



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.



ÖSTERREICHISCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG



SCHWEIZERISCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG

Zeitschrift der DACH-Gesellschaften DGZfP, ÖGfZP und SGZP

ZfP-ZEITUNG

AUSGABE 175

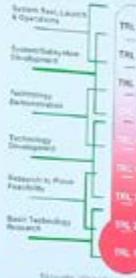
Juli 2021



Prolog

Technology Readiness Level (TRL)

- TRL1 – TRL3
 - Beobachtung, Beschreibung Funktionsprinzip
 - Beschreibung der Anwendung
 - Nachweis Funktionstüchtigkeit
- TRL4 – TRL6
 - Versuchsaufbau in Labor und Einsatzumgebung
 - Prototyp in Einsatzumgebung
- TRL7 – TRL9
 - Prototyp im Einsatz
 - Qualifiziertes System



ROSEN Fraunhofer

DGZfP-Jahrestagung 2021 virtuell

ÖGfZP

Qualifizieren

Zertifizieren

Prüfungsbeauftragte

EN 4179

Luft- und Raumfahrt

Unterausschüsse

ZfP Personal

Mitglied EFNDT

Zerstörungsfreie Prüfung

Netzwerk

Mitglied ICNDT

Unparteilichkeit

Internationale Anerkennung

Ausbildungsstellen

EN ISO 9712

Unabhängigkeit

ZfP Themen fördern

Eisenbahn-Instandhaltung

Mitglieder

Zulassung

Prüfungszentren



Österreichische Gesellschaft für
Zerstörungsfreie Prüfung

1230 Wien | Jochen-Rindt-Straße 33
T: +43 1 890 99 08 | E: office@oegfzp.at
oegfzp.at



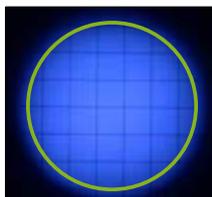
TC1 - die ZfP-Taschenlampe

UV-LED Technologie mit bis zu 4fach größerem Ausleuchtungsbereich⁺

⁺ im Vergleich zu gängigen UV-LED Taschenlampen von Marktbegleitern

1:1 Vergleich

SECU-CHEK TC1



140 cm²*
Ø 13,5 cm*

herkömmliche UV-LED Taschenlampe



35 cm²*
Ø 6,5 cm*



UVN365-TC103

- wirklich gleichmäßige Ausleuchtung für gute Erkennbarkeit
- sichere Prüfung, dank elektronischer Akkuüberwachung
- voll qualifiziert (Airbus, ASTM, Rolls-Royce, ISO 3059, u.a.)
- lange Lebensdauer, spritzwassergeschützt IP 65

Zubehör



Weitere Infos unter
www.ril-chemie.de/TC1



* Bereich mit einer UV-A-Intensität von mehr als 1.200 µW/cm² in 38 cm Abstand

DGZfP-JAHRESTAGUNG – VIRTUELL	
3	DGZfP-Jahrestagung 2021 Julia Willich
6	Rückblick auf die virtuelle Jahrestagung 2021 Matthias Purschke
7	Impressionen aus dem Vortragsprogramm
8	Ein Blick hinter die Kulissen
AKTUELLES AUS DER DGZfP	
10	Beirat tagte am 30. März 2021 online Jutta Koehn
12	DGZfP-Mitgliederversammlung 2021 Anja Schmidt
13	Mitgliedschaftsjubiläen 2021
14	Kennen Sie schon Dr. Jochen Kurz? Lernen Sie unser Vorstandsmitglied kennen Anja Schmidt, Julia Willich
ARBEITSKREISE UND FACHAUSSCHÜSSE	
16	30 Jahre Arbeitskreis Zwickau-Chemnitz Anja Schmidt
17	Und noch eine Online-Sitzung – der FA Automotive traf sich virtuell Kathleen Schilling
VERANSTALTUNGEN ANKÜNDIGUNGEN	
18	Tagungen und Seminare der DGZfP
VERANSTALTUNGEN BERICHTE	
20	Virtuelles Seminar zu Durchstrahlungsprüfung und Strahlenschutz Charlotte Kaps, Uwe Ewert
21	Erste Internationale Konferenz zu ZfP 4.0 Johannes Vrana
22	Neues von der ICNDT: Das Thema Zuverlässigkeit ist nicht unterzukriegen! Daniel Kanzler
NACHWUCHSAKTIVITÄTEN	
24	Virtuelle Nachwuchsarbeit Marika Maniszewski, Patrick Schüle
25	Jugend forscht-Sonderpreis „Qualitätssicherung durch Zerstörungsfreie Prüfung“ Marika Maniszewski, Samantha Laewen
GESCHÄFTSSTELLE DGZfP	
27	Macht's gut, liebe Kolleginnen Julia Willich
28	Neu erschienen



Titel: Die virtuelle DGZfP-Jahrestagung 2021

[Bericht auf Seite](#)

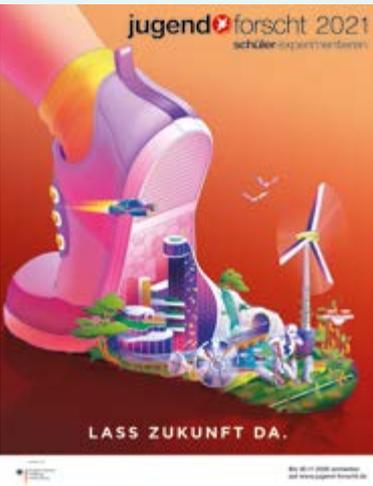
3



Kennen Sie schon Dr. Jochen Kurz? Wir stellen ihn vor.

[Bericht auf Seite](#)

14



In diesem Jahr war auch beim Wettbewerb Jugend forscht alles anders

[Bericht auf Seite](#)

25

29	Rezensionen neu erschienener Fachbücher Hannelore Wessel-Segebade
GESCHÄFTSSTELLE ÖGfZP	
30	ZfP Kurs- und Prüfungstermine der Stufen 1 und 2
31	ZfP Kurs- und Prüfungstermine der Stufe 3
GESCHÄFTSSTELLE SGZP	
32	Kurs- und Prüfungsprogramm der SGZP 2021
DGZfP AUSBILDUNG UND TRAINING	
34	Wir stellen vor: DGZfP-Ausbildungszentrum in Wittenberge
STRAHLENSCHUTZ	
37	Der Strahlenschutz geht online – vom Anfang bis zum 100sten Teilnehmenden Charlotte Kaps, Karola Schulz, Andreas Steege
FACHBEITRÄGE	
38	Anwenderpreis 2021 KI-basierte Prozessoptimierung im Stahlwerk – Multimodales, intelligentes und autoadaptives Sensorsystem zur Hardspotdetektion in Grobblechen Sargon Youssef, Martin Schuppmann, Sergey Pushkarev, Philipp Stopp, Olaf Stawicki
45	Überwachung der Klebstoffaushärtung mittels Terahertz Carina Scheller
AUS DER PRÜFPRAXIS	
52	Proportionaldosierer in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung Jens Voigt
AUS DEN MITGLIEDSFIRMEN	
57	Neues aus unseren Mitgliedsfirmen
KALENDER	
62	Geburtstagskalender
66	Internationaler Veranstaltungskalender
NEUE DGZfP-MITGLIEDER	
64	Neue Korporative und Persönliche Mitglieder
LESERBRIEF	
65	Anmerkung zum Artikel über Rudolf Berthold „Der unterbrochene Aufstieg der ZfP“ Meinhard Stadthaus



Strahlenschutzkurse finden vermehrt online statt

[Bericht auf Seite](#)

37



Fachbeitrag über KI-basierte Prozessoptimierung – mit Anwenderpreis 2021 ausgezeichnet

[Bericht auf Seite](#)

38



Fachbeitrag zur Überwachung der Klebstoffaushärtung mittels Terahertz

[Bericht auf Seite](#)

45

DGZfP-Jahrestagung 2021

Am 10. und 11. Mai 2021 wurde die DGZfP-Jahrestagung zum ersten Mal erfolgreich virtuell durchgeführt. Vieles war neu und anders – vor allem die beliebten persönlichen Begegnungen fanden nicht statt. Dafür gab es ein Online-Portal mit verschiedenen digitalen Konferenzräumen, in denen sich die rund 260 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aufhalten, dem Programm-Livestream folgen oder die virtuelle Ausstellung besuchen konnten.

An zwei interessanten und unterhaltsamen Kongresstagen bekam das Publikum ein abwechslungsreiches Programm aus Fachvorträgen, Posterbeiträgen, einer Live-Podiumdiskussion, Videokurzpräsentationen und digitalen Messeständen geboten, um neue Forschungsergebnisse sowie aktuelle technologische Trends auf dem Gebiet der Zerstörungsfreien Prüfung zu erleben.

Die Teilnehmenden hatten im Vorfeld per Post ein kleines „Tagungs-Care-Paket“ erhalten, mit dem sie sich ihre Teilnahme am heimischen Arbeitsplatz oder im Büro „versüßen“ konnten. Bereits am Vortag der Jahrestagung reiste das Organisationsteam aus Vorstand und Geschäftsstelle für die Generalprobe ins Kongresshotel Potsdam. Dort war ein Studio mit professioneller Bild- und Tontechnik aufgebaut, aus dem die Jahrestagung im Livestream gesendet wurde – selbstverständlich unter strenger Einhaltung aller geltenden Hygiene- und Abstandsregeln. Alle Personen wurden täglich in einem extra dafür eingerichteten Schnelltestzentrum getestet.

Regieleiter Thomas Grunwald und Moderatorin Manuela Stamm führten am Vorabend letzte Absprachen durch und sorgten damit für etwas weniger Lampenfieber bei allen Beteiligten.

Verleihung der Ehrennadel und DGZfP-Preise 2020

Eröffnet wurde die Jahrestagung mit der Vergabe der Ehrennadel der DGZfP aus dem Jahr 2020, in dem die Jahrestagung aus bekannten Gründen nicht stattfinden konnte. Der Vorstandsvorsitzende Dr. Anton Erhard dankte den drei Preisträger*innen für ihr starkes ehrenamtliches Engagement in unserer Gesellschaft:

- Gerda Bach (Daimler Truck AG, Mannheim), ehemalige Leiterin des Arbeitskreises Mannheim
- Muamet Malici (Daimler AG, Hamburg), Leiter des Arbeitskreises Hamburg
- Prof. Alexander Taffe (HTW, Berlin), Vorsitzender des Fachausschusses ZfP im Bauwesen

Im Anschluss wurde die Preisverleihung der DGZfP-Preise aus dem Jahr 2020 nachgeholt.

Der Wissenschaftspreis der DGZfP 2020 ging an Dr. Joscha Maier (DKFZ, Heidelberg) für seine Doktorarbeit mit dem Titel „Artifact Correction and Real-Time Scatter Estimation for X-Ray Computed Tomography in Industrial Metrology“.

Den Nachwuchspreis der DGZfP 2020 erhielt Sebastian Matthes (TU Ilmenau) für seine hervorragende Masterarbeit „Röntgendiffraktometrie mit dem Pulstec μ -x360 Gerät – Vergleichende Untersuchungen“.

