

In dieser Ausgabe

- ❖ Grußworte
- ❖ Aus den Laborbereichen
- Korrosionslabor
- Abschlüsse 2021
- Promotionen 2021
- Publikationen 2021
- Neue Forschungsvorhaben am IWT ab 2021
- ❖ 10 Jahre REM am IWT
- ❖ Diverses
- Abschluss AMARETO
- Rückblick 12 Jahre SFB 799

Schlagzeilen

Angewandte Korrosionsanalytik am IWT. (Weitere Infos auf Seite 2)

Wie funktionieren Konferenzen in Zeiten der Corona-Pandemie? (Weitere Infos auf Seite 3)

Schülerwettbewerb widmet sich aktuellen Themen – Globale Erwärmung. (Weitere Infos auf Seite 4)

10 Jahre Rasterelektronenmikroskopie am IWT – Ein Rückblick (Weitere Infos auf Seite 5)

Rasterelektronenmikroskopische Impressionen – Kalenderbilder des Jahreskalenders 2022 (Seite 6)

12 Jahre SFB 799 gehen erfolgreich zu Ende. (Weitere Infos auf Seite 9)

Mit Formgedächtnislegierungen zu Besuch am Landesgymnasium Schulpforta. (Weitere Infos auf Seite 10)

Impressum

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. habil. Horst Biermann
Prof. Dr.-Ing. Lutz Krüger
iwt-office@www.tu-freiberg.de
www.werkstofftechnik-freiberg.de

Redaktion: A. Weidner
Druck: Medienzentrum

Redaktionsschluss: 05.11.2021

Grußworte zum Jahreswechsel

Liebe Ehemalige und Freunde des Instituts für Werkstofftechnik, liebe Kolleginnen und Kollegen,

auch im zweiten Jahr der Pandemie versuchen wir, das Bestmögliche für die Lehre und Forschung am IWT zu erreichen und hoffen, dass es Ihnen gesundheitlich ebenfalls gut geht.

Leider war auch 2021 ein Jahr voller Turbulenzen. Alle Lehrveranstaltungen mussten online abgehalten werden. Der soziale Kontakt war erheblich eingeschränkt. Dennoch konnten alle Forschungsprojekte weitergeführt und der SFB 799 mit weiteren Dissertationen erfolgreich abgeschlossen werden. Es war für alle Beteiligten eine sonderbare Situation, dass die Promotionen ausschließlich online erfolgen mussten. In unserem großen Hörsaal waren lediglich der Promovend, der erste Gutachter sowie ein Mitarbeiter für die Technik erlaubt. Die weiteren Kommissionsglieder und Gäste folgten dem Verfahren auf digitalem Weg.

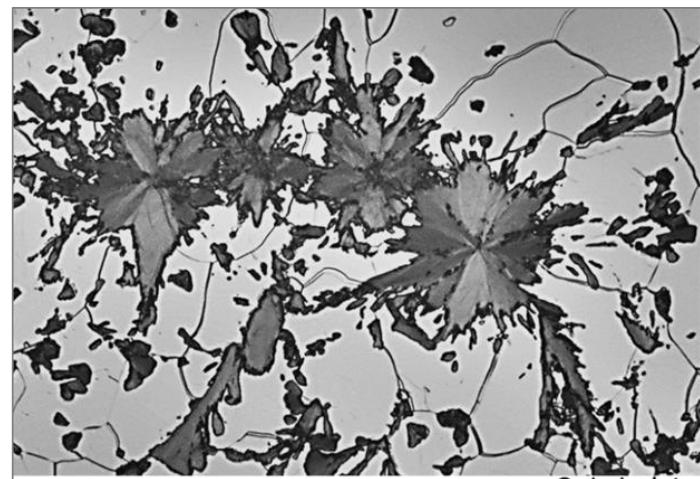
Alle Lehrveranstaltungen wurden mit erheblichem Vorbereitungsaufwand in unterschiedlichen Formen online angeboten, wofür wir unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern nochmals herzlich danken. Dank einer weitestgehend funktionstüchtigen digitalen Infrastruktur fand der wissenschaftliche Austausch über digitale Plattformen statt. Dadurch konnten wir sogar Forschende aus Frankreich oder Japan für einen Vortrag gewinnen.

Das neben der Neuen Mensa befindliche Gebäude des Zentrums für effiziente Hochtemperaturstoffwandlerung (ZeHS) ist nun bezugsfertig. Wir haben damit begonnen, weitere neu beschaffte Forschungsgroßgeräte wie eine Hybrid Spark Plasma Sinteranlage, eine EB Universalkammeranlage sowie eine Höchsttemperaturprüfmaschine in Betrieb zu nehmen und neue Forschungsfelder zu erschließen.

Durch den Neubau von Hörsaalzentrum mit Universitätsbibliothek sowie die Erweiterung des Clemens-Winkler-Baus wächst unser Campus gewaltig, so dass sich die exzellenten Studien- und Arbeitsbedingungen weiter verbessern werden.

Vielleicht haben Sie ja im Bekanntenkreis die Möglichkeit, auf unsere individuelle Betreuung während des gesamten Studiums hinzuweisen? Uns fehlt es unverändert an Studierenden. Der Bedarf an Werkstoffingenieuren „made in Freiberg“ ist unverändert hoch!

Bei der Lektüre unseres Newsletters, der wie in der Vergangenheit auch, eine Gemeinschaftsarbeit aus allen Institutsbereichen darstellt, möchten wir Ihnen viel Vergnügen wünschen.



© A. Ludwig
„Feuerwerk“
(Ferritisches Gusseisen, geätzt mit Nital, Lichtmikroskop)

Wir hoffen, dass Sie eine schöne und friedvolle Weihnachtszeit genießen können. Mit unserem Neujahrsgruß „Feuerwerk“ in ferritischem Gusseisen wünschen wir Ihnen für das kommende Jahr viel Gesundheit, Glück und Erfolg!

