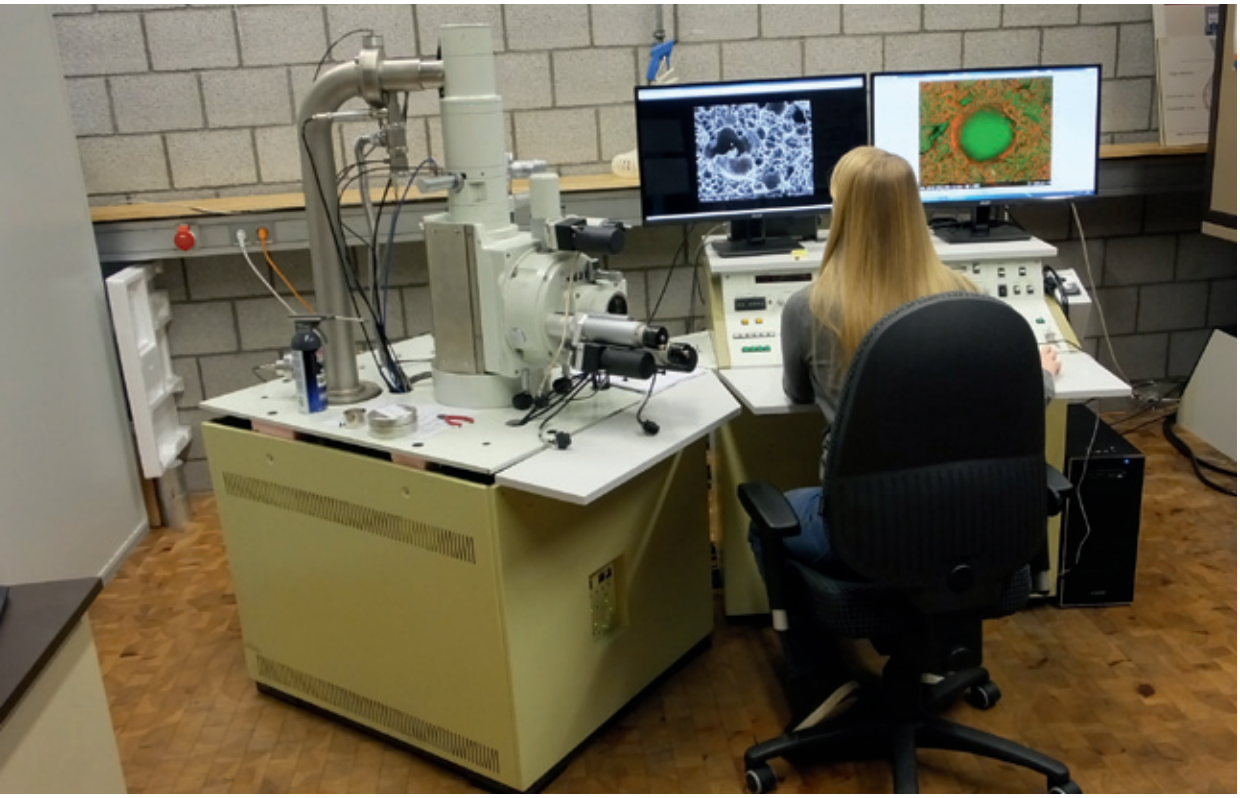


Abb. 5:
Bettina Mocker am „neuen alten" REM des WEP´s.

che nahezu jeder schon einmal im Rahmen einer medizinischen Untersuchung „erlebt" hat, basiert auf der Eigenschaft dieser Strahlen, unterschiedliche Materialien zu durchdringen und dabei mehr oder weniger stark abgeschwächt zu werden. Diese bekannte bildgebende Anwendung aus Medizin und Technik wird als Röntgengrobstrukturprüfung bezeichnet. Neben dieser „Durchleuchtungstechnik" kann aber auch noch die sogenannte „Beugung" von Röntgenstrahlen in der analytischen Werkstoffkunde genutzt werden. Die Röntgenbeugung an den atomaren Strukturen eines Probenmaterials liefert wertvolle Informationen über den inneren Aufbau des Werkstoffs im Sub-Mikrometerbereich. Diese Methode wird als Röntgendiffraktometrie oder auch Röntgenfeinstrukturanalyse bezeichnet. Sie dient zur Charakterisierung der einzelnen Bestandteile eines Werkstoffs und geht auf eine Entdeckung von Max von Laue, einem der bedeutendsten Physiker des vergangenen Jahrhunderts, zurück. Seine Erkenntnisse über die Röntgenstrahlinterferenzen revolutionierten weite Bereiche der Forschung von der Medizin bis zur Materialwissenschaft.