Den Anwenderpreis der DGZfP 2020 bekam Wolfgang Holub (Fraunhofer EZRT, Fürth) für seine Arbeit zum Thema „Roboterbasierte Computertomographie an Großbauteilen im Automobilbau“.



Joscha Maier (re.) erhält den Wissenschaftspreis 2020



Sebastian Matthes erhält den Nachwuchspreis 2020



Dirk Treppmann (li.) zeichnet Wolfgang Holub (re.) mit dem Anwenderpreis 2020 aus



Anton Erhard überreicht die Ehrennadel 2020 an Gerda Bach (virtuell), Muamet Malici und Alexander Taffe (v. l. n. r.)



Anschauliche Erklärungen während der Diskussionsrunde zum Keynote-Vortrag (Marc Kreutzbruck, Manuela Stamm und Dirk Treppmann (v. li.))

Keynote und Vortragsprogramm

Der Keynote-Vortrag von Prof. Marc Kreutzbruck (IKT, Universität Stuttgart) befasste sich mit der Zerstörungsfreien Prüfung an einem Denkmal – dem Mainzer Erdal-Frosch, eine der ältesten Leuchtreklamen Europas. Die seit sechs Jahrzehnten der freien Witterung ausgesetzte GFK-Konstruktion wird seit Jahresbeginn von Restauratoren und Kunststoffexperten zerstörungsfrei untersucht. Die ZfP-Ergebnisse zeigen u.a., dass an einigen Stellen ein Abtrag der Wanddicke von bis zu 50 Prozent zu verzeichnen ist und bilden die Grundlage für das nun folgende Restaurierungskonzept.

Das Vortragsprogramm zu den Schwerpunktthemen Phased Array, Materialcharakterisierung, ZfP im Bauwesen, Verbundwerkstoffe, Zustands- und Fertigungsüberwachung und ZfP 4.0 fand in sechs Sessions an den zwei Veranstaltungstagen statt. Die 24 Vortragenden präsentierten überwiegend online. Einige Referenten stellten ihre Beiträge aber auch live auf der „Tagungsbühne“ vor.

Durch das gesamte Programm führte die Moderatorin Manuela Stamm, die durch ihre sympathische und professionelle Art der virtuellen Jahrestagung einen „Fernsehshowcharakter“ verlieh. Der designierte DGZfP-Geschäftsführer Dr. Thomas Wenzel formulierte es treffend: „Ich fühle mich wie im ZDF-Hauptstadtstudio“.

Programmhilighlight Podiumsdiskussion

Eines der Programmhilighlights der Jahrestagung war die Live-Podiumsdiskussion zum Thema „Bröckelnde Bauwerke – Wie erhalten wir unsere Infrastruktur?“.

Diese und weitere Fragen diskutierte Moderatorin Manuela Stamm mit vier bekannten Experten der ZfP im Bauwesen:

- Prof. Christoph Dauberschmidt, Leiter Institut für Material- und Bauforschung an der Fakultät Bauingenieurwesen, Hochschule München
- Dr. Jochen Kurz, Leiter Zerstörungsfreie Prüfung und Prüfsysteme bei der DB Systemtechnik GmbH und Vorstandsmitglied der DGZfP
- Dr. Ernst Niederleithinger, Leiter Zerstörungsfreie Prüfmethode für das Bauwesen an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin
- Prof. Christian Sodeikat, Geschäftsführer Ingenieurbüro Schießl Gehlen Sodeikat GmbH, München



Podiumsdiskussion zum Thema „Bröckelnde Bauwerke – Wie erhalten wir unsere Infrastruktur?“ mit Moderatorin Manuela Stamm, Christian Sodeikat, Ernst Niederleithinger, Jochen Kurz und Christoph Dauberschmidt (v. li.)

Verleihung der Ehrennadel und DGZfP-Preise 2021

Der zweite Kongresstag begann mit der Verleihung der Ehrennadel der DGZfP 2021.

Dr. Anton Erhard dankte den diesjährigen Preisträgern für ihre außergewöhnlichen Verdienste für die DGZfP:

- Uwe Ewert, Vorsitzender des Fachausschusses Durchstrahlungsprüfung
- Achim Hetterich (DEKRA Incos GmbH, Ingolstadt), stellvertretender Vorsitzender des Fachausschusses Strahlenschutz und Transport radioaktiver Stoffe

Darauf folgte die zweite von insgesamt vier Siegerehrungen an diesem Tag. Die DGZfP-Preise 2021 wurden von den Laudatoren Dr. Anton Erhard und Dr. Dirk Treppmann an die drei Preisträger übergeben:

Den Wissenschaftspreis der DGZfP 2021 erhält Dr. Tobias Fritsch (BAM, Berlin) für seine Arbeit mit dem Titel „A Multiscale Analysis of Additively Manufactured Lattice Structures“.

Den Nachwuchspreis der DGZfP 2021 bekommt Stefan Küttenbaum (BAM, Berlin) für seine Arbeit „Zur Validierung von zerstörungsfreien Messverfahren für die probabilistische Beurteilung von Bestandsbauwerken mit gemessenen Daten“.

Der Anwenderpreis der DGZfP 2021 geht an Sargon Youssef (Fraunhofer IZFP, Saarbrücken) für seine Arbeit auf dem Gebiet der Grobblechprüfung zum Nachweis von Härteunterschieden „KI-basierte Prozessoptimierung im Stahlwerk – Multimodales, intelligentes und autoadaptives Sensorsystem zur Hardspotdetektion an Grobblechen“.

Siegerehrung Posterbeiträge und ZfP-Slam

Nach den drei Vortragssessions des zweiten Veranstaltungstages ging es auf das Finale der Jahrestagung zu. Die zwei Siegerehrungen der 36 Posterbeiträge und der 34 Beiträge im ZfP-Slam standen noch aus.

Der ZfP-Slam war ein neues digitales Format, das den bekannten Programmpunkt „Kurzpräsentationen“ ersetzte. Die teilnehmenden ZfP-„Slammer“ präsentierten in vorausgezeichneten Videos ihre Beiträge und Poster. Die Poster und Slam-Beiträge standen dem Publikum bereits ab dem 7. Mai im virtuellen Tagungsportal zur Abstimmung zur Verfügung.

86 Personen nahmen am Voting teil und kürten die Gewinner*innen des Posterwettbewerbs.

Bei der Präsentation der Siegerbeiträge des ZfP-Slams ließ es sich DGZfP-Geschäftsführer Dr. Matthias Purschke als Laudator nicht



Uwe Ewert (re.) erhält die Ehrennadel 2021 vom Vorstandsvorsitzenden



Anton Erhard (li.) zeichnet Achim Hetterich virtuell mit der Ehrennadel 2021 aus

nehmen, den dritten Platz mit den Worten „Film ab“ anzukündigen. Darauf hatte er sich schon die ganze Zeit gefreut.

Digitaler Austausch in der virtuellen Messehalle

Ergänzend zu den wissenschaftlichen Fachvorträgen, Poster- und Videobeiträgen und der Podiumsdiskussion standen führende Hersteller neuer Geräte und innovativer Software für den Austausch im virtuellen Ausstellerbereich zur Verfügung. Dies konnte die persönlichen Gespräche am Messestand natürlich nicht ersetzen, wurde aber dennoch von den Teilnehmenden gut angenommen.

Julia Willich



Anton Erhard (li.) zeichnet Tobias Fritsch (re.) mit dem Wissenschaftspreis 2021 aus



Stefan Küttenbaum referiert über seine mit dem Nachwuchspreis 2021 ausgezeichnete Arbeit



Dirk Treppmann (li.) überreicht Sargon Youssef (re.) den Anwenderpreis 2021

Rückblick auf die virtuelle Jahrestagung 2021

Liebe Mitglieder und Freund*innen der DGZfP,

die erste virtuelle Jahrestagung liegt nun hinter uns und es ist Zeit für einen Rückblick und eine kurze Auswertung der Teilnehmerbefragung.

Insgesamt kann man sagen, dass trotz der sehr „sportlichen“ Vorbereitungszeit der virtuellen Tagung, diese doch sehr positiv aufgenommen wurde.

Natürlich hätte die Mehrzahl von Ihnen (und auch wir) eine Präsenzveranstaltung bevorzugt, da die persönliche Begegnung und der Austausch von ganz wesentlicher Bedeutung für die DGZfP-Jahrestagung sind. Obwohl dies bei einer virtuellen Veranstaltung naturgemäß außen vor bleiben muss, wurde das virtuelle Format doch von ca. 85 % der Befragten mit „gut“ bis „sehr gut“ bewertet. Gelobt wurde hierbei insbesondere die Realisierung mit professioneller Moderation und der sehr hohe technische Standard. Auch die Qualität der Vorträge wurde von mehr als 90 % der Befragten als „gut“ bis „sehr gut“ beurteilt. Die virtuelle Plattform wurde von ca. 80 % ähnlich positiv beurteilt. Das neue Format „ZfP-Slam“ können sich 85 % auch für künftige Präsenzveranstaltungen vorstellen und fast 75 % gaben an, die virtuelle Ausstellung besucht zu haben.

Darüber hinaus sind ganz viele Anregungen, Wünsche und Kritik bei uns eingegangen. Die kritischen Anmerkungen zielten vor allem auf die nur sehr begrenzten Möglichkeiten, in virtuellen Räumen mit Vortragenden und Ausstellern Kontakt aufzunehmen. Insgesamt würden aber 72 % der Befragten die DGZfP-Jahrestagung „in jedem Fall“ und 22 % die Tagung „wahrscheinlich“ weiterempfehlen.

Verschiedentlich wurde auch angeregt, die Jahrestagung virtuell im Wechsel mit Präsenztagungen durchzuführen, zumindest aber bei Präsenztagungen immer auch eine virtuelle Teilnahme zu ermöglichen. Diese Vorschläge führen uns nun aber auch zu einem Thema,

das nicht unterschlagen werden darf: die Kosten derartiger virtueller oder hybrider Veranstaltungen.

Natürlich reduzieren sich bei virtuellen Veranstaltungen die Ausgaben für Raummieten und Teilnehmersversorgung. Letztere entfallen sogar fast vollständig. Diesen Einsparungen stehen aber erhebliche Kosten, insbesondere für die Bereitstellung der virtuellen Plattform und der technischen Umsetzung vor Ort im Studio, gegenüber. Die viel gelobte, professionelle und technisch hochwertige Durchführung der virtuellen Tagung hat einen hohen Preis, so dass die diesjährige Tagung mit ihren ca. 260 Teilnehmenden und den begrenzten Einnahmen aus den Tagungsgebühren nicht kostendeckend sein konnte. Da eine erneute komplette Absage der Tagung nie zur Diskussion stand, ist das auch akzeptabel. Allerdings muss auch klar gesagt werden, dass eine virtuelle Jahrestagung schon allein aus Kostengründen nicht zur Regel werden kann.