Mit besten Grüßen

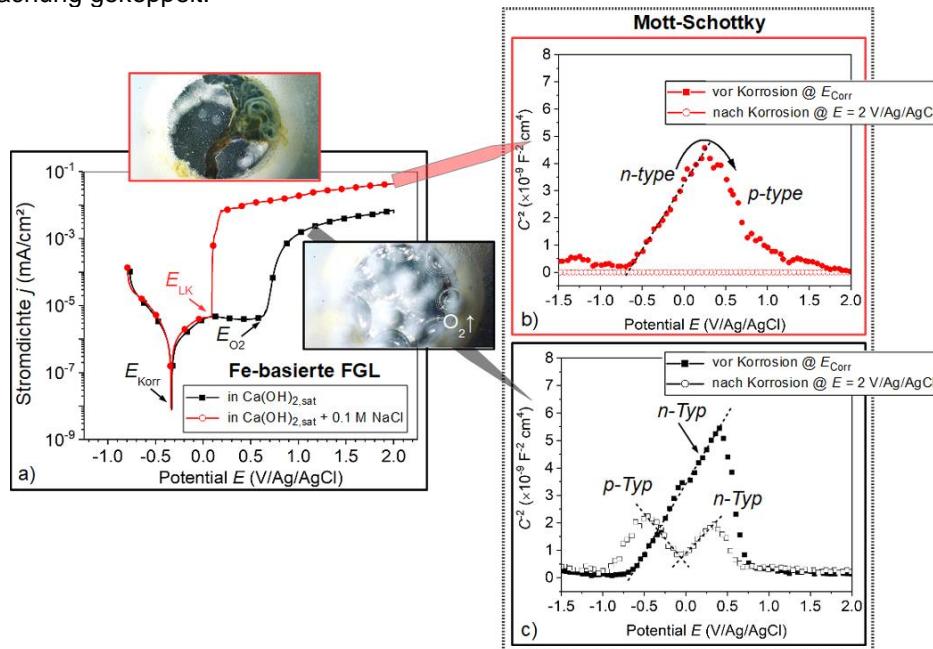
Horst Biermann

Lutz Krüger

Angewandte Korrosionsanalytik am Institut für Werkstofftechnik

Im Rahmen der Korrosionsforschung am Institut für Werkstofftechnik sind etablierte Prüfverfahren wie die Aufnahme von Polarisationskurven, Klimakammer- oder Freibewitterungstests Standard für die Beschreibung der Korrosionscharakteristika eines Werkstoffes. Nichtsdestotrotz liefern diese Verfahren nur ein begrenztes Bild von den Korrosionsvorgängen und sind als Einzelprüfmethode nur bedingt aussagekräftig. Aus diesem Grund werden im Bereich der angewandten Korrosionsanalytik mehrere Verfahren miteinander gekoppelt und sowohl differenziert als auch integrativ evaluiert. Ziele dieser messtechnisch sehr aufwendigen Vorgehensweise sind ein möglichst hoher Informationsgehalt über das Korrosionsverhalten des untersuchten Systems und die Möglichkeit einer tiefgründigeren Materialanalyse. Zudem werden verstärkt zerstörungsfreie Prüfverfahren wie die Schallemissionsanalyse, die elektrochemische Rauschdiagnostik oder optische Überwachungstechniken simultan eingesetzt und die Daten zeitlich synchronisiert. Diese Verfahren erlauben die Erfassung sehr schwacher und zeitlich versetzter Entwicklungsstadien, sodass Initiierungs-, Ausheilungs- oder Wachstumsprozesse erfasst und eindeutig zugeordnet werden können. Der große Vorteil liegt in der präziseren Ursachen- und Schadensidentifikation und ermöglicht es, das System so zu beeinflussen, dass ein katastrophaler Korrosionsschaden vermieden werden kann.

Die Kopplung dreier Prüfverfahren und der dadurch erzielte Mehrwert an Information sind in der Abbildung am Beispiel einer eisenbasierten Formgedächtnislegierung (FGL) gezeigt, deren Korrosionsverhalten in salzfreier und salzkontaminiertem hochalkalischer Lösung untersucht wurde. Für die Charakterisierung des Korrosionssystems wurde der konventionelle Polarisationsversuch mit einer Mott-Schottky-Analyse und einer kameragestützten *in situ* Grenzflächenüberwachung gekoppelt.



(a) Stromdichte-Potential-Kurven der Fe-basierten FGL in gesättigter Ca(OH)₂-Lösung mit und ohne NaCl-Zusatz. Die Fotografien zeigen charakteristische Stadien der Phasengrenzfläche mit einer exzessiven Sauerstoffentwicklung in der salzfreien und einer starken Korrosionsproduktentwicklung in der salzkontaminierten Lösung. (b) und (c) Mott-Schottky-Zusammenhänge mit Informationen zu den Passivoxid-Halbleitereigenschaften vor und nach den Polarisationsversuchen.

Im Ergebnis konnte gezeigt werden, dass die FGL in der salzfreien Kalziumhydroxidlösung eine ausgeprägte Passivität und rein katalytische Grenzflächeneigenschaften aufweist. Die Mott-Schottky-Analyse lässt erkennen, dass das Passivoxid nach der Polarisation sowohl n- als auch p-Halbleitereigenschaften besitzt und aus einer korrosionsbeständigen Doppelschichtstruktur aufgebaut ist. Diese Eigenschaften sind letztlich für einen langlebigen Werkstoffeinsatz ausschlaggebend. Im Vergleich dazu zeigt sich bei Salzkontamination erwartungsgemäß eine starke Schädigung und ungehemmte Korrosionsproduktentwicklung an der Grenzfläche. Die Mott-Schottky-Zusammenhänge lassen zudem erkennen, dass das Salz den Passivoxidschichtaufbau signifikant beeinflusst und die Korrosionsbeständigkeit bereits bei kurzzeitigem Kontakt negativ beeinträchtigt.

Im Bereich der Korrosionsforschung wird auch in den kommenden Jahren vermehrt auf die nicht-invasiven Korrosionsprüfverfahren gesetzt. Allen voran sollen die Methode der akustischen Emission und die elektrochemische Rauschanalyse eingesetzt und die aufwendige Datenanalyse optimiert werden. Diese Verfahren zeigen bereits jetzt ein sehr großes Anwendungspotential im Bereich der *in situ* Überwachung und Ferndiagnose von korrosiv gefährdeten Oberflächen. (Autor: Dr. M. Mandel)

Abschluss AMARETO

Im ersten Quartal 2021 wurde das vierjährige Forschungsvorhaben AMARETO (Sächsische Allianz für MAterial- und REssourceneffiziente TechnOlogien) beendet. Dieses Verbundprojekt zwischen den technischen Universitäten Freiberg, Chemnitz und Dresden sowie dem Fraunhofer IWU hatte das gemeinsame Ziel, neue Methoden und Transferlösungen für einzelne Teile der Wertschöpfungskette zu erarbeiten, die es klein- und mittelständischen Unternehmen ermöglichen, ihr Produkteinführungsrisiko deutlich zu reduzieren. Der Forschungsbereich „Smart Material“ in Freiberg beschäftigte sich mit dem Werkstoffdesign. Dabei lag der Fokus auf der Erzeugung physikalisch relevanter Materialmodelle, die den Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Mikrostruktur beschreiben und für Simulationen der Werkstoffeigenschaften genutzt werden können. Das Institut für Metallformung beschäftigte sich in einem Teilprojekt mit der neu entwickelten Magnesiumlegierung WZ73, deren Korrosionsverhalten in einem CFK/Mg-Hybridverbund am IWT analysiert wurden. In Kooperation mit dem Institut für Fertigungstechnik der TU Dresden wurde der CFK/WZ73-Verbund hergestellt und in einem Klimakammertest geprüft. Die Ergebnisse zeigten, dass die Haftfestigkeit zwischen CFK und Mg-Legierung sowie die Dictheit der Fügezone entscheidend für die Korrosionsbeständigkeit des Verbundes sind. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Werkstoffwissenschaft wurden in einem