Die Wellenlänge von Röntgenstrahlen liegt im Bereich der Größe von einzelnen Atomen. In vielen Werkstoffen sind die Atome in dreidimensionalen Gittern angeordnet, welche als Kristalle bezeichnet werden. An der Oberfläche dieser Kristalle werden die Röntgenstrahlen reflektiert (Beugung, lat. Diffraktion). Da die Art der Reflektion abhängig ist von dem werkstoffcharakteristischen Gitterabstand, kann man anhand einer Messung der reflektierten Strahlung die verschiedenen Gefügebestandteile eines Werkstoffes bestimmen. Aufgrund der hohen Auflösegenauigkeit erfolgt dies bis weit in den submikroskopischen Bereich hinein.

Eine solche hochwertige Anlage steht aufgrund des sehr hohen Anschaffungspreises nur sehr wenigen Hochschulen für Angewandte Wissenschaften zur Verfügung. Durch bestehende Kontakte zu Firmenpartnern gelang es den Mitarbeitern des Werkstoffentwicklungs- und -prüflabors auch hier wieder, ein gebrauchtes Röntgendiffraktometer in einem sehr guten Zustand von einem Münchner Chemieunternehmen kostenlos zu übernehmen. Lediglich der Abbau und der Transport waren in Eigenleistung zu realisieren. Eine solche Gelegenheit hat man nicht oft, und so machten sich einige Mitarbeiter des WEP mit einem Miet-LKW auf den Weg, um das hochwertige Präzisionsgerät vor Ort zu demontieren und sicher in die eigenen Räumlichkeiten zu überführen. Aus Mitteln eines Forschungsprojektes, welches Ende 2012 im WEP startete und durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) in Verbindung mit dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) gefördert wird, wurde dieses Gerät (*Abbildung 6*) technisch auf den neuesten Stand modernisiert.

Wenn es nicht um den inneren Aufbau von Werkstoffen, sondern um deren Dimensionsänderung geht, dann kommt mit der Dilatometrie ein weiteres hochpräzises Messverfahren zum Einsatz. Das Dilatometer (lat. dilatare = erweitern), welches im WEP eingesetzt wird, ist ein horizontales Schubstangendilatometer, bei dem Feststoffe und Pulver, ja sogar Schmelzen und Pasten in einem programmierbaren Temperaturbereich von – 150 °C bis 1.600 °C geprüft werden können. Ein hochgenauer spezieller Messaufnehmer mit einer Auflösung von 1,25 nm (!) zeigt jede Längenänderung einer Probe an. Hiermit lassen sich wichtige Erkenntnisse über kristallographische Umwandlungsvorgänge im Gefüge erreichen, wie sie etwa beim Härten von Stahl oder dem Einsatz von Formgedächtnislegierungen von großer Bedeutung für den praktischen Einsatz sind. Darüber hinaus können aber auch Informationen zu exakten Schmelztemperaturen von neuartigen Legierungen gewonnen werden. Damit bei den hohen Prüftemperaturen keine Oxidation an den Proben entsteht, finden diese Untersuchungen optional unter Schutzgas oder im Vakuum statt. Aufgrund der hohen Messgenauigkeit werden an die Herstellung der Probengeometrie und an die Bedienung sehr hohe Anforderungen gestellt. Das Gerät im WEP kommt, wie fast alle Prüfgeräte, sowohl in der Lehre als auch in der Forschung zum Einsatz und konnte auch schon zahlreichen Firmenkunden aufschlussreiche Erkenntnisse über das spezifische thermische Verhalten ihrer Werkstoffe liefern. >