Noch eklatanter würde sich dies für eine hybride Veranstaltung darstellen. Hier kämen nun auch noch die regulären Kosten für Räume und Teilnehmersversorgung in einem großen Umfang hinzu. Beim Festhalten an dem Konzept von mehreren Parallelsitzungen würden auch die bereits genannten Technik-Kosten noch erheblich ansteigen. Für eine Veranstaltung in der Größenordnung der DGZfP-Jahrestagung ist dies daher zur Zeit keine Option, zumindest nicht ohne erhebliche Abstriche für die Teilnehmenden, entweder in Präsenz oder virtuell in Kauf zu nehmen.

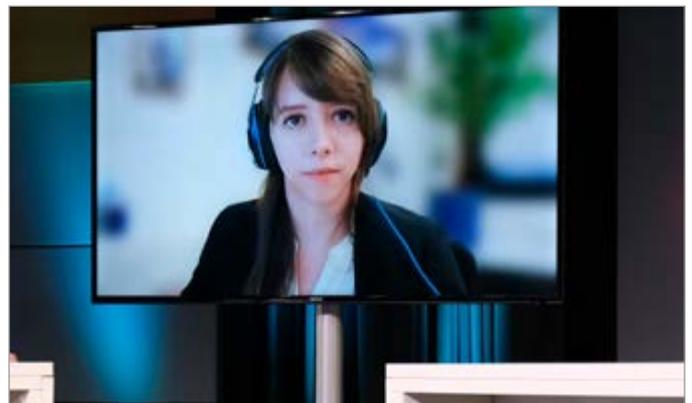
In diesem Sinne wünschen wir uns für die DGZfP-Jahrestagung 2022 in Kassel eine Präsenzveranstaltung, im gewohnten Umfang, mit interessanten Beiträgen und natürlich mit vielen persönlichen Begegnungen und Gesprächen!

Passen Sie auf sich auf und viele Grüße

Dr. Matthias Purschke
Geschäftsführendes Vorstandsmitglied



Impressionen aus dem Vortragsprogramm



Ein Blick hinter die Kulissen





Beirat tagte am 30. März 2021 online

Die Frühjahrssitzung des Beirates der DGZfP erfreute sich sehr großen Zuspruchs. Zum einen, da die virtuelle Sitzung in Form eines Microsoft-Teams-Meetings auch Vorteile bietet: Viele Fachkollegen schätzen die Zeitersparnis durch den Wegfall langer Dienstreisen. Zum anderen ergab sich die große Teilnehmerzahl auch dadurch, dass die Anfang des Jahres neu gewählten Beiräte als Gäste teilnahmen. Auch der designierte Geschäftsführer der DGZfP e.V., Dr. Thomas Wenzel, hatte sich zugeschaltet.

Natürlich drehten sich die Themen besonders um die Auswirkungen der Corona-Pandemie. Die Geschäftsführer von e.V. (Dr. Matthias Purschke) und Ausbildung und Training GmbH (Dr. Ralf Holstein) stellten die Finanz- und Lageberichte vor. In nahezu allen Bereichen waren 2020 deutliche Rückgänge zu verzeichnen. Auch für Investitionen, Instandhaltung an Gebäuden und Projekte fielen Kosten an, die durch die Rücklagen der vergangenen Jahre ausgeglichen werden mussten. Dennoch sind beide Körperschaften auch weiterhin gut aufgestellt.

Die Jahrestagung 2021 kann ebenfalls nicht im gewünschten, traditionellen Format stattfinden. Die Arbeitskreise tagen virtuell, die Fachausschüsse ebenso. Letztere bewältigen ein sehr umfangreiches Arbeitspensum trotz der Krise. Die virtuelle Bearbeitung von Themen ist inzwischen gut etabliert.

Satzungsgemäß wurde anschließend der Wirtschaftsplan 2021 genehmigt und die virtuelle Mitgliederversammlung 2021, am 10. Juni, vorbereitet.

Zu den Themen Marketing, Öffentlichkeitsarbeit und Nachwuchsförderung wünschen sich insbesondere die Repräsentanten des Bausektors eine breitere Sichtbarkeit der DGZfP.

Auf der Strecke blieb leider das persönliche Kennenlernen sowie der bilaterale Austausch im Rahmen der Beiratssitzung. Dies kann hoffentlich spätestens im Oktober, wenn der Beirat der DGZfP wieder tagt, nachgeholt bzw. fortgesetzt werden.

Jutta Koehn

Neue Beiratsmitglieder



**Gruppe I:
Eisenbahn**

Uwe Börner
DB Systemtechnik GmbH
Brandenburg-Kirchmöser



**Gruppe H:
Fahrzeug-, Maschinen- und Schiffbau**

Peter Jahnke
BMW AG
München



**Gruppe A:
Behörden, Verbände,
Forschungseinrichtungen und
Ausbildungsstätten**

Anne Jüngert
Materialprüfungsanstalt
Universität Stuttgart



**Gruppe A:
Behörden, Verbände,
Forschungseinrichtungen und
Ausbildungsstätten**

Detlef Meixner
Lehr- und Versuchsgesellschaft für
Qualität mbH Chemnitz (LVQ)
Chemnitz



**Gruppe I:
Eisenbahn**

Simon Siedlaczek
Alstom Transport Deutschland GmbH
Salzgitter



**Gruppe H:
Fahrzeug-, Maschinen- und Schiffbau**

Kilian Wendt
Feldbinder Spezialfahrzeugwerke GmbH
Winsen



**Gruppe C:
Persönliche Mitglieder**

Uwe Zscherpel
Glienicke

Inspection starts here

Mehr als 125 Jahre Erfahrung in ZfP

Als weltweit führendes Unternehmen für zerstörungsfreie industrielle Prüftechnik bieten wir ein umfassendes Portfolio an Technologien im Bereich industrielle Radiographie und Computertomographie, visuelle Prüfung, Ultraschall, Wirbelstromtechnologie und Robotik.

Mit preisgekrönten Lösungen und erstklassigen Einblicken helfen wir unseren Kunden, ihre digitale Transformation voranzutreiben und Sicherheit, Qualität und Produktivität zu gewährleisten.

waygate-tech.com

 **Waygate
Technologies**
a Baker Hughes business

DGZfP-Mitgliederversammlung 2021

Auf Grund der durch die Coronapandemie noch immer geltenden Kontaktbeschränkungen konnte auch die Mitgliederversammlung in diesem Jahr erneut nicht in Präsenz durchgeführt werden. Dies hatte zur Folge, dass die Abstimmung zu den verschiedenen Punkten der Tagesordnung wieder vorab per Online-Abstimmung durchgeführt werden musste. Voraussetzung für die Gültigkeit der Abstimmung ist bei der Online-Mitgliederversammlung, dass sich mindestens 50% der Mitglieder beteiligen. Um dies zu gewährleisten, war eine entsprechende Vorlaufzeit zu berücksichtigen und die Mitgliederversammlung wurde vom ursprünglichen Termin im Mai auf den 10. Juni 2021 verlegt.

Das geforderte Quorum von 50% wurde erreicht, sodass die Abstimmungsergebnisse bindend sind. Dafür dankt der Vorstand der DGZfP allen Beteiligten sehr herzlich.

Dr. Anton Erhard begrüßte die insgesamt 106 Teilnehmerinnen und Teilnehmer der diesjährigen DGZfP-Mitgliederversammlung. Der Vorstand der DGZfP e.V., bestehend aus Dr. Anton Erhard, Dr. Jochen Kurz, Dr. Dirk Treppmann und Dr. Matthias Purschke, sowie der Geschäftsführer der DGZfP Ausbildung und Training GmbH, Dr. Ralf Holstein und der zukünftige Geschäftsführer der DGZfP e.V., Dr. Thomas Wenzel, stellten sich vor. Die Teilnehmenden hatten via Chat-Funktion jederzeit die Möglichkeit Rückfragen zu allen folgenden Themen zu stellen.

Anschließend wurden entsprechend der genehmigten Tagesordnung die verschiedenen Punkte erläutert. Wie durch die pandemiebedingten Einschränkungen zu erwarten, hatten sowohl Verein als auch GmbH im Jahr 2020 deutliche Umsatzeinbußen zu verzeichnen. Um dies ein wenig abzufedern wurden zwei Bereiche des Vereins zeitweise in Kurzarbeit geschickt. Im operativen Geschäft erzielte der Verein ein neutrales Ergebnis. Die fortgesetzte Investitionstätigkeit führte allerdings zu einem Fehlbetrag von rund 633.000€. Die GmbH verzeichnete einen Fehlbetrag von 541.000€. In beiden Fällen wurden die Fehlbeträge durch Gewinnrücklagen aus den erfolgreichen Vorjahren ausgeglichen.

Die Rechnungsprüfer bestätigten eine ordnungsgemäße Rechnungsführung und empfahlen die Entlastung des Vorstands. Dem stimmten 91,2% der Mitglieder zu. Für das laufende Geschäftsjahr stellten sich die Rechnungsprüfer Harald Hofman und Norbert Weidl ein letztes Mal erneut zur Wahl und wurden in ihrem Amt bestätigt. Für die Rechnungsprüfung im Jahr 2023 werden engagierte Mitglieder gesucht, die sich im nächsten Jahr auf der Mitgliederversammlung 2022 zur Wahl stellen. Ebenfalls bestätigt wurden die Anfang 2021 neu gewählten und kooptierten Beiratsmitglieder.

Jochen Kurz berichtete über ein verändertes Prozedere bei dem Versand der Beitragsrechnungen. Durch die Umstellung der Verwaltungssoftware wurden die Rechnungen erstmals per E-Mail an alle Mitglieder versandt.

Eine Erhöhung der Mitgliedsbeiträge um 3,5% wurde entsprechend der jährlichen Inflationsraten seit 2019 für das Jahr 2022 vorgeschlagen und von 58,4% der Mitglieder angenommen.

Die Veranstaltungsorte der kommenden Jahrestagungen wurden bis 2023 bereits auf den letzten Mitgliederversammlungen festgelegt. Für 2024 wurde beschlossen, nach Osnabrück zu gehen, da die diesjährige Jahrestagung dort nicht stattfinden konnte. Somit finden die Jahrestagungen und damit einhergehend die Mitgliederversammlungen 2022 in Kassel, 2023 in Friedrichshafen als DACH-Jahrestagung und 2024 in Osnabrück statt.

Unter „Verschiedenes“ berichtete Anton Erhard über die ausstehenden Entscheidungen zu erneuten Verschiebungen der internationalen ZfP-Konferenzen. Im August 2021 soll entschieden werden, ob die WCNDT nochmals verschoben wird, nämlich in das Jahr 2024. Davon abhängig ist die Entscheidung, die ECNDT 2022 eventuell um ein Jahr auf Juli 2023 zu verschieben.

Die nächste Mitgliederversammlung findet am 24. Mai 2022 in Kassel statt.