anderen Teilprojekt speziell legierte, hochfeste Stähle (Werkzeugstahl und Schnellarbeitsstahl) untersucht. Im ersten Schritt wurden unterschiedliche Nitrier- und Nitrocarburierbehandlungen zur Einstellung definierter Randschichten im Hinblick auf Verbindungsenschichtexistenz und Diffusionstiefe erfolgreich durchgeführt. Im zweiten Schritt wurde eine neuartige PVD Hartstoffsenschicht des Systems Cr-Al-Ti-B-N (und eine Referenzschicht des Typs Ti-Al-N) auf den Nitrierschichten abgeschieden, wodurch Duplex Randschichtsysteme mit variierenden Härtegradienten entstanden. In den nachfolgenden komplexen Untersuchungen (GAXRD, HT-XRD, ESMA, Nano-indentation, REM, EDX und Ritztests) wurden sehr gute strukturelle und mechanische Eigenschaften dieser Schichtsysteme festgestellt. Außerdem konnte der tribokorrosive (rotatorischer Gleitverschleiß in NaCl-Elektrolyten) und tribologische (Trockenverschleiß mit hohen Normalkräften) Widerstand maßgeblich gesteigert werden. Damit konnten zu Projektende neue Perspektiven in der Erzeugung und dem Verhalten variierender Duplexschichtsysteme auf unterschiedlichen Werkzeugstählen eröffnet, als auch eine neuartige PVD Schicht erstmals extern erzeugt und mit aussichtsreichen Ergebnissen in Freiberg untersucht werden. Besonders ist die exzellente Zusammenarbeit zwischen den Instituten für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik hervorzuheben.

(Autor: T. Weinhold, M. Mandel)

Neue Mitarbeiter (1/2)



Herr **Dominic Seidel** hat von 10/2014 bis 05/2021 an der TU Bergakademie Freiberg studiert. Zunächst erwarb er einen Bachelor-

Abschluss als Wirtschaftsingenieur und anschließend einen Diplomabschluss als Werkstofftechniker. Seit 01.09.2021 verstärkt er als wissenschaftlicher Mitarbeiter das EB-Team und bearbeitet das Thema „Technologieentwicklung zur drahtbasierten additiven Fertigung hochbelasteter Leichtbaukomponenten aus Al-Werkstoffen mittels Elektronenstrahl“ in Kooperation mit der Fa. Focus GmbH.



Im Januar 2021 beendete Frau Jessica Dunkl erfolgreich ihre 3 ½- jährige Ausbildung zur Werkstoffprüferin.

Seitdem ist sie als technische Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe „Thermochemische Randschichtbehandlung“ (Dr. A. Dalke) tätig und entlastet das Team sowohl an Maschinen und Versuchständen, als auch bei der metallografischen Probenpräparation und Gefügebeurteilung.

Virtuelle Konferenzen

Nicht nur bei Vorlesungen, Seminaren und Praktika wurde auf das digitale Format gesetzt, sondern auch bei Tagungen. Somit konnten auch unter Pandemiebedingungen neue Forschungsergebnisse anderen nationalen und internationalen Wissenschaftlergruppen vorge stellt werden. Rein objektiv betrachtet, wurden somit Anreise- und Übernachtungskosten, ein Teil der Tagungsgebühr und weitere Kosten vor Ort eingespart. Folglich waren die Gesamtkosten deutlich niedriger. Stattdessen musste der eigene Computer überprüft bzw. erweitert werden, um ein reibungsloses Zusammenspiel von Hard- und Software zu ermöglichen. Das „blinde“ Vortragen in eine Kamera war zunächst für den Einzelnen ungewohnt, da evtl. Reaktionen aus dem Publikum während des Vortrages kaum sichtbar sind. Die technisch begründet nicht optimalen Interaktionsmöglichkeiten wurden abseits des eigentlichen Vortrages von einigen Veranstaltern durch spezielle digitale Gesprächsräume ermöglicht. Dadurch sind in begrenztem Umfang auch Postersessions möglich gewesen.

Zunehmend wurden jedoch sowohl die technischen Abläufe als auch die Vortragsstile den neuen Gegebenheiten angepasst und verliefen nahezu reibungslos. Fluch und Segen der Digitalisierung sind die neuen Möglichkeiten der Mitschnitte und Aufzeichnungen. Die persönliche Kontakt pflege als auch das Knüpfen neuer Kontakte, wie z. B. bei den sonst üblichen Get-together-Treffen, waren nur eingeschränkt möglich und fehlen zunehmend. Inzwischen bieten viele Veranstalter hybride Tagungen an. Somit können Personen, die keine Reisebeschränkungen haben, vor Ort an der Tagung teilnehmen. Die restlichen Tagungsteilnehmer nehmen digital teil. Auch für Forschungsprojekte mit schmalem Budget kann dies ein guter Kompromiss sein, um dennoch an einer internationalen Tagung teilzunehmen. Auch wenn sich die technischen Bedingungen durch Corona stark weiterentwickelt und verbessert haben, so bleibt doch zu hoffen, dass in 2022 wieder mehr „persönliche Nähe“ möglich sein wird. (Autoren: Dr. A. Buchwalder und Dr. S. Henschel)

Schülerwettbewerb 2021 „Rettet mit uns das Gletschereis!“



Seit der Corona - Pandemie ist es recht still im Schülerlabor. Die Durchführung des Schülerwettbewerbes bietet die einzige Möglichkeit, das Werkstoffthema trotzdem in die Schulen zu bringen. Bereits während der ersten Schulschließung im Frühjahr 2020 nutzten einige LehrerInnen die Wettbewerbsaufgabe als Auftrag für SchülerInnen des mathematisch - naturwissenschaftlichen Profils im Home Schooling.

„Rettet mit uns das Gletschereis!“ lautete der Auftrag an die SchülerInnen in diesem Jahr. Die Idee für den Schülerwettbewerb 2021 wurde von Mitarbeitern des Institutes für Werkstoffwissenschaft entwickelt. Eine nach unten geöffnete Kühlbox aus haushaltsüblichen Gegenständen und Materialien sollte gebaut werden, die einen Eisblock besonders lange vor dem Aufschmelzen bewahrt, wobei die Verwendung kommerzieller Dämmstoffe, wie z.B. Styropor, verboten war. Die Auswahl der Werkstoffe sollte im Protokoll begründet und die Schritte der Entwicklung der Kühlbox dokumentiert werden. Am Ende sollte die Kühlleistung der Box selbst geprüft und ein Diagramm „Eisblockmasse gegen die Zeit“ erstellt werden.



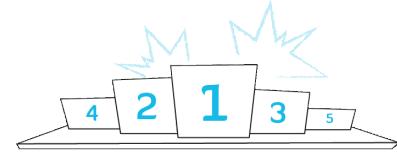
Bis zum 14. Mai erreichten 39 Einsendungen das Institut für Werkstofftechnik. Insgesamt beteiligten sich am Wettbewerb 69 SchülerInnen der Klassenstufen 5 -12 aus sechs Schulen.

Die weiteste „Anreise“ hatte eine Kühlbox von zwei Schwestern aus Rödermark im Landkreis Offenbach, die sich bereits zum zweiten Mal am Wettbewerb beteiligten. Alle Kühlboxen wurden einem Härtetest unterzogen, da am Tag der Prüfung 30 °C Außentemperatur herrschten.