Bei einigen Werkstoffanwendungen spielt die elektrische Leitfähigkeit eine große Rolle, insbesondere dann, wenn es sich um Komponenten zur Übertragung von elektrischer Energie handelt. Da die Leitfähigkeit eines Werkstoffes sowohl durch die Zusammensetzung und natürlich wieder von seinem Gefüge als auch durch die verschiedensten Behandlungsverfahren beeinflusst werden kann, stellt die Leitfähigkeitsmessung ein wichtiges Instrument bei der Entwicklung von Werkstoffen dar. Die Herausforderung für die Prüfung dieser Eigenschaften ist dabei eine gute Kontaktierung, da die Übergangswiderstände an einem Prüfling oftmals höher sind als der innere Widerstand. Für diese Messungen kommen am WEP zwei verschiedene Messprinzipien zum Einsatz. Bei Proben mit einem sehr großen Längen-Durchmesser-Verhältnis (Aspektverhältnis), wie beispielsweise bei Drähten, wird zur Messung das Prinzip der 4-Leitertechnik mit einem „USB-Präzisions-True-Mikro-Ohm-Meter" angewandt. Bei Proben mit einer geringen Länge kommt das Wirbelstromverfahren zum Einsatz, bei dem in Verbindung mit einer Messsonde auch auf kleinen Flächen von 3 mm Durchmesser die Leitfähigkeit ermittelt werden kann (*Abbildung 7*). Dies geschieht durch das Anlegen eines hochfrequenten magnetischen Wechselfeldes, welches dazu führt, dass im Probenkörper ein Wirbelstrom induziert wird. Die dabei gemäß dem Ohm´schen Gesetz entstehende Spannung, welche als Messsignal ausgewertet wird, ist abhängig vom Widerstand und damit von der Leitfähigkeit der Probe. Dieses Verfahren ist aufgrund des sich ausbildenden Magnetfeldes allerdings nur für nicht magnetisierbare Metalle geeignet.

GIESSANLAGEN UND WÄRMEBEHANDLUNGSTECHNIK

Neben der aufgeführten Prüf- und Analysentechnik liegt ein weiterer Schwerpunkt des WEP in der Herstellung und Wärmebehandlung neuartiger Metalllegierungen. Dazu kommt eine Schleudergussanlage zum Einsatz, mit welcher auch etwas höherschmelzende Metalle bis zu Schmelztemperaturen von 1.900 °C aber auch sehr empfindliche Metalle wie beispielsweise Titan unter Schutzgas erschmolzen und zu Bauteilen mit filigranen Formen – wie beispielsweise metallische Schäume – vergossen werden können. Der Vorteil eines solchen Schleudergusses liegt, bedingt durch die auf die Schmelze während des Gießens einwirkende Zentrifugalkraft, in einem sehr dichten Gefüge unter weitgehender Vermeidung von Lunkern u. ä. Gießfehlern. Das Anlagenportfolio des WEP in diesem Bereich konnte durch die Bewilligung eines Antrages zur „Verbesserung der Geräteausstattung für Forschung an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften in Baden-Württemberg" um einen weiteren wichtigen Baustein ergänzt werden. Hierbei handelt es sich um eine hochmoderne Vakuum-Stranggussanlage. Das spezielle Förderprogramm wurde vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) gezielt an jene forschungsaktiven Professoren und ihre Teams gerichtet, welche in den vergangenen Jahren eine bestimmte Anzahl an Drittmittelprojekten und wissenschaftlichen Publikationen nachweisen konnten.

Die Vakuum-Stranggussanlage vom Typ VCC 400 des Walzbachtaler Herstellers Indutherm ist für die Herstellung von Gießsträngen bzw. Probenmaterial zur Untersuchung und Entwicklung von neuartigen Kupferbasislegierungen sowie zum Gießen von Vormaterial für die Metallschaumherstellung auch in kleineren Dimensionen für das WEP geradezu prädestiniert. Bisher gestaltete sich die Beschaffung von Materialmengen mit einer konstanten Zusammensetzung im Labormaßstab zum Teil recht schwierig und aufwändig, da industrielle Gießer in der Regel nur größere Chargen im Bereich von mindestens mehreren Hundert Kilogramm eines bestimmten Werkstoffes liefern.

Abb. 6: *Simon Kött bei der Bedienung des XRD.*

Abb. 7: *Präzisions-Leitfähigkeitsmessgerät Sigmascope.*

Das induktive Erschmelzen des Metalls erfolgt in der neuen Anlage wahlweise im Vakuum oder unter Schutzgas. Durch eine zusätzliche Nachchargiereinheit kann zudem die Stranglänge variiert werden. Abbildung 8 zeigt diese Anlage nach dem Aufbau im Gieß- und Wärmebehandlungslabor des WEP.

Auf einer solchen Anlage vom gleichen Typ wurden bereits in den letzten Jahren an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg im Rahmen einer kooperativen Promotion mehrere Gießdrähte in einer hohen und reproduzierbaren Qualität hergestellt. Daraus ergibt sich für das Team um Professor Jost nun ein weiterer erfreulicher Nebeneffekt: Was in der Vergangenheit nur durch weite Fahrten und entsprechend langfristige Planungen mit den dortigen Anlagenbetreibern möglich war, kann nun kurzfristig und sehr flexibel in den eigenen Räumen des WEP durchgeführt werden.