Anja Schmidt



Geschäftsführung und Vorstand führen durch die virtuelle Mitgliederversammlung

Mitgliedschaftsjubiläen 2021

Persönliche Mitglieder

50 Jahre

Hans-Jörg Broß, Dortmund

40 Jahre

Michael Berke, Brühl

Uwe Coehne, Offenburg

Volkmar Dietl, Berlin

Jürgen Dreher, Ventschau

Norberg Greulich, Oberhausen

Heinrich Heidt, Bad Berka

Günther Isenhardt, Oberhausen

Dieter Kaufmann, Twistetal

Friedrich Klein, Aalen

Hans-Joachim Malitte, Berlin

Eduard Schulz, Berlin

25 Jahre

Detlef Anders, Düsseldorf

Klaus Berner, Salzgitter

Norbert Dräger, Lindwedel

Hans-Peter Eickhoff, Hamburg

Stefan Hagedorn, Oer - Erkenschwick

Paul Heimerdinger, Untergruppenbach

Olaf Hesse, Nordhausen

Gunter Holdt, Bedburg

Michael Hügel, Seeshaupt

Christoph Kringe, Netphen

Andreas Krüger, Hannover

Andreas Lehmann, Palma de Mallorca / Spanien

Christoph Moll, Heidelberg

Klaus-Dieter Müller, Mülheim

Volkardt Obermark, Wuppertal

Gerhard Oberscheimer, Weinheim

Wolfgang Paatsch, Berlin

Michael Paul, Vaihingen/Enz

Hartmut Scheffler, Untermeitingen

Manfred Schneider, Köln

Fred Sondermann, Wittenberge

Michael Zwanzig, Berlin

Korporative Mitglieder

50 Jahre

Force Technology, Brøndby / Dänemark

GSI mbH, Niederlassung SLV Duisburg, Duisburg

GSI mbH, Niederlassung SLV Hannover, Hannover

GSI mbH, Niederlassung SLV München, München

40 Jahre

H. Butting GmbH & Co. KG, Wittingen-Knesebeck

DNV GL SE, Hamburg

FERROTEST Werkstoffprüfung GmbH, Kreuztal

Gontermann-Peipers GmbH, Siegen

Gustav GRIMM Edelstahlwerk GmbH & Co. KG, Remscheid

Schmidt + Clemens GmbH + Co. KG, Edelstahlwerk Kaiserau, Lindlar

ThyssenKrupp Industrial Solutions AG, Dortmund

25 Jahre

DEKRA Visatec GmbH, Sulzberg

DIEDERICHS-Internet Publishing, Bad Breisig

EEW Pipe Production Erndtebrueck GmbH & Co.KG, Erndtebrück

Gesellschaft für Radiographie mbH, Hattingen

GMA-Werkstoffprüfung GmbH, Düsseldorf

Richard WOLF GmbH, Knittlingen

RST Rail System Testing GmbH, Hennigsdorf

Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Nord gGmbH, Hamburg

SÜTHER & SCHÖN GmbH, Essen

TPA KKS Deutschland GmbH, Waldkraiburg

Kennen Sie schon Dr. Jochen Kurz? Lernen Sie unser Vorstandsmitglied kennen



Meine Kolleg*innen halten mich für... *„Kurz und prägnant“, vertrauenswürdig und jemanden, der wertfrei an Dinge herangeht*

Das ist mein Lebensmotto... *Lösungen finden*

Das ist meine größte Stärke... *Zuhören zu können, zu strukturieren und den Überblick bei Entscheidungen zu bewahren*

Das ist meine größte Schwäche... *Mich manchmal an Dingen festzubeißen, die sich dann als nicht so relevant erweisen*

Das bringt mich auf die Palme... *fehlender Respekt, Überheblichkeit*

Dabei kann ich entspannen... *Volleyball und Gartenarbeit*

Ein sehr wichtiger Moment in meinem Leben war... *immer wieder der Moment, wenn ich aus Fehlern lerne*

Die größte Erfindung aller Zeiten ist... *die Spülmaschine*

An der DGZfP schätze ich... *sehr viel Fachkompetenz gepaart mit Offenheit und einer familiären Atmosphäre*

Für die Zukunft der DGZfP wünsche ich mir... *dass wir es schaffen, dies auch im Zeitalter der Digitalisierung beizubehalten*

Jochen Kurz ist leidenschaftlicher Sportler. Egal ob Mannschaftssport wie Volleyball, dem er seit fast 30 Jahren treu ist, oder Sportarten, die er in und auf dem Wasser betreiben kann – hierbei kann Jochen Kurz so richtig entspannen. Im grünen Brandenburg an der Havel lebt er mit seiner Frau in „wilder Ehe“ und genießt die umliegende Natur in vollen Zügen. Seinen Urlaub verbringt er am liebsten in den Bergen mit dem Meer in nicht allzu großer Ferne.

Jochen Kurz entschied sich nach seinem Abitur für ein Geophysik-Studium in Jena. Seine Diplomarbeit schrieb er im Rahmen eines DFG-Projekts über Finite-Elemente-Modellierungen zu Schwarm-erdbeben, einem Erdbebenphänomen, das in Mitteleuropa speziell im Vogtland und NW-Böhmen vorkommt.

Nach Abschluss des Projektes 2002 bot ihm Prof. Hans-Wolf Reinhardt in der Arbeitsgruppe von Christian Große, damals an der Universität Stuttgart, eine Promotionsstelle am Institut für Werkstoffe im Bauwesen an. Jochen Kurz nahm das Angebot an, konnte sich schnell in den neuen Bereich einarbeiten – nicht zuletzt, weil auch andere Geophysiker beteiligt waren – und promovierte 2006 über die Schallemissionsanalyse an Stahl- und Stahlfaserbeton in Stuttgart. Diese Arbeiten fanden im Sonderforschungsbereich SFB 381 „Charakterisierung des Schädigungsverlaufes in Faserverbundwerkstoffen mittels zerstörungsfreier Prüfung“ statt.

Anschließend trat er am Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP) eine Position als PostDoc an. Dort befasste er sich zunächst mit der Verknüpfung von Ergebnissen zerstörungsfreier Prüfungen an Pipelines und deren bruchmecha-

nischer Bewertung. Mit der Zeit kamen weitere Themenbereiche, insbesondere zur ZfP im Bauwesen, hinzu, sodass Kurz die Gruppe „Lebensdauermanagement“ am Fraunhofer IZFP aufbauen konnte, die sich schwerpunktmäßig mit ZfP im Bauwesen beschäftigte. Viele der Projekte fanden im Rahmen des zwischen der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und dem Fraunhofer IZFP gegründeten JointLabs statt. Ende 2012 übernahm Jochen Kurz die Leitung der Abteilung Materialcharakterisierung am Fraunhofer IZFP.



Markus Stoppel (li.) und Jochen Kurz (re.) erhalten von Andreas Hecht den Anwenderpreis der DGZfP 2011

Durch die breite fachliche Aufstellung seiner Tätigkeit am Fraunhofer IZFP sammelte Jochen Kurz viele Erfahrungen, die ihm in seiner aktuellen Tätigkeit bei der DB Systemtechnik GmbH in Branden-



Jochen Kurz (li.) mit Freund beim geliebten Wassersport

burg-Kirchmöser bis heute zu Gute kommen. Ende 2015 trat er dort die Nachfolge von Hartmut Hintze an. Die Möglichkeit, nach seiner Arbeit im wissenschaftlichen Bereich in die Industrie zu gehen, aber auch private Umstände machten ihm die Entscheidung für die DB Systemtechnik damals leicht. Eine langjährige Fernbeziehung zwischen Saarbrücken und Berlin fand in Brandenburg an der Havel ein lang ersehntes Ende, da nun beide ihre Jobs in der Umgebung hatten.

Erste Berührungspunkte mit der DGZfP hatte Jochen Kurz 2003, als er einen Vortrag beim „International Symposium on Nondestructive Testing in Civil Engineering (NDT-CE)“ in Berlin hielt, das von der DGZfP und der BAM ausgerichtet wurde. Dort lernte er die ersten Gesichter hinter der DGZfP kennen. Noch während seiner Promotionszeit nahm er erstmals als Gast an einer Sitzung des DGZfP-Fachausschusses ZfP im Bauwesen teil. In seiner Zeit beim Fraunhofer IZFP startete er seine aktive Mitarbeit in diesem Fachausschuss und seit 2009 ist er als stellvertretender Fachausschussvorsitzender aktiv.

Weitere Aufgaben für die DGZfP kamen im Laufe der Zeit hinzu. Am DB-Standort in Kirchmöser befindet sich das Prüfungszenrum für das DGZfP-Ausbildungszentrum Wittenberge. Dadurch, dass Jochen Kurz in Kirchmöser ein nach ISO 17025 akkreditiertes Prüflabor und ein nach ISO 17020 akkreditiertes Inspektionsgebiet leitet, konnte er Erfahrungen mit der Akkreditierung durch die DAKKS sammeln, was wiederum für vieles rund um die DGZfP-Personal-zertifizierung und das externe Prüfungszenrum in Kirchmöser relevant und hilfreich ist. Im Januar 2017 übernahm er den Vorsitz im Lenkungsausschuss der DGZfP-Personal-zertifizierung (LA DPZ) und wurde in den Beirat kooptiert. Auf der DACH-Jahrestagung 2019 in Friedrichshafen wählten ihn die Mitglieder schließlich in den Vorstand der DGZfP.

Darüber hinaus ist Jochen Kurz Mitglied im DGZfP-Fachausschuss ZfP im Eisenbahnwesen und diversen Unterausschüssen aktiv. In all seinen Funktionen bei der DGZfP gibt ihm sein Arbeitgeber Rückhalt und den nötigen Freiraum. Denn sein Engagement für die DGZfP bringt zwar Arbeit mit sich, bietet jedoch auch viele Vorteile, wie den fachlichen Austausch und die mögliche Einflussnahme auf für den Eisenbahnsektor wichtige Entscheidungen.

Was schätzt Jochen Kurz in seiner Funktion als Vorstandsmitglied an der DGZfP? Die Offenheit, die hohe Fachkompetenz und die familiäre Atmosphäre, betont Kurz im Gespräch. Und was sind die aktuellen Herausforderungen für die DGZfP und die gesamte ZfP-Branche? Die voranschreitende Digitalisierung wird in die ZfP-Ausbildung immer mehr Einzug halten und sicherlich auch für die

Entwicklung der Tagungen eine große Rolle spielen, so Jochen Kurz. Dennoch hält er Präsenzveranstaltungen weiterhin für wünschenswert. Er beobachtet jedoch, insbesondere im akademischen Bereich, die Entwicklung, dass Reisebudgets kurzfristig nicht mehr in dem Maße zur Verfügung gestellt werden, wie vor der Pandemie. Dies kann aus seiner Sicht zu einem Problem werden, da auf Präsenzveranstaltungen vor Ort nicht nur Fachinformationen ausgetauscht werden, sondern zukünftige Arbeitnehmer und junge Nachwuchswissenschaftler erste Kontakte zu potenziellen Arbeitgebern knüpfen können.

Generell sieht Jochen Kurz die DGZfP im Bereich digitaler Veranstaltungen und Gremiensitzungen bereits gut aufgestellt. In der Fach- und Unterausschussarbeit haben die digitalen Treffen zu einer verstärkten Aktivität und deutlichen Beschleunigung der Arbeiten geführt. Dieses Format wird wohl auch in Zukunft ein großer Bestandteil der Gremienarbeit bleiben.