Als beste Kühlbox wurde diejenige gewertet, die bei der letzten Bestimmung, bevor also alles Eis geschmolzen war, die höchste (relative) Resteismasse aufwies. Dies war mit 23 g in dem vorliegenden Test Kühlbox Nr. 32 – eine Konstruktion von Wilhelm Stockmann aus dem Geschwister-Scholl-Gymnasium Freiberg. Die beste Gruppenleistung stammt aus dem Landkreis Gymnasium St. Annen Annaberg-Buchholz. Die Kühlbox von Florentine Streek, Anne Dittrich und Leonie Gerber aus dem mathematisch – naturwissenschaftlichen Profil der Klassenstufe 9 enthielt nach 12 Stunden noch eine Resteismasse von 20 g.

Damit erreichte ihre Box das zweitbeste Ergebnis aller Wettbewerbs-einsendungen, wobei nur sechs davon überhaupt noch Reste von Eis enthielten.

Das beste Protokoll reichte Samira Beyer aus Freiberg ein, welches neben der wissenschaftlichen Herangehensweise vor allem durch ein hervorragendes Layout besticht. Neben diesen Preisen wurde von der Jury auch die kreativste Kühlbox ermittelt. Hannah Fuhrmann, Johanna Barg, Melanie Paschka und Sarah-Aliyah Kalu, ebenfalls aus dem Landkreis Gymnasium St. Annen in Annaberg-Buchholz, verwendeten neben Wellpappe, Aluminiumfolie sowie Luftpolsterfolie noch Schwämme zur Wärmeisolierung und gestalteten ihre Box farbig, passend zum Thema. Die Stiftung „Sachsen. Land der Ingenieure“, die den Wettbewerb schon über viele Jahre finanziell bei der Prämierung der Wettbewerbssieger unterstützt, ruft außerdem einen Mädchenpreis aus, obwohl die Beteiligung von Mädchen und Jungen in diesem Jahr sehr ausgeglichen war. Dieser Preis geht an Hannah Kabisch aus Bieberstein, die für ihre Konstruktion u. a. Schafwolle einsetzte und somit das fünftbeste Ergebnis erzielte. Wie schon in allen vorangegangenen Wettbewerben überraschte auch diesmal wieder die Auswahl der Materialien. Es wurde mit Holz, Watte, Filz, Sägespänen, Corona-Schutzmasken, Kork, Tontöpfen, ja sogar mit Popcorn gearbeitet. Dübel wurden mit Harnstoff gefüllt und zur Kühlung eingebaut oder mit Ammoniumchlorid gefüllte Teebeutel eingenäht. Eine Kühlbox wurde sogar komplett aus Hefeteig in einer Brotform gebacken, eine weitere aus Salzteig geschaffen. Alle GewinnerInnen wurden am 7. Oktober zur Preisverleihung und einem Forschertag an die TU Bergakademie Freiberg eingeladen.



2022 wird es wieder einen neuen Wettbewerb zum Thema Energiespeicherung geben. Zu wünschen bleibt, dass bis dahin auch das Schülerlabor wieder regelmäßig Schülergruppen empfangen kann.
(Autorin & Fotos: Annett Wolf)

10 Jahre Rasterelektronenmikroskop am Institut für Werkstofftechnik

Es war ein sonniger, ansonsten aber ganz normaler Mittwoch im November 2011, oder doch nicht? Der 23.11.2011 war für das IWT ein großer Tag. Gegen 9 Uhr fuhr ein mittelgroßer LKW auf den Hof hinter dem Haus Metallkunde. Soweit so gut, nichts Spektakuläres. Doch die Fracht an Bord dieses LKWs war etwas Besonderes – ein Rasterelektronenmikroskop (REM) – ein hochmodernes, mit Feldemissionskathode und allen auf dem Markt verfügbaren (und bezahlbaren) abbildenden und analytischen Zusatzeinrichtungen.



Die Kollegen der Firma Tescan (Brno, Tschechien) und unser Servicetechniker Herr Haak, der uns von da an 10 Jahre lang treu begleiten sollte, luden die kostbare Fracht vom LKW ab. Da stand es nun, zunächst noch in Silberfolie eingepackt wie ein verfrühtes Weihnachtsgeschenk. Doch dann wurde es abenteuerlich. Das Gerät musste in den Keller eingebraucht werden. Geplant war dafür die Einbringung über die Prüfhalle und dann mit dem Fahrstuhl in den Keller. Doch leider hatte das Baudezernat andere Pläne, so dass vier Wochen vor Anlieferung der Fahrstuhl für anstehende Umbaumaßnahmen stillgelegt wurde. Nun war guter Rat teuer. Die kostbare Fracht wurde kurzerhand an den Haken einer Laufkatze genommen und im Treppenauge des Hauses Metallkunde in den Keller abgelassen. Ich konnte/wollte gar nicht so genau hinschauen, tat es dann aber doch, um diesen Moment der Nachwelt zu erhalten. Zum Glück ist alles gut gegangen und das REM ist uns auf dem Weg in den Keller nicht vom Haken gefallen. Nachdem das Gerät dann wohlbehalten an seinem Bestimmungsort im Keller angekommen war, erfolgten die Installationsarbeiten der zusätzlichen analytischen Detektoren (Energiedispersives Röntgenspektrometer – EDX-Detektor und Elektronenrückstreu - EBSD-Detektor). Alle Installationsarbeiten waren dann im Dezember 2011 abgeschlossen und das REM konnte seinen planmäßigen Betrieb aufnehmen.

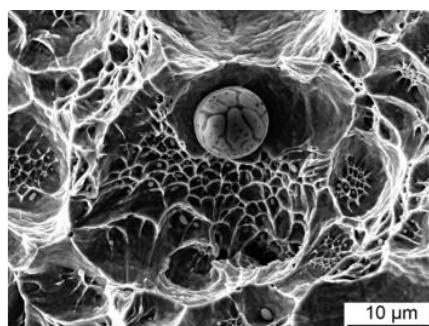
Seither arbeitet es zuverlässig und ohne nennenswerte Zwischenfälle. Von Anfang an starteten wir mit einem Dreischichtbetrieb. Damit konnten alle DoktorandInnen, für welche die Rasterelektronenmikroskopie in ihren For-

schungsarbeiten erforderlich war, selbstständig am Gerät arbeiten. Bis heute haben in Summe 46 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des IWT (DoktorandInnen, wissenschaftliche und technische MitarbeiterInnen) eine Ausbildung am Rasterelektronenmikroskop erhalten und führen ihre Untersuchungen aber auch Zuarbeiten für studentische Arbeiten und Abschlussarbeiten eigenständig durch. Aktuell arbeiten 21 eingewiesene Nutzer coronabedingt im Vier-Schichtbetrieb am Gerät. In diesen 10 Jahren wurden viele verschiedene Forschungsthemen mithilfe rasterelektronenmikroskopischer Untersuchungen vertieft. Die verschiedensten Ergebnisse aus EDX-Analysen, EBSD-Messungen oder einfach nur rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von Bruchflächen oder Randschichten sowie von mehrphasigen Gefügen fanden Eingang in zahlreiche Dissertationen und Veröffentlichungen in nationalen und internationalen Zeitschriften oder in Konferenzbeiträgen.