Durch diese Tatsache und in Verbindung mit den vielen Möglichkeiten, welche diese Anlage bietet, konnte das Ziel der MWK-Ausschreibung, die gezielte Förderung von Forschung und Entwicklung ganz klar erreicht werden und stellt auch einen weiteren Baustein zur Zukunftssicherung der Werkstoffforschung an der Hochschule Pforzheim dar.

In weiteren Glühöfen sind verschiedene Wärmebehandlungen wie beispielsweise Diffusions- und Rekristallisationsglühungen sowie Ausscheidungshärtungen möglich. Das „Sahnestück" in diesem Ofenarrangement stellt ein hochpräziser programmierbarer Hochtemperaturofen dar, mit dem Spitzentemperaturen von 2.400 °C erreicht werden können. Aufgrund der herausragenden Leistungsfähigkeit wird dieser Ofen zunehmend auch von Studentengruppen aus der Fakultät für Gestaltung mitgenutzt, die dort ihre keramischen Materialen brennen und wärmebehandeln. Ein zusätzlicher Ausbrennofen mit einer speziellen Abluftführung ermöglicht die Herstellung von verlorenen Feingussmodellen und die Durchführung von Veraschungsversuchen.

AUSBLICK

Moderne Werkstoffe weisen in Ihrer Vielzahl nahezu unendlich viele Einsatzgebiete und damit Beanspruchungsprofile auf, welche eine spezifische Prüfung zum Teil sehr komplex und umfangreich gestalten. Mit den Prüfeinrichtungen am WEP der Hochschule Pforzheim wurde diesen Umständen in den vergangenen Jahren konsequent begegnet, indem man versuchte, im Rahmen der vorhandenen finanziellen und räumlichen Möglichkeiten mit diesen Entwicklungen Schritt halten zu können. Dazu waren sehr oft die Kreativität und die Improvisationsfähigkeit der Mitarbeiter gefragt, welche unterstützend durch gute Kontakte zu Industriepartnern die eine oder andere wichtige Ausstattung erst möglich machte.

Ein großes und vorrangiges Anliegen bei allen diesen Bemühungen ist die konsequente Integration dieser Verfahren in die Lehre. Für den heutigen Ingenieur (und da ist es vollkommen egal, aus welchem Fachgebiet er kommt, denn Werkstoffe sind allgegenwärtig) ist es zunächst einmal von grundlegender Bedeutung, die Gesamtbreite an Werkstoffen und modernen Prüfverfahren zur Werkstoffcharakterisierung und/oder Qualitätskontrolle in Theorie und Praxis kennenzulernen. Nur so kann er dieses Wissen später in seinem beruflichen Umfeld effektiv einsetzen und nachhaltig nutzen. Zusätzliche Laborveranstaltungen in Kombination mit praktischen Übungen sowie Projekt- und Abschlussarbeiten mit werkstoffkundlichen Inhalten dienen dann auch zur effektiven Vertiefung dieses Wissens. Vor allem studentische Projekte, welche mit der angewandten Forschung des WEPs Hand in Hand gehen, liefern wertvolle Erkenntnisse. Diese landen dann auch selbstverständlich nicht in der berühmten Schublade, sondern sind mit zunehmender Tendenz Wegbereiter für wiederum neue Forschungsprojekte.

Neben Lehre und Forschung werden alle Einrichtungen des WEP auch für so genannte Auftragsuntersuchungen für Industriekunden genutzt. Oftmals schließt sich in diesem Zusammenhang dann der Kreis, wenn sich nämlich ehemalige Studenten mit ihren werkstoffkundlichen Anliegen an ihre Hochschule wenden, um eine Prüfung oder Analyse durchführen zu lassen oder einfach einen Rat für eine Problemstellung einzuholen. Häufig kommt es dann bei den Werkstoffkundlern der Hochschule auch zu einem Schmunzeln, wenn z.B. ein Alumnus bekennt: „Hätte ich gewusst, wie wichtig Werkstoffkunde später für mich einmal sein wird, hätte ich doch mehr werkstoffkundliche Lehrangebote nutzen sollen". Eine solch ehrliche und positive Evaluation spornt alle Beteiligten an, die Werkstoffkunde mit großer Freude zeitgemäß und praxisrelevant zu lehren und zu leben

Dr.-Ing. Andreas Zilly

war von 2006 bis 2014 Laboringenieur im Werkstoffkundelabor des Studiengangs Maschinenbau und ist seit Juli 2014 Professor für Werkstoffe, Konstruktionslehre und Fertigungstechnik an der Dualen Hochschule Stuttgart.