Als Herausforderung für die DGZfP sieht Jochen Kurz auf längere Sicht einen Wegfall der jahrzehntelangen großen Entwicklungstreiber der ZfP, wie beispielsweise die Kernkraftindustrie. Die damit verbundene Sichtbarkeit der ZfP und den hohen Stellenwert für die Sicherheit und Qualitätssicherung in Deutschland sieht er gefährdet. Da die gesetzlichen Forderungen für andere Industriebereiche in Bezug auf sicherheitsrelevante Prüfungen derzeit deutlich geringer sind als in der Kerntechnik, befürchtet Kurz, dass es zukünftig schwieriger wird, entsprechende Budgets für Forschung und Entwicklung bereitzustellen. Es fehlt ein treibender Industriesektor, von dem aus Entwicklungen in die anderen ZfP-relevanten Bereiche übergehen. Aber vielleicht muss man vor dem Hintergrund der Digitalisierung die Entwicklungswege jetzt auch anders und neu denken. Hier gilt es entsprechende Strategien zu entwickeln, die die Sichtbarkeit der ZfP erhöhen und die Unverzichtbarkeit herausstellen. Diese Herausforderung möchte Jochen Kurz mit der DGZfP angehen und mit seiner Expertise aktiv mitgestalten. Und da anspruchsvolle, fachliche Aufgaben am besten mit regelmäßiger geistiger und körperlicher Regeneration zu bewältigen sind, scheint Jochen Kurz beste Voraussetzungen dafür mitzubringen. Denn nicht nur sein Sport, sondern auch der Genuss der französischen Küche, erleichtern es ihm, immer wieder abzuschalten und zu sich kommen.

Anja Schmidt, Julia Willich



Liebe Besucher & Gäste der DGZfP-Arbeitskreise,

Aufgrund der aktuellen Einschränkungen durch die Pandemie, ist die Terminplanung zurzeit schwierig. Wir veröffentlichen aktuelle Arbeitskreis-Termine regelmäßig auf unserer Website.

www.dgzfp.de/Arbeitskreise/Terminübersicht

Wichtiger Hinweis: Eine Anmeldung zu den Sitzungen ist unbedingt erforderlich. Das betrifft sämtliche Veranstaltungen (regionale und überregionale Onlinemeetings, Präsenz- und Hybrid-Sitzungen sowie Exkursionen).

Über unseren kostenlosen und unverbindlichen E-Mail-Service erhalten Sie regelmäßig die gewünschten Einladungen zu allen Arbeitskreisen. Die Registrierung können Sie vornehmen über <https://www.dgzfp.de/Benutzerkonto>

30 Jahre Arbeitskreis Zwickau-Chemnitz

Der Arbeitskreis Zwickau-Chemnitz feierte am 14. und 15. Juni 2021 sein 30-jähriges Bestehen. Aufgrund der Corona-Pandemie konnte nicht sicher mit einer Präsenzveranstaltung geplant werden. Dennoch sollte dieses Jubiläum nicht ungewürdigt bleiben. Also wichen die Arbeitskreisleiter auch hier, wie schon in einigen anderen Arbeitskreisen, auf ein Onlineformat aus.

Passend zur Veranstaltung, die gemeinsam mit dem DVS-Bezirksverband Chemnitz ausgerichtet wurde, drehte es sich an beiden Tagen um Themen aus der Schweißtechnik. Der 14. Juni bildete mit dem Vortrag „Ultraschallprüfung an Schweißnähten mit und ohne Phased Array, manuell, halb- und vollautomatisch“ von Dr. Wolfram Deutsch und Stefan Kierspel von der Firma KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG den Auftakt. Am zweiten Tag hielt Dr. Gerlinde Winkel von der SLV Mecklenburg-Vorpommern einen Vortrag zum Thema „Instandsetzung von Stahlbrücken – Werkstoffkundliche Probleme bei der schweißtechnischen Verarbeitung von Stählen an Brückenbauwerken von 1850 bis heute“.

Langjährige Arbeitskreisleitung

Gemeinsam mit dem stellvertretenden Arbeitskreisleiter Jörg Winterfeld lud Arbeitskreisleiter Prof. Dr. Horst-Dieter Tietz zu der Veranstaltung ein. Horst-Dieter Tietz ist bereits seit der Gründungssitzung am 25. Juni 1991 als AK-Leiter aktiv und auch sein Kollege Jörg Winterfeld engagiert sich schon seit 26 Jahren als stellvertretender Leiter.

Zielsetzung der Arbeitskreis-Veranstaltungen ist einerseits die Weiterbildung der in der Zerstörungsfreien Prüfung tätigen Fachleute und andererseits die Förderung von Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet.

Zu den Themen auf den Arbeitskreissitzungen referieren ausgewiesene Experten, mit denen oft langjährige, fachliche Kontakte bestehen. Durch ein breit gefächertes Angebot, auch aus Beiträgen zu Praxisanwendungen, werden zudem auch Interessenten über die Werkstoffprüfung hinaus angesprochen. Dadurch sind einige Veranstaltungen des Arbeitskreises seit vielen Veranstaltungen auch Bestandteil des Studiums generale und des Programms der Hochschulbibliothek.

Zusammen mit dem Arbeitskreis feiert auch Horst-Dieter Tietz in diesem Jahr sein Jubiläum auf dem Gebiet der Werkstofftechnik. Professor Tietz kann in diesem Jahr auf 60 Jahre Berufstätigkeit zurückblicken. Er hat in dieser Zeit Vorlesungen an verschiedenen Hochschulen gehalten. Er war sowohl an der Hochschule für Schwermaschinenbau



Arbeitskreisleiter Horst-Dieter Tietz freut sich über das langjährige Bestehen des Arbeitskreises

Magdeburg, an der Universität Kassel als auch an der Westsächsischen Hochschule Zwickau, mit der er bis heute eng verbunden ist, aktiv. Auch in den Arbeitskreisen hat er über die Jahre immer wieder Vorträge gehalten, sechs im AK Zwickau-Chemnitz und sechs in verschiedenen anderen Arbeitskreisen.

Anja Schmidt

„kleine Geschichte des Arbeitskreises Zwickau-Chemnitz

1. Sitzung	25.06.1991	Verbesserung der Aussagefähigkeit der Ultraschallprüfung mit Hilfe der Spektroskopie und der Bildverarbeitung Anforderungen an die ansässige Fahrzeug- und Zulieferungsindustrie unter Beachtung der ISO 9000 und des Produkthaftungsgesetzes
50. Sitzung	04.12.2001	Anwendungen der dynamischen Thermographie und neue Entwicklungen Die Zeit – Aspekte der subjektiven menschlichen Zeiterfahrung – die Zeit als physikalische Größe
100. Sitzung	25.01.2011	Der menschliche Faktor in technischen Prozessen und seine Reduzierbarkeit Bewertung von Prüfbefunden: Problem oder leichtes Spiel für Prüfer und Prüfaufsicht?
150. Sitzung	08.01.2019	Messunsicherheit und Messabweichungen bei der Bewertung von Produktspezifikationen Mit Ultraschall prüfen, messen und bewerten

Und noch eine Online-Sitzung – der FA Automotive traf sich virtuell

Der DGZfP-Fachausschuss (FA) Automotive tagte am 29.04.2021 erstmals online. Das ursprünglich geplante Treffen bei der Fa. KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG in Wuppertal war den Mitgliedern und Gästen des FA Automotive nicht vergönnt. Ein virtueller Rundgang hat beeindruckende Einblicke gewährt und ließ erahnen, was allen Sitzungsteilnehmern durch die Online-Version entgangen ist. Die Fachbeiträge im weiteren Verlauf der Sitzung gaben interessante Einblicke in die Tätigkeitsfelder und aktuelle Entwicklungen im Bereich der Ultraschall- und Eindringprüfung der Fa. KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG.

Die Sitzungen des FA Automotive sind stets auch ein Treffpunkt, um sich über Themen und Aktivitäten anderer relevanter Gremien zu informieren. Armin Hofmann gab einen Überblick zu überarbeiteten VDA-Richtlinien bzw. informierte über neue Richtlinien, die im Entstehen sind.

Fester Bestandteil der FA-Sitzungen ist neben Fachbeiträgen die Berichterstattung der Unterausschüsse (UA). Vincent Schreiber der Leiter des UA Karosserie und Fügetechnik ist aktuell dabei, die Arbeit des UA ebenfalls mit Online-Sitzungen aktiv voranzutreiben. Dieses Medium erscheint für die Erarbeitung einer Richtlinie für die Durchführung und Bewertung von ZfP an Fügeverbindungen im Automobilbau durchaus geeignet.

Der UA Ausbildung unter Leitung von Ilona Meyer konnte bereits erste Erfolge bei der Erarbeitung einer standardisierten Ausbildung für den Industriesektor Automotive verbuchen. Bereits erfolgreich in die Ausbildungspraxis überführt wurden Kurse für die Ultraschallprüfung von Punktschweißverbindungen (UT1 und UT2 lam). Für die sehr produktspezifischen Fragestellungen aus dem Bereich Automobilwesen sind weitere Verfahren für passende Kurse in Vorbereitung z. B. ET, MT, PT. Als neues Werkzeug für die Qualifizierungsmöglichkeiten wird die Gestaltung der Kurse als E-Learning-Angebot vorbereitet.

Das Thema Grenzmuster ist ein sehr gutes Beispiel für die Zusammenarbeit mit anderen Fachausschüssen. Die Begrifflichkeit „herstelltechnisch fehlerfrei“ wirft Fragen auf, die mit Hilfe von Grenzmustern in die prüftechnische Realität zu übersetzen sind.

Dies ist kein spezifisches Automotive-Thema, sodass auf die Arbeit in anderen Fachausschüssen zurückgegriffen werden kann und die Gründung eines entsprechenden Unterausschusses zurückgestellt wurde. Derzeit wird das Thema Grenzmuster aktiv im FA Wirbelstromprüfung bearbeitet. Berichte aus der AG Vergleichsfehler des FA Wirbelstromprüfung durch Wolfgang Korpus sind fester Bestandteil der Sitzungen des FA Automotive. Bislang haben sich fast 20 Personen zur Mitarbeit in der AG Vergleichsfehler des FA Wirbelstromprüfung bereit erklärt, was eine sehr positive Entwicklung ist, wenn die zaghaften drei bis vier Meldungen auf die erste Anfrage im Rahmen des FA Automotive zu Grunde gelegt werden. Auch diese Arbeitsgruppe wird alternativ zu Präsenzsitzungen nun die Arbeit mittels Online-Sitzungen voranbringen.

Der Fachausschuss war froh, die Sitzung in der alternativen Form durchführen zu können und so eine Absage der Veranstaltung zu verhindern. Alle Mitglieder und Gäste hegen jedoch die Hoffnung, sich am 16.11.2021 im Dorint Hotel Berlin wieder ganz real zu begegnen. Themenschwerpunkt wird dann voraussichtlich die Durchstrahlungsprüfung/Computertomographie sein. Die Online-Sitzung hat gezeigt, dass ein virtuelles Treffen eine Alternative ist, um die Arbeit voran zu bringen und nicht in Stillstand zu verfallen.