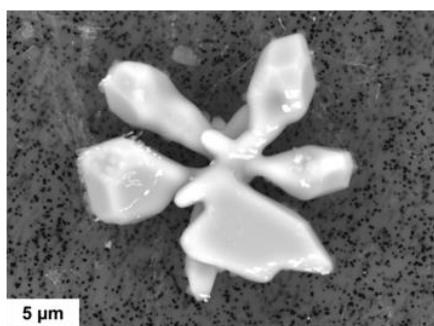


Die Palette der untersuchten Werkstoffe reicht von Gusseisen und verschiedensten Stählen über Aluminium, Kupfer, Magnesium, Titan und deren Legierungen bis hin zu partikel- und kurzfaserverstärkten metallischen sowie kohlenstoffgebundenen und refraktären keramischen Verbundwerkstoffen. Aber auch Außenseiter wie Leder, Holz bzw. andere Pflanzenteile oder Kunststoffe fanden den Weg ins REM. Aus einigen der schönsten/interessantesten Aufnahmen wurde ein Kalender für das Jahr 2022 gestaltet (s. Seite 6). In den vergangenen 10 Jahren wurden aber auch mechanische Versuche *in situ* im REM durchgeführt. Hier reicht die Palette vom klassischen Zug- oder Druckversuch über die Ermüdung bis hin zum Biegeversuch, wobei Zugversuche auch in einem Temperaturbereich von -100°C bis +800°C auch in Kombination mit EBSD erfolgen können. Zu den neueren Zusatzeinrichtungen gehört ein Nanoindenter, der im REM betrieben werden kann, mit dem Nanoindentationsversuche an mehrphasigen Werkstoffen oder an Einschlüssen durchgeführt werden können, aber auch Miniaturstauchversuche (Ø der Proben im µm-Bereich) sind damit möglich. (Autorin & Fotos: Dr. A. Weidner)

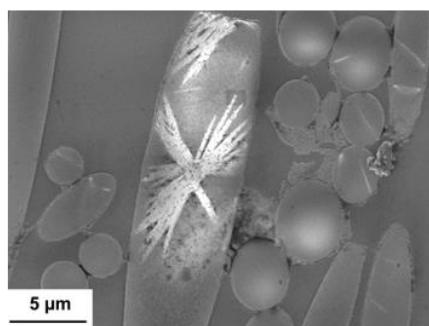
2022



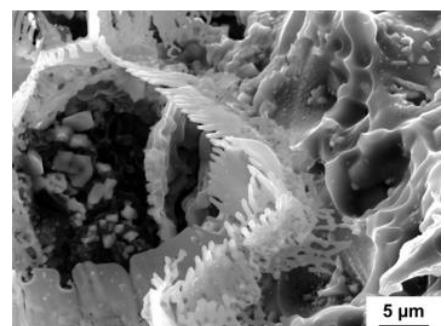
Titel



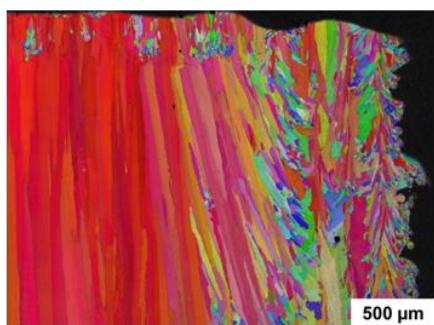
Januar



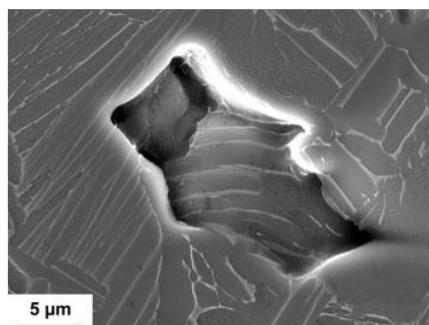
Februar



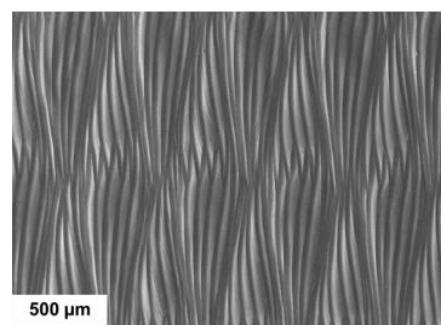
März



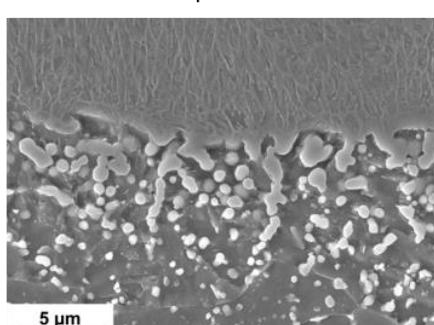
April



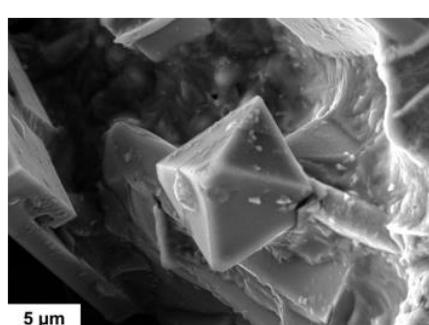
Mai



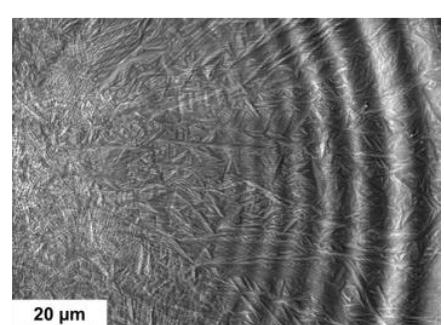
Juni



Juli



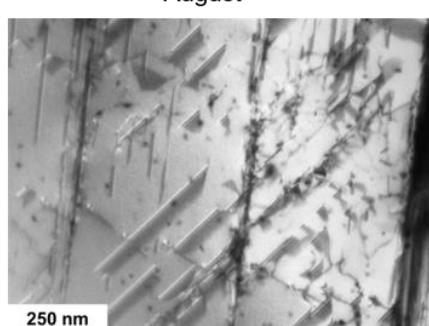
August



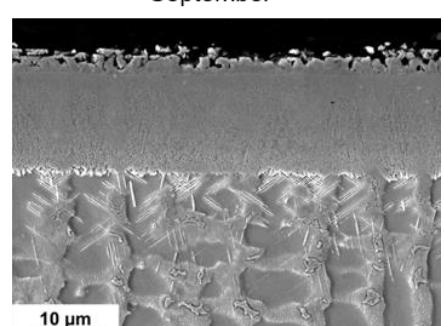
September



Oktober



November



Dezember

Abschlüsse am IWT 2021

Diplomingenieur für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie:

Studiengang Werkstofftechnik: Fabian Höhne, Markus Kolb, Pia Nitzsche, Jannik Ahej, Yanfang Zhan, Christian Krancher, Hendrik Fischer, Tony Richter, Moritz Roßberg, Sebastian Müller, Justine Richter

Studiengang: Fahrzeugbau: Werkstoffe und Komponenten:

Sebastian Matthiass Rudolph

Studiengang "Wirtschaftsingenieurwesen", Spezialvertiefung Werkstofftechnik:

Dominik Seidel, Victoria Neues

Bachelor: Artos Gläser, Niclas Reuter

Promotionen 2021

Robert Lehnert: 21.12. 2020, Kombinierte in situ Analyse des Verformungsverhaltens hochlegierter TRIP/TWIP Stähle

Volodimyr Kietov: 04.02.2021, Entwicklung einer Schallemissionsmethode zur Charakterisierung von Korrosionsprozessen an hochlegierten austenitischen TRIP/TWIP-Stählen

Markus Radajewski: 11.02.2021, Beitrag zum Verständnis der Temperaturverteilung im FAST-Prozess von CrMnNi-TRIP/Mg-PSZ-Gradientenwerkstoffen

Christine Baumgart: 12.03.2021, Charakterisierung von CrMnNi-TRIP-Stahlerzeugnissen der keramischen Extrusionstechnologie: Einfluss der Entbinderungstemperatur und der Sinteratmosphäre

Alexandra Illgen: 02.11.2021, Einfluss keramischer Partikel- und Faserverstärkungen in einem Aluminium-Matrix-Verbundwerkstoff auf das Ermüdungsverhalten bei sehr hohen Zyklenzahlen.

Habilitation 2020

Anja Buchwalder: 18.12. 2020, Potenziale und Grenzen kombinierter Randschichtbehandlungstechnologien in Verbindung mit einer Fest-/Flüssigphasen-Randschichtbehandlung mittels energiereicher Strahlverfahren für Gusseisenwerkstoffe

Publikationen 2021

Auch in 2021 sind zahlreiche Veröffentlichungen zu unterschiedlichen Themenkomplexen erschienen. Eine detaillierte Zusammenstellung aller Artikel ist unter <https://tu-freiberg.de/fakult5/iwt/forschung/publikationen-auswahl> zu finden.

- Additive Fertigung von CrMnNi-Stählen und anderen Werkstoffen (IN718, AlSi10Mg)
- Korrosionsverhalten von Formgedächtnislegierungen
- Tribologisches Verhalten von Gusseisen mit und ohne Oberflächenmodifizierung
- Thermochemische Oberflächenbehandlung von austenitischen Stählen und Eisenaluminiden
- Schallemissionsmessungen an Oligokristallen austenitischer Stähle und Formgedächtnislegierungen
- Ermüdungsverhalten von ultrafeinkörnigen metastabilen austenitischen Stählen
- Hochtemperatureigenschaften kohlenstoffgebundener Aluminiumoxid-Keramiken
- Herstellung laktose-tannin gebundener Aluminium-oxid-Keramiken

Neue Forschungsthemen 2021

- Beschreibung des Ermüdungsverhaltens gewebeverstärkter Faser-Kunststoff-Verbunde unter kombinierter interlaminarer Schub- und out-of-plane Druckbeanspruchung
- Legierungs- und Gefügedesign von austenitischem Cr-Ni-Cu-N-Stahlguss mit TRIP/TWIP-Eigenschaften zur Kaltmassivumformung
- Herstellung, elektrochemische Charakterisierung von Präzisionsrohren
- nodularWELD – Identifikation und Optimierung von Schweißparametern zum Reparaturschweißen von Bauteilen aus Gusseisen mit Kugelgrafit; Teilverhaben: „Bruchmechanische Charakterisierung der Reparaturschweißungen“ Teil II
- Gusswelle – Werkstoff- und Bauteiloptimierung für leistungsfähigere Gusskomponenten im Antriebsstrang von Windenergieanlagen durch den Einsatz von Kokillenguss
- Technologieentwicklung für das additive Manufacturing (AM) in Verbindung mit einem Nitrieren (N) und die Herstellung von Multi-Material-Mix-Komponenten aus hochbelasteten Werkzeugstählen (AM-N-Mix)
- Studie zum dynamischen Figurhandling mithilfe des MultiMod-Funktionsgenerators am Beispiel des EB-Flash-Härtens
- Untersuchungen zum Elektronenstrahl (EB)-Löten (Kurzzeit-Wärmeleitungslöten)
- Entwicklung einer bauteilgerechten Technologie zum lokalen Kurzzeit-Hochtemperaturlöten mit Hilfe des Elektronenstrahls und maßgeschneiderter vakuumtauglicher Lot-Tapes
- Schallemissions-Screening an thermo-mechanisch prozessierten Formgedächtnislegierungen unter Zug- und Druckbeanspruchung – Die Bedeutung irreversibler Prozesse in Fe-Ni-Co-Al-Ti-B Formgedächtnislegierungen

Habilitation von Frau Dr.-Ing. Anja Buchwalder

Am 18.12.2020 verteidigte Frau Dr.-Ing. Anja Buchwalder erfolgreich ihre Habilitation zum Thema „Potenziale und Grenzen kombinierter Randschichtbehandlungs-technologien in Verbindung mit einer Fest-/Flüssigphasen-Randschichtbehandlung mittels energiereicher Strahlverfahren für Gusseisenwerkstoffe“. Gutachter waren: Prof. Dr.-

Ing. habil. Horst Biermann. Prof Dr.-Ing. Gotthard Wolf (beide TU Berg-akademie Frei-berg) und Prof. Dr.-Ing. habil. Olaf Keßler (Universität Rostock). Das Verteidigungsverfahren umfasste im 1. Teil eine



Probevorlesung (1,5 h) zum Thema „Randschichthärtungen von Stahl“, an der auch die Studenten des 5. Semesters der Grundlagenvorlesung „Wärmebehandlung und Randschichttechnik“ teilnahmen. Der 2. Teil beinhaltete einen wissenschaftlichen Probevortrag in englischer Sprache zum Thema “Pre- and post-surface treatments using electron beam technology for load-related application of nitriding and hard coatings on soft Al alloys”.

Bei den jeweils anschließenden Befragungen durch die Prüfungskommission stellte sie Ihre wissenschaftliche Befähigung unter Beweis. Erschwerend kam hinzu, dass die



Veranstaltungen, bedingt durch die Corona-Pandemie, online durchgeführt werden mussten, was jedoch nahezu störungsfrei gelang. Etwa 70 Personen waren zugeschaltet.

Eine anschließende Feier, wie sonst üblich, konnte

leider nicht stattfinden und wurde im Juli 2021 im kleinen Kreis des EB-Teams in ihrem Garten nachgeholt.

Wir gratulieren Frau Dr.-Ing. habil. Anja Buchwalder zum Erwerb dieses akademischen Grades und wünschen ihr für die Zukunft Gesundheit, Schaffenskraft und mit ihrem EB-Team Erfolg. (Autor: Dr. A. Buchwalder; Fotos: A. Ludwig, A. Buchwalder)

Promotionen am IWT

Bereits am 21.12.2020 verteidigte Herr Dipl.-Ing.

Robert Lehnert

erfolgreich seine im Rahmen des SFB 799 entstandene Dissertation zum Thema: *Kombinierte in situ Analyse des Verformungsverhaltens hochlegierter TRIP/TWIP Stähle*. Gutachter der Arbeit waren Prof. Horst Biermann (TU Freiberg) und Prof. Thomas Niendorf (Universität Kassel).