M.Sc. Simon Kött

ist Laboringenieur am Institut für Werkstoffe und Werkstofftechnologien und bearbeitet aktuell ein großes Kooperationsprojekt zu neuartigen hochleitfähigen Cu-Legierungen.

Dr.-Ing., Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Norbert Jost

ist Professor im Studiengang Maschinenbau an der Fakultät für Technik sowie Gründer und Leiter des Instituts für Werkstoffe und Werkstofftechnologien (IWWT).

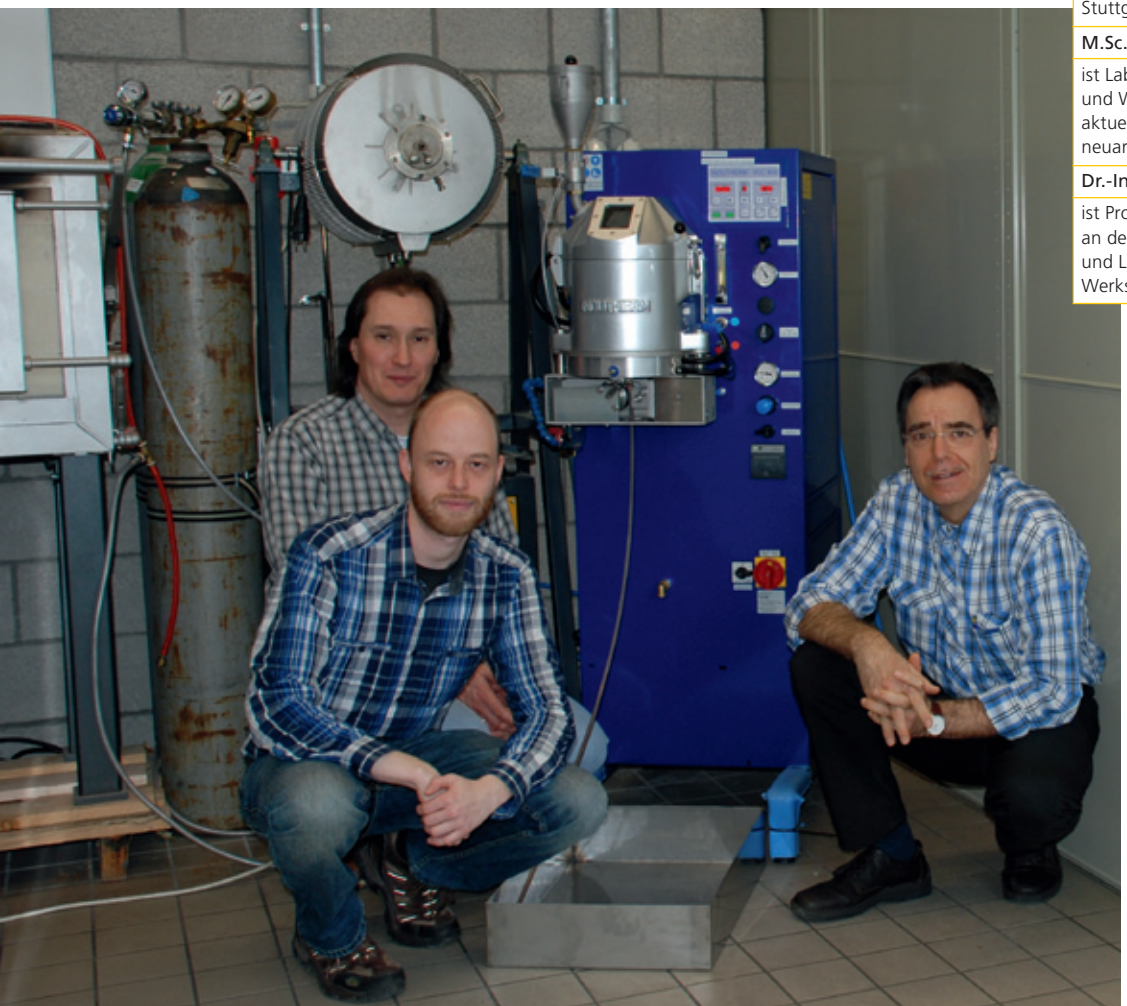



Abb. 8: *Stranggussanlage mit Forschungsteam (Andreas Zilly, Simon Kött und Professor Norbert Jost).*