Kathleen Schilling



Erste virtuelle Sitzung des FA Automotive

Zerstörungsfreie Prüfung
Prüfgeräte-Prüfmaschinen
Materialprüfung

BERATUNG · PROBLEMLÖSUNG · LEIHGERÄTE · SERVICE
**Wirtschaftliche Qualitätssicherung durch
Werkstoffprüfung mit uns als Partner.**

Mittli GmbH & Co. KG • Tel. 01/798 66 11-0 • Fax -31 • www.mittli.at • 1030 Wien, Hegergasse 7



Tagungen und Seminare der DGZfP

10. – 11. November 2021, Berlin

Seminar des FA Ultraschallprüfung Konventionelle und innovative Anwendungen der Ultraschallprüfverfahren

mit Geräteausstellung

Das diesjährige Seminar des Fachausschusses Ultraschallprüfung der DGZfP befasst sich mit konventionellen und innovativen Anwendungen der Ultraschallprüfverfahren. Auch hier spielen die Phased-Array-Verfahren aufgrund ihrer vielfältigen Prüffunktionalitäten eine große Rolle. Innovative Prüflösungen, nicht zuletzt für komplexe Komponenten und Materialien, basieren unter anderem auf kontaktlosen Verfahren, beispielsweise der luftgekoppelten Ultraschallprüfung. Darüber hinaus bieten Methoden aus dem informationswissenschaftlichen Bereich – die Stichworte künstliche Intelligenz und Augmented Reality seien stellvertretend genannt – neue Möglichkeiten bei der Akquisition und der Auswertung von Ultraschalldaten.

In Vorträgen und Diskussionen soll die Vielfalt der Anwendungen der Ultraschallverfahren vermittelt werden. Hersteller und Dienstleister sind eingeladen, im Rahmen der begleitenden Geräteausstellung ihre Produkte zu präsentieren.

Die Mitglieder des Fachausschusses Ultraschallprüfung freuen sich auf Ihre Teilnahme.

www.dgzfp.de/seminar/ultraschall

10. – 11. Februar 2022, Berlin

Fachtagung Bauwerksdiagnose

mit Geräteausstellung

Der Fachausschuss ZfP im Bauwesen der DGZfP und die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) laden Sie wieder zur Fachtagung Bauwerksdiagnose nach Berlin ein. Im bewährten Format mit Workshop, Vorträgen, Postern, Geräteausstellung und Gerätevorführungen liegt der Fokus wieder auf der praxisnahen Vermittlung neuester Forschungsergebnisse, der Anwendung von Regelwerken sowie baupraktischen Beispielen.

Die Fachtagung wird durch eine Geräteausstellung begleitet. Die Abendveranstaltung in der Versuchshalle der BAM am ersten Veranstaltungstag bietet ebenfalls die Möglichkeit, an Gerätevorführungen teilzunehmen und selbst Messungen durchzuführen. Darüber hinaus bietet eine Posterausstellung Gelegenheit zu vertiefenden Diskussionen.

<https://fachtagung-bauwerksdiagnose.de>

15. – 17. März 2022, Erfurt

12. Fachtagung ZfP im Eisenbahnwesen

mit Geräteausstellung

Der DGZfP-Fachausschuss ZfP im Eisenbahnwesen lädt zu seiner 12. Fachtagung vom 15. – 17. März 2022 wieder nach Erfurt in das Kongresszentrum der Messe Erfurt ein.

Unsere Einladung richtet sich an Anwender und Dienstleister aller Bereiche der zerstörungsfreien Prüfung im Eisenbahnwesen und bei Stadtbahnen sowie an Fachleute aus Forschung und Entwicklung.

Folgende Themenschwerpunkte sind vorgesehen:

- Zerstörungsfreie Prüfmethoden
 - bei der Instandhaltung von Fahrzeugkomponenten
 - bei der Instandhaltung von Fahrwegkomponenten
 - bei der Neufertigung
 - von Faserverbunden und Klebeverbindungen
 - bei der Unfallinstandsetzung oder dem Redesign von Fahrzeugen
 - Erfahrungsberichte aus der Prüfpraxis
- Digitalisierung
- Zuverlässigkeit und Messunsicherheit zerstörungsfreier Prüfungen
- Vergleichskörper, Referenzkörper und Ringversuche für die ZfP
- Standardisierung der zerstörungsfreien Prüfung
- Schadensfälle und Schadensanalyse
- Entwicklung und Einsatz neuer und alternativer Verfahren und Prüftechniken
- Konformitäten und Kompetenzen
- Aus- und Weiterbildung

Sie sind aufgerufen, sich mit einem Vortrag oder einem Poster aktiv an der Gestaltung des Tagungsprogramms zu beteiligen.

Für Firmen bieten wir wieder die Möglichkeit an, sich mit einem Firmenvortrag und/oder als Aussteller zu präsentieren.

Ihre Beitragsanmeldungen (Vortrag und Poster) nehmen Sie bitte **bis zum 15. September 2021** über die Tagungswebseite vor. Dort finden Sie auch alle weiteren Informationen, z. B. zu Ausstellung, Gebühren und Hotelreservierung.

www.dgzfp.de/seminar/eisenbahn

26. – 28. April 2022, München

International Conference on NDE 4.0

Die virtuelle Konferenz zu ZfP 4.0 wurde im April 2021 erfolgreich durchgeführt. Einen Bericht dazu finden Sie auf Seite 21. 2022 folgt die Fortsetzung der Konferenz, als Präsenztagung in München.

Wir freuen uns über Ihre Beitragsanmeldung bis zum **31. August 2021** unter

<https://conference.nde40.com>

10. – 15. Juli 2022, Berlin/Potsdam

26th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology (SMiRT 26)

mit Geräteausstellung

Die SMiRT-Konferenzreihe bringt die Nuklearindustrie und die akademische Forschung zusammen, um die Fortschritte beim Verständnis und der Entwicklung technischer Lösungen für den gesamten Kernzyklus zu markieren – von der Materialwissenschaft über Fragen der Anlagenplanung und -konstruktion bis hin zu sicherem Betrieb und Zuverlässigkeit, Risiko, Verlängerung der Lebensdauer, Stilllegung und Abfallentsorgung.

Wir laden Sie ein, Teil der 26. SMiRT Konferenz zu sein, die vom 10. bis 15. Juli 2022 im Kongresshotel Potsdam stattfindet.

Beiträge können bis zum **31. August 2021** eingereicht werden.

Alle aktuellen Informationen, auch zur begleitenden Geräteausstellung und den Sponsoringmöglichkeiten, finden Sie auf der Tagungswebseite

www.smirt26.com

VERSCHOBEN

14. – 15. September 2022

2. Fachseminar Wirbelstromprüfung Aktuelle Anwendungen und Entwicklungen

mit Geräteausstellung

Aufgrund der anhaltenden Einschränkungen in Zusammenhang mit dem Coronavirus hat der Fachausschuss Wirbelstromprüfung beschlossen, das ursprünglich für den 14. und 15. September 2021 in Schweinfurt geplante Seminar in das kommende Jahr zu verschieben. Das Seminar wird vom 14. – 15. September 2022 in Schweinfurt stattfinden.

Die folgenden Themenschwerpunkte sollen im Seminar angesprochen werden:

- Materialcharakterisierung mit Wirbelstrom
- Angewandte Fehlerprüfung mit Wirbelstrom
- Sondertechniken der Wirbelstromprüfung
- Statistische Betrachtungen und neue Auswertetechniken
- Normung/Standardisierung und Ausbildung

Vorträge für 2022 zu den genannten Themen können bereits eingereicht werden.

www.dgzfp.de/seminar/et

Weitere Termine

22. März 2022, Berlin

Anwenderseminar CarbonSafe2

Entwicklung einer referenzfreien Strukturüberwachung für Faserverbundwerkstoffe

23. – 25. Mai 2022, Kassel

DGZfP-Jahrestagung

Virtuelles Seminar zu Durchstrahlungsprüfung und Strahlenschutz

Am 23. März 2021 veranstaltete die DGZfP zum 19. Mal das Seminar „Aktuelle Fragen der Durchstrahlungsprüfung und des Strahlenschutzes“. Auf Grund der im Frühjahr 2021 verschärften Kontaktbeschränkungen wegen der Coronapandemie, trafen sich 78 Teilnehmende und 8 Vortragende online, um sich über aktuelle Entwicklungen zu informieren. Der Vormittag widmete sich dieses Mal dem Strahlenschutz, der Nachmittag den Anwendungen der Durchstrahlungsprüfung und der Computertomographie (CT) in der Industrie sowie den neuesten Entwicklungen im Bereich der Normung. Inhaltlich verantwortlich für das Seminar waren die Fachausschussvorsitzenden Charlotte Kaps (FA Strahlenschutz und Transport radioaktiver Stoffe, DGZfP) und Dr. Uwe Ewert (FA Durchstrahlungsprüfung, X-Ray-Net, KOWOTEST).

Der erste Seminarteil zum Thema Strahlenschutz musste kurzfristig umgestaltet werden, da ein eigentlich geplanter Vortrag über die SEWD-Richtlinie „Sicherung von sonstigen radioaktiven Stoffen“ nur im Rahmen einer Präsenzveranstaltung hätte stattfinden können.

Dr. Jan Vahlbruch (Institut für Radioökologie und Strahlenschutz (IRS) der Leibnitz-Universität Hannover) hatte sich kurzfristige bereit erklärt über „Strahlenschutz in Zeiten von Corona“ zu referieren. Der Schwerpunkt dieses Vortrags lag dabei auf den Unterweisungen. Mit den neuen Rechtsvorschriften im Strahlenschutz, wurde der Unterweisung noch einmal mehr Bedeutung beigemessen. Vor eine besondere Herausforderung wird die/der Strahlenschutzbeauftragte hierbei beim Einsatz moderner Medien gestellt. E-Learning und die Nutzung audiovisueller Medien, sind zwar gemäß § 63 StrlSchV Absatz 3 möglich, müssen aber von der zuständigen Behörde zugelassen werden. In einer Zeit, in der Versammlungen jeglicher Art vermieden werden sollten, eine zusätzliche Herausforderung für die zuständigen Landesbehörden und die Strahlenschutzbeauftragten.



Jan Vahlbruch referiert über Strahlenschutz in Zeiten von Corona

„Das neue ADR 2021; was ändert sich für die Mitglieder der DGZfP“ war der Titel des zweiten Vortrags, der von Hans-Hubert Glock (GTS Sicherheitsberatung, Nettetal) gehalten wurde. Wie jedem, der in der ZfP radioaktive Stoffe befördert, bekannt sein dürfte, wird das ADR alle 2 Jahre einer Revision unterzogen und angepasst. Herr Glock berichtete über die Änderungen im ADR 2021, die ab dem 1. Juli 2021 umgesetzt werden müssen. Auch im ADR spielt das Thema Sicherung dieses Mal eine besondere Rolle, so wurden u. a. die ak-

tuellen IAEA-Regelungen „Vorbereitung und Reaktion auf nukleare oder radiologische Notfälle“ (IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7) als Leitlinien ins ADR aufgenommen.