Herr M. Sc. **Volodymyr Kietov** verteidigte am 04.02.2021 erfolgreich seine ebenfalls im SFB 799 angesiedelte Dissertation „*Entwicklung einer Schall-emissionsmethode zur Charakterisierung von Korrosionsprozessen an hochlegierten austenitischen TRIP/TWIP-Stählen*“.

Eine weitere Promotionsverteidigung im Rahmen des SFB 799 fand am 11.02.2021 statt. Herr Dipl.-Ing. **Markus Radajewski** verteidigte erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel „*Beitrag zum Verständnis der Temperaturverteilung im*



FAST-Prozess von CrMnNi-TRIP/Mg-PSZ-Gradientenwerkstoffen“, die durch Prof. Lutz Krüger und Prof. Guntram Wagner (TU Chemnitz) begutachtet wurde.



Und weiter ging es im Kanon der SFB 799 Promotionen. Am 12.03.2021 verteidigte Frau Dipl.-Ing. **Christine Baumgart** ihre Promotion mit dem Titel „*Charakterisierung von CrMnNi-TRIP-Stahlerzeugnissen der keramischen Extrusionstechnologie: Einfluss der Entbinderungstemperatur und der Sinteratmosphäre*“, die durch Prof.

Lutz Krüger und Prof. Christos Aneziris begutachtet wurde.

Am 02.11.2021 verteidigte Frau Dipl.-Ing. **Alexandra Illgen**

erfolgreich ihre Promotion zum Thema „*Einfluss keramischer Partikel- und Faserverstärkungen in einem Aluminium-Matrix-Verbundwerkstoff auf das Ermüdungsverhalten bei sehr hohen Zyklenzahlen*“, die im Rahmen des Schwerpunktprogramms 1466 „*Unendliche Lebensdauern*“ entstand und durch Prof. Horst Biermann und Prof. Michael Höck begutachtet wurde. (Autorin: Dr. A. Weidner, Fotos: A. Ludwig, Dr. S. Henschel)



12 Jahre SFB 799 – Ein Rückblick

Zum 31.12.2020 endete der Sonderforschungsbereich 799. Dank einer Zusatzfinanzierung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) von 6 Monaten konnten – trotz der durch die Pandemie bedingten Einschränkungen – die Arbeiten der Teilprojekte erfolgreich zu einem guten Ende gebracht werden. Für das IWT bedeutete es das Ausscheiden von mehreren geschätzten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, denen wir auf diesem Wege alles Gute wünschen. Andere konnten wir in neuen Forschungsprojekten weiter am IWT halten – wenn auch befristet. Nun ist es Zeit, ein Resumé zu ziehen und zu überlegen, was der SFB gebracht hat – für die TU Bergakademie Freiberg, unser IWT sowie den Stand der Wissenschaft.

An der Universität wurden durch den SFB 799 insgesamt über 12,5 Jahre etwa 33 Mio. € Drittmittel eingenommen. Dies ist ein stolzer Betrag, der auch verantwortungsvoll verwendet werden muss. Die Forschungsarbeiten wurden von vielen wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern durchgeführt, von denen viele eine Qualifizierung abgeschlossen haben. So wurden von Beschäftigten des SFB etwa 40 Promotionen abgeschlossen, über 500 Publikationen veröffentlicht, fast 20 Patente eingereicht und „unzählige“ studentische Arbeiten betreut. Weiterhin haben wir sieben sehr erfolgreiche Habilitationen, die durch Projektleiterinnen und Projektleiter erbracht wurden. Dazu kommt eine wesentliche

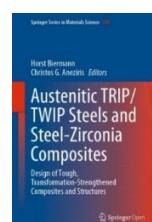


Erweiterung unserer methodischen Basis und wissenschaftlichen Kompetenz, die sich unter anderem in vielen wissenschaftlichen Preisen widerspiegelt. Zudem trägt die erfolgreiche Zusammenarbeit

auch in neuen Projekten Früchte. Einen weiteren „immateriellen“ Gewinn stellt die Anerkennung durch unsere Communities dar, die nicht in Geld aufzuwiegen ist. So konnten sich alle Beteiligten des SFB – sowohl die Projektleiterinnen und Projektleiter als auch die beschäftigten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler – in besonderer Weise international vernetzen. Mehrere Doktorandinnen und Doktoranden des IWT haben diese Möglichkeiten u.a. für Auslandsaufenthalte genutzt. Über die 12 Jahre wurden wir im SFB auch intensiv durch die Zusammenarbeit mit drei Mercator Gastprofessoren begleitet: Prof. Thomas Graule (Mitte) von der EMPA in Zürich, Schweiz, Prof. Yuri Estrin (rechts) von der Monash University in Melbourne, Australien und Prof. Alexei Vinogradov (links) von der NTNU in Trondheim, Norwegen.

Sie unterstützten und begleiteten die Arbeiten in einzelnen Teilprojekten, aus denen auch einige Publikationen entstanden. Eine weitere Entwicklung, die ihre Basis in dem SFB hat, sind mehrere Arbeiten auf dem Gebiet der additiven Fertigung, mit denen wir in verschiedenen Instituten modernste technologische Grundlagen für diese neue Fertigungstechnologie geschaffen haben. Aus den fachlichen Arbeiten zu martensitischen Phasenumwandlungen der metastabilen austenitischen Stähle stammen zudem die Ansätze zur Beschäftigung mit eisenbasierten Formgedächtnislegierungen. Hier hoffen wir auf eine weitere koordinierte Förderung ab Mitte 2022.

Unter anderem auf Grundlage des SFB 799 konnte auch das Zentrum für effiziente Hochtemperatur-Stoffwandlung (ZeHS) an der Universität etabliert werden. Dieser Forschungsbau eröffnet für viele Aktivitäten der Mitglieder des SFB, aber auch für viele weitere Kolleginnen und Kollegen der Universität, hervorragende Forschungsmöglichkeiten. Über den Fortgang des ZeHS haben wir Sie schon an anderer Stelle informiert. Auch in der Öffentlichkeitsarbeit und im Schülerlabor hat der SFB die Universität und das IWT wirksam unterstützt. Durch das Teilprojekt zur Öffentlichkeitsarbeit wurde eine Reihe von Maßnahmen etabliert, die wir nun auch nach dem Ende des SFB fortführen. Als ein Beispiel ist der Schülerwettbewerb zu nennen, aber auch Lehrerfortbildungen werden wir weiter anbieten.



Liebe Leserinnen und Leser, die Liste der positiven Wirkungen des SFB ließe sich beliebig fortsetzen. Wenn Sie an fachlichen Ergebnissen interessiert sind, können Sie diese unter anderem in der Abschlusspublikation „Austenitic TRIP/TWIP Steels and Steel-Zirconia Composites“ (Springer Series in Materials Science, Vol. 298, Hrsg. H. Biermann und C.G. Aneziris) nachlesen, die „Open Access“ frei zugänglich ist, oder uns einfach ansprechen. Zudem können Sie sich auf der Homepage des SFB unter tu-freiberg.de/forschung/sfb799 über Videos der Projekte, Poster, Imagefilme und weitere Medien über die Arbeit und die Ergebnisse des SFB informieren. An dieser Stelle bleibt mir nur noch, allen Beteiligten zu danken, den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie Studentinnen und Studenten, die direkt oder indirekt mit dem SFB zu tun hatten, den Kolleginnen und Kollegen, die den SFB stetig fortentwickelt haben, namentlich meinem Freund Christos Aneziris als stellvertretendem Sprecher, den beiden Vertretern unseres Headquaters Frau Beier und Herrn Dr. Michel sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die den SFB ermöglicht hat. (Autor: Prof. H. Biermann)

Galileo-Preis an Werkstofftechnikerin

Am 07.12.2020 wurde Frau Dr.-Ing. habil. Anja Weidner der Galileo-Preis 2020 für besondere Leistungen und Verdienste auf dem Gebiet der Werkstoffprüfung verliehen. Der Preis wurde im Rahmen der Tagung Werkstoffprüfung, die aufgrund von Corona Online stattfand, vor einem „Publikum“ von etwa 60 Teilnehmern verliehen. Der Galileo-

Preis wird jährlich gemeinsam von der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V., dem Deutschen Verband für Materialforschung und –prüfung e.V. und vom Stahlinstitut VDEh verliehen. Sie erhielt die Auszeichnung für die erfolgreiche Weiterentwicklung komplementärer *in situ* Methoden in der Werkstofftechnik. (Autor: Prof. H. Biermann)

Neue Mitarbeiter (2/2)

Frau **Pia Nitzsche** hat von 2015 bis 2021 an der TU Bergakademie Freiberg studiert und in der Studienrichtung

Werkstofftechnik ihren Diplomabschluss erlangt. Seit Juli 2021 bearbeitet sie das Projekt „Legierungs- und Gefügedesign von austenitischem Cr-Ni-Cu-N-Stahlguss mit TRIP/TWIP-Eigenschaften zur Kaltmassivumformung“ in Zusammenarbeit mit dem IEST, TU Bergakademie Freiberg und dem IWU, Fraunhofer-Institut Chemnitz.



Herr Alexander Schramm

studierte von 2012 bis 2020 an der TU Bergakademie Freiberg und erwarb sowohl einen Masterabschluss als Wirtschaftsingenieur als auch einen Diplomabschluss als Werkstofftechniker. Seit Januar 2021 beschäftigt er sich mit thermochemischen Randschichtbehandlungen an verschiedenen Stahlgüten im Rahmen des BMBF-Projekts PNC-Control.



Smarte Materialien für intelligente Anwendungen – Workshop zum Thema Formgedächtnislegierungen im Landesgymnasium Schulpforte

Am 21.10.21 war das Schülerlabor „Science meets school“ der TU Bergakademie Freiberg zum wiederholten Male mit einem Workshop zu Formgedächtnislegierungen beim Tag der Technik an der Landesschule Pforta in Sachsen-Anhalt vertreten. PD Dr. Anja Weidner und Annett Wolf brachten den SchülerInnen des Gymnasiums mit kleinen Experimenten die Thematik „Smarte Werkstoffe für intelligente Anwendungen“ näher und gingen dabei sowohl mit theoretischen Betrachtungen als auch verschiedenen Experimenten der Frage nach: „Warum haben diese Werkstoffe ein Erinnerungsvermögen?“ Den Einstieg dazu bildete ein Versuch mit einer verbogenen Büroklammer, die sich in heißem Wasser daran zurück „erinnert“, dass ihre ursprüngliche Form eine Büroklammer war. Die SchülerInnen lernten dabei die Wirkungsweise der Formgedächtnislegierung Nitinol kennen und welche Mechanismen auf atomarer Ebene für das Formgedächtnis verantwortlich sind. Darüber hinaus erfuhren die SchülerInnen auch, in welchen Bereichen des täglichen Lebens dieser „Wunderwerkstoff“ mit seinem Formerinnerungsvermögen eingesetzt wird. So konnten die Schüler ausprobieren, unter welchen Bedingungen sich Federn aus einer NiTi-Formgedächtnislegierung zusammenziehen oder ausdehnen. Im Laufe des Workshops konnte jeder



Schüler seinen eigenen Formgedächtnisdraht mit einer eingeprägten

Form anfertigen und dessen Funktionsweise testen. Der „Technik-Tag“ wird jährlich im Herbst parallel zum „Tag der Musik“ und dem „Tag der Sprache“ an der Landesschule Pforta angeboten. Dazu werden auswärtige Referenten zu Vorträgen und Workshops eingeladen, wie z.B. Medizintechnik, Mathematik, Physik oder Musik. Pro Workshop mit einer Dauer von 90 min und maximal 10 Teilnehmern fanden jeweils zwei Durchläufe statt. Die Landesschule Pforta ist ein Internatsgymnasium zur Förderung begabter Schüler in den Bereichen Naturwissenschaften, Musik und Sprachen. Sie wurde im Jahre 1543 aus einer früheren Zisterzienserabtei gegründet und ist damit eine der ältesten Bildungseinrichtungen in Mitteleuropa. Die Landesschule Pforta liegt in Schulpforte, einem Ortsteil von Naumburg im Burgenlandkreis in Sachsen-Anhalt. Zu berühmten Absolventen dieses Gymnasiums gehören z.B. Fichte, Nietzsche und Klopstock. (Autorin: Dr. A. Weidner, Foto: A. Wolf)

Schüler lüftet das „Geheimnis der Wärmebehandlung von Stahl“

„Schon als Kind konnte ich mich für unsere Geschichte zur Zeit der Wikinger begeistern, vor allem für die Schmiedekunst und die Legende der unzerstörbaren Ulfberht-Schwerter, die, geschmiedet im 8. bis 11. Jahrhundert, als die besten Schwerter in ganz Europa galten. Ich beschloss, die Geschichte selbst in die Hand zu nehmen, und eine perfekte Klinge zu schmieden.“

Begründet in seiner Begeisterung für die germanische Schwert-Schmiedekunst erarbeitete sich Friedrich Kandler das spannende Themenfeld der Wärmebehandlung von Stahl, mit all den zahlreichen werkstoffwissenschaftlichen und werkstofftechnischen Facetten – beginnend mit den Besonderheiten von Rein-Eisen über Kenntnisse zum Eisen-Kohlenstoff-Diagramm bis hin zur Technologie des Härtens und der begleitenden Härteprüfung. An aus Abschnitten einer Autofeder bzw. eine Metallfeile eigenhändig geschmiedeten Messern und unter Anwendung unterschiedlicher Abschreckmedien wurden die komplexen Zusammenhänge des Härtens und Anlassens von Stahl dargestellt. So entstand, neben einer Facharbeit in der 11. Klasse, eine das Thema vertiefende hervorragende besondere Lernleistung (BeLL) in Klasse 12. Mit seinem MINT-Thema zählte Friedrich Kandler zu den Erstplatzierten bei Jugend forscht 2021! Nebenstehende Graphik zeigt das Vorgehen des Schülers vom Rohteil bis zum geschmiedeten Messer. (Autorin: Dr. A. Dalke, Bild: Friedrich Kandler)