Die Strahlenschutzsession wurde beendet mit einem Vortrag von Peter Sieber (Feuerwehrakademie, Hamburg) mit dem Titel „Feuerwehreinsatz am 15.04.2020 in Hamburg“. Die Arbeitsgeräte für die Gammadiagnostik (Gammaarbeitsgeräte) werden seit Jahrzehnten sicher auf der ganzen Welt eingesetzt. Dennoch kommt es hin und wieder zu technischen Defekten an den Geräten. Peter Sieber berichtete in seinem Vortrag, wie die Feuerwehr bei Einsätzen zur Quellenbergung vorgeht und welche Hilfsmittel ihr zur Verfügung stehen. Er erklärte dies anhand eines Vorfalls aus dem letzten Jahr. Auf einer Raffinerie in Hamburg hatte sich im Verlauf von Durchstrahlungsarbeiten ein Strahlerhalter von der Fernbedienung gelöst und war aus der Strahlerführung bzw. Ausfahrspitze gefallen. Ein metallisches Objekt von wenigen Zentimetern Länge auf einem Raffinerie-Gelände zu finden, war eine überaus anspruchsvolle Aufgabe für alle Beteiligten. Mit Hilfe hochauflösender Fotos einer Drohne konnte der Strahlerhalter am Ende ausgemacht und ohne hohe Strahlendosen für die Beteiligten geborgen werden.

Mit eindrucksvollen Bildern schloss die Strahlenschutzsession. Wie immer lässt sich sagen, dass die Arbeit der/des Strahlenschutzbeauftragten nicht langweilig wird.

Der zweite Seminarteil zum Thema Durchstrahlungsprüfung hat sich zu Beginn mit modernen Methoden der Prüfung von Fahrzeugen beschäftigt. Dr. Malte Kurfiß (Fraunhofer EMI, Efringen-Kirchen) eröffnete die Vortragsserie mit dem Beitrag „Kurzzeitdynamisches Röntgen für Crashtests“. Hier werden High-Power-Röntgenblitzanlagen (450 kV) eingesetzt und Aufnahmen mit Belichtungszeiten von einigen nano-Sekunden mit einer Zeitauflösung im milli-Sekundenbereich erstellt, die den Schadensverlauf dynamisch wiedergeben. Um kompakte Fahrzeugteile zu untersuchen, werden seit kurzem auch gepulste Linearbeschleuniger (1 kHz) eingesetzt. Die Untersuchungen erfolgen in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer EZRT. Michael Salamon (Fraunhofer EZRT, Fürth) stellte die Arbeiten zu „Ganzfahrzeug-Computertomographie zur Analyse der strukturellen Verformungen nach Crash-Tests“ vor. Die Ganzfahrzeug-CT nach dem Crashtest ermöglicht die Analyse der Schäden ohne mechanisches aufschneiden der Fahrzeuge, was immer zu ungewollten Veränderungen bzw. Verfälschungen der Bewertung führen kann.

Zu den neuen Werkzeugen in der Durchstrahlungsprüfung gehören die höchstauflösenden Untersuchungen mit Phasenkontrast. Das kann sowohl mit Synchrotron-Strahlung als auch im Labor durchgeführt werden. Hochinteressant sind die Untersuchungen mit der Talbot-Lau-Methode, die es gestattet Rissfelder zu finden, mit Rissöffnungen im Subpixelbereich. Derartige Untersuchungen sind mit der konventionellen Mikro- und Nano-Radiographie kaum möglich. Dr. Kastner (FH OÖ, Wels) gab dazu einen Überblick zu Untersuchungen mittels „Computertomografie mit Absorptions- und Phasenkontrast für die Materialcharakterisierung und für die Additive Fertigung“ mit hochinteressanten Anwendungsbeispielen.

Heute ist Industrie 4.0 und ZfP 4.0 in aller Munde. Ein Kernelement ist dabei die Digitalisierung. Christian Driller (YXLON, Hamburg) hat zum Thema „Beyond Quality Inspection – Die Radiographie und

CT im Zeichen der Digitalisierung“ vorgetragen und über moderne Strategien der Implementierung von Radiographie- und CT-Anlagen in den Produktionsprozess informiert, sowie neue Anforderungen von Anwendern diskutiert.

Traditionell hat Dr. Ewert als Mitglied und Obmann verschiedener Normausschüsse zum Thema „Aktuelle Entwicklungen in der Normung“ gesprochen. Es wurde über Neues in der Durchstrahlungsprüfung und CT bei DIN, CEN, ISO und ASTM informiert. Während die deutsche Beteiligung an der amerikanischen Normung in den Durchstrahlungsgremien (RT) bei ASTM weiterhin gut ist, kann man das leider nicht für die Mitarbeit im deutschen Spiegelgremium des DIN (NA 062-08-22) und bei CEN und ISO sagen. Ein technischer Umbruch zeichnet sich bei der Revision der RT-ISO-Normen zur Schweißnahtprüfung und CT ab. Bei ASTM gibt

es darüber hinaus neue Projekte zur CT und zur Prüfung von additiv gefertigten Bauteilen, sowie ein Normprojekt zur „Automatischen Defekterkennung“ (ADR).

Leider war in diesem Jahr die Möglichkeit zu Diskussionen abseits des Vortragsraumes nicht gegeben. Das nächste D&S-Seminar wird 2023, dann hoffentlich in Präsenz, stattfinden, sodass auch der persönliche Austausch wieder gegeben ist. Die Fachausschussvorsitzenden bedanken sich bei allen Beteiligten für die trotz widriger Umstände gelungene Veranstaltung.

Die zur Veröffentlichung freigegebenen Beiträge können auf der Tagungshomepage www.dgzfp.de/seminar/ds heruntergeladen werden.

Charlotte Kaps, Uwe Ewert

Erste Internationale Konferenz zu ZfP 4.0

„Hello and Welcome to the World of NDE 4.0“ hieß es am 14. April 2021 in der Eröffnungsrede der ersten internationalen ZfP 4.0-Konferenz.

ZfP 4.0, die Konfluenz der Technologien aus dem Umfeld von Industrie 4.0 mit der zerstörungsfreien Prüfung, zeigt sich als zukünftige tragende Säule in der ZfP. Um diese Zukunft aktiv zu gestalten, hat die DGZfP, unterstützt von ICNDT, TU München und Vrana GmbH, die erste internationale Konferenz zu diesem Thema organisiert.

Vier Keynotes, 26 eingeladene Vorträge, zwölf kommerzielle Vorträge und vier Podiumsdiskussionen bildeten das Programm für vier aufeinander aufbauende Tage.

Der erste Tag legte den Fokus auf die Grundlagen von ZfP 4.0 und



begann mit einer Keynote-Präsentation von Ripi Singh (Innovation Coach, Chair ASNT NDE 4.0 Committee, Co-Chair ICNDT SIG NDE 4.0).

Am zweiten Tag standen die technischen Grundlagen der vierten Revolution im Mittelpunkt: AI, IIoT, Digitaler Zwilling, Cyber-Physical Loops, Assisted Automation. Ralf Bucksch (IBM) hielt eine Keynote zu „Digitalization for Industries – Era of Augmented Intelligence“.

Prem Shanmugam (Frost & Sullivan) eröffnete mit seiner Keynote zu „Digital Inspection – Technology & Business Model Transforma-

tions in NDT“ den dritten Tag, an dem industrielle Applikationen im Mittelpunkt standen.

Der letzte Veranstaltungstag widmete sich den ZfP 4.0-Aktivitäten der nationalen und internationalen Gesellschaften. Sajeesh Kumar Babu berichtete in seinem Vortrag über die Aktivitäten des ICNDT zu diesem Thema.

Die Präsentationen vieler Beiträge sind auf der Konferenz Webseite <https://2021.nde40.com> zu finden und werden als Paper in einer Sonderausgabe des Journal of NDE erscheinen.

Trotz des notwendigen virtuellen Formates und einiger technischer Probleme war die Konferenz ein voller Erfolg: 113 Teilnehmer*innen, über alle Tage eine konstant hohe „Einschaltquote“, großartiges Feedback der Teilnehmenden und super Diskussionen. All das macht Lust auf mehr.

Vielen Dank an die Vortragenden, an die Mitglieder des Organisations- und des wissenschaftlichen Komitees, an die Moderatoren der Panel-Diskussionen, die Sitzungsleiter, an alle Teilnehmer*innen der Konferenz, und an unsere Sponsoren: DIMATE, Mitos, Olympus, Trueflaw, Verasonics, Volume Graphics, YXLON.

Vom 26. bis 28. April 2022 werden wir die Reise von Angesicht zu Angesicht (in München) fortsetzen. Beiträge können bis zum 31. August 2021 eingereicht werden: <https://conference.nde40.com>.

Johannes Vrana

Weitere Informationsquellen zum Thema ZfP 4.0:

- Handbook of NDE 4.0:
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-48200-8>
- Materials Evaluation NDE 4.0 Special Issue:
<https://mydigitalpublication.com/publication/frame.php?i=664559>
- RNDE NDE 4.0 Special Issue:
<https://www.tandfonline.com/toc/urnd20/31/5-6>
- JoNDE NDE 4.0 Special Issue:
https://link.springer.com/journal/10921/topicalCollection/AC_784b1b0b7c2fa6cb021e9b4eb3b770ae
- NDE 4.0 YouTube Channel:
<https://www.youtube.com/c/nde40>

Neues von der ICNDT: Das Thema Zuverlässigkeit ist nicht unterzukriegen!

Die Coronakrise hat einen massiven Einfluss auf unser tägliches Leben. Jedoch entstehen nicht nur Trennung und Isolation. Aktuell ist das Thema ZfP 4.0 omnipräsent, wenn es um die Zukunft der zerstörungsfreien Prüfung geht. Allein durch die Möglichkeit der Onlineseminare nimmt es sogar durch die Coronakrise weiter an Fahrt auf. Die ZfP 4.0 ist jedoch nicht das einzige Thema, das während der Corona-Zeit die Vorteile der Onlinemeetings zu schätzen weiß. Auch die Zuverlässigkeitscommunity hat am 24. März ein international hochbesetztes Onlinetreffen realisieren können.

Vorab kurz zur Vergangenheit: Seit 1997, dem Jahr, als der erste europäisch-amerikanische Workshop zum Thema Zuverlässigkeit von zerstörungsfreien Prüfmethode stattgefunden hat, finden sich regelmäßig Experten zu diesem Thema zusammen, um so die Validierung von Prüfverfahren weiterzuentwickeln. Hierdurch wird das Vertrauen in Prüfverfahren unterstützt und gestärkt.

Besonders durch die Anforderungen der ZfP 4.0 ist die Unterstützung bei der Validierung von Prüfverfahren wichtiger denn je. Doch auch im Bereich von Prüfverfahren nimmt Corona Einfluss.

Beim letzten Zuverlässigkeitsworkshop 2017 in Potsdam, wurde beschlossen, dass bald eine weitere Tagung stattfinden soll, die auch für internationale POD-Begeisterte den Zugang erleichtern soll.

Nun wurde der erste internationale Workshop zum Thema „Zuverlässigkeit von ZfP-Verfahren“ mitsamt der Weltkonferenz (WCNDT) in 2020 zuerst auf 2021 und „schlussendlich“ auf 2022 verschoben.

Ein so wichtiges Thema, wie die Diskussion um die Zuverlässigkeit, noch weiter zu verschieben, ist jedoch nicht akzeptabel. Denn es gibt wichtige Gründe für einen notwendigen Austausch. Die Anforderungen und die Notwendigkeit einer zuverlässigen Validierung und Qualifizierung nehmen mehr und mehr an Bedeutung zu. Aus diesem Grund haben sich am 24. März 2021 Expert*innen aus aller Welt zur ersten specialist international group (SIG) „NDT Reliability“ (gegründet 2017 in Singapur) unter dem Dach von ICNDT, virtuell getroffen.

27 interessierte Personen, unter anderem aus den USA, Indien, Südkorea, UK, Finnland, Italien und Deutschland, nahmen an der Sitzung teil und vertraten dabei viele unterschiedliche Branchen, wie die Energie- und Luftfahrtindustrie, das Bauingenieurwesen und den Eisenbahnsektor.

Ebenso nahmen aus der Entscheidungsebene unterschiedliche Akteure teil, die auf Augenhöhe diskutieren und sich austauschen konnten. Hierzu zählen Forschungsinstitute, Beratungsfirmen und verschiedene Industriepartner.

Deutlich wurde, dass das Thema der ‚Zuverlässigkeit von Prüfverfahren‘ aktueller ist denn je – unabhängig von der Diskussion zur Zukunft der ZfP. Denn auch die nicht-automatisierten Prüfungen stellen einen wesentlichen Bestandteil der kritischen Infrastruktur dar.

Unmissverständlich ist: Es wird nicht einfacher. Durch die ZfP 4.0 nimmt die Bedeutung von Algorithmik immer weiter zu; ein Bereich, der bisher noch nicht im Zuverlässigkeitsmodell auftauchte. Daher wurde das modulare Modell der Zuverlässigkeit zu dem Modularen Modell für die ZfP 4.0 erweitert.

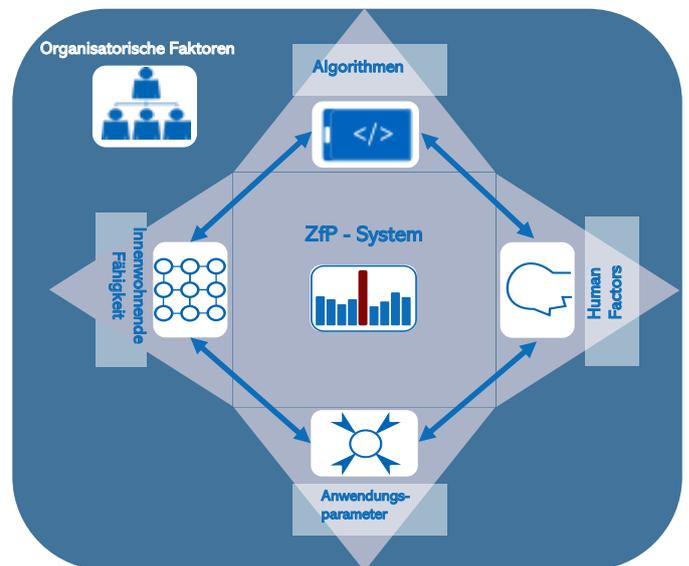


Abb. 1: Modulares Modell für die ZfP 4.0 mit den Algorithmen als Einflussfaktor [1]

Ebenso ist festzustellen, dass die Industriebereiche, die Interesse an der POD äußern, vielfältiger werden. Neben der Luftfahrt und der Energieindustrie nimmt die Wichtigkeit von validierten Prüfverfahren vor allem in der Bauindustrie und in der Automobilindustrie stark zu. Es gibt also immensen Redebedarf und noch viel Unwissenheit über die Fähigkeit von Prüfverfahren im realen Einsatz.

Die Gruppe diskutierte auch aktuelle Aktivitäten auf dem Gebiet der Human Factors. Hervorzuheben sind die systematische Analyse von Human Factors in den USA, die Quantifizierung von Human Factors für die Zuverlässigkeitsbewertung in Deutschland und die Aktivitäten des DGZfP-Unterausschusses Mensch-Maschine-Interaktion im Bereich der ZfP 4.0. Zum Thema Human Factors werden von den interessierten Kreisen zusätzliche Treffen abgehalten.

Die Diskussion im virtuellen Meeting machte deutlich, dass der Bedarf an weiteren Onlinemeetings besteht. Zukünftig werden regelmäßige Treffen organisiert und abgehalten.

Stellvertretend für die Gruppe freue ich mich, wenn sich weitere Interessierte zur Mitarbeit melden. In jedem Meeting wird in einem Kurzvortrag über die aktuellen Zuverlässigkeitsprojekte gesprochen. Die Teilnahme bietet einen direkten Zugriff auf den internationalen Stand der Technik. Für ein besseres Verständnis, soll in dieser SIG auch eine Hilfestellung erstellt werden, wodurch unerfahrene Interessierte einen Zugang zum Thema erhalten können.

Es ist schön zu sehen, dass das erste Meeting positiv angenommen wurde und sich erneut eine heterogene Gruppe zusammenschlossen hat, um in Zukunft weiter an diesem wichtigen Thema zu arbeiten.

Daniel Kanzler

[1] D. Kanzler, "Reliability evaluation of testing systems and their connection to NDE 4.0," in Handbook of NDE 4.0, N. G. Meyendorf, N. Ida, R. Singh, and J. Vrana, Eds. Springer, 2021.



Keinen Plan von
Digitalisierung?

Frag Buddy!

Digitalisierung vernetzt. Digitale Daten können an mehreren Orten gleichzeitig verfügbar sein: Im Prüflabor, beim Anlagenbetreiber oder beim Qualitätsprüfer. Damit liefern sie die Basis für eine reibungslose und fehlerfreie Kommunikation. Voraussetzung dafür ist, dass sie in einem bewährten Standardformat vorliegen und revisionssicher sind.

www.dimate.de



 **DIMATE**

Virtuelle Nachwuchsarbeit

Die noch immer andauernde Pandemie lässt es leider nicht zu, dass die Nachwuchsarbeit in Präsenz stattfinden kann. Umso mehr haben wir uns über die erneute Einladung der KaWuM (Konferenz aller werkstofftechnischen und materialwissenschaftlichen Studiengänge) gefreut, die situationsbedingt im letzten Jahr abgesagt und in diesem Jahr virtuell durchgeführt wurde. Denn seit einigen Jahren unterstützt die DGZfP die regelmäßig stattfindenden Konferenzen, sowohl finanziell als auch mit wissenschaftlichen Vorträgen rund um die ZfP.

Vier Tage virtueller Austausch

Die 21. KaWuM wurde in diesem Jahr durch die Fachschaft Materialwissenschaften und Werkstofftechnik der RWTH Aachen organisiert und geleitet. Vier Tage, vom 6. bis 9. Mai 2021, haben sich die 21 Fachschaften der Studienrichtungen Materialwissenschaften und Werkstofftechnik austauschen können. Spaß sollte auch nicht fehlen – so gab es virtuelle Spieleabende, ein Pub-Quiz und eine virtuelle Kneipentour. Außerdem konnten sich die rund 40 Teilnehmenden an verschiedenen Workshops und Diskussionen beteiligen. Dozent Patrick Schüle hielt einen Fachvortrag, in dem er über dehnungsinduzierte Risskorrosion an einem Rohrleitungsstrang eines Kraftwerks referierte. Er beschrieb außerdem die darauffolgende Schadensanalyse und ein Prüfkonzept, mit dessen Hilfe es gelang, weitere Vorschädigung der Anlage zerstörungsfrei festzustellen. Im Anschluss an den Vortrag mit dem Titel „Bruch vor Leck – Schadensanalyse am warmfesten Stahl WB36 (1.6368)“ nutzten einige



Patrick Schüle informiert in seinem Vortrag über dehnungsinduzierte Risskorrosion

Teilnehmende die Möglichkeit, Rückfragen zur Prüftechnik zu stellen und weitere Details zu erfragen.

Zuvor stellte Marika Maniszewski die DGZfP mit ihren Hauptschwerpunkten vor und beantwortete im Nachgang des Fachvortrages Fragen zur aktuellen Nachwuchsarbeit der DGZfP.

Die nächste KaWuM, organisiert durch die TU Darmstadt, findet im November 2021 statt. Die DGZfP wird bei der übernächsten KaWuM, im Sommersemester 2022 in Karlsruhe (KIT), gern wieder mit einem Fachvortrag dabei sein – virtuell oder in Präsenz.

Marika Maniszewski, Patrick Schüle

Wer oder was ist KaWuM?

Die KaWuM (Konferenz aller werkstofftechnischen und materialwissenschaftlichen Studiengänge) ist die deutsche Bundesfachschafentagung der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (BuFaTa MatWerk) und findet in der Regel zweimal im Jahr, also etwa einmal pro Semester statt. Sie wird abwechselnd von engagierten Fachschaften ausgerichtet. Teilnehmende Fachschaften sind:

- RWTH Aachen University, Fachschaft Materialwissenschaften und Werkstofftechnik
- Universität Augsburg, Fachschaft Materialwissenschaften und Physik
- TU Berlin, Materialisten Fachschaft
- TU Clausthal, Fachschaft Physik – Materialwissenschaften – Chemie
- TU Darmstadt, Fachschaft Materialwissenschaften
- TU Dresden, Fachschaftsrat Maschinenwesen
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Fachschaftsinitiative Werkstoffwissenschaften
- TU Bergakademie Freiberg, Fachschaftsrat der Fakultät für Werkstoffwissenschaften und Werkstofftechnologie
- Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachschaftsrat Materialwissenschaften
- Georg-August Universität Göttingen, Fachgruppe Materialwissenschaften
- TU Ilmenau, Fachschaftsrat der Fakultät Elektro- und Informationstechnik
- Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fachschaftsrat Materialwissenschaften/Physik
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fachschaft Maschinenbau/Chemieingenieurwesen
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Fachschaft Ingenieurwissenschaften
- Montanuniversität Leoben, Studienvertretung
- Philips-Universität Marburg, Fachschaft Physik
- TH Nürnberg, Fachschaft der Fakultät Werkstofftechnik
- TH Rosenheim, Fachschaft Holz
- Universität des Saarlandes, Fachschaft MatWerk
- Universität Stuttgart, Fachgruppe Materialwissenschaft
- Westsächsische Hochschule Zwickau, Fachschaftsrat Automobil- & Maschinenbau

Die BuFaTa MatWerk befasst sich mit spezifischen und studienrelevanten Themen an den verschiedenen Universitäten der Mitgliedsfachschaften. Auf den Konferenzen wird zusätzlich ein reger Austausch zwischen den Fachschaften gepflegt und die Vernetzung vorangetrieben. Des Weiteren werden die Interessen der deutschen Studierenden in den betreffenden Studienschwerpunkten universitätsübergreifend vertreten.

Jugend forscht-Sonderpreis „Qualitätssicherung durch Zerstörungsfreie Prüfung“

Die DGZfP beteiligt sich seit 2005 auf Landes- und seit 2009 auch auf Regionalebene an Deutschlands bekanntestem Nachwuchswettbewerb im Bereich Naturwissenschaften und Technik, indem sie Forschungsarbeiten von Schüler*innen mit dem Sonderpreis „Qualitätssicherung durch Zerstörungsfreie Prüfung“ auszeichnet. Viele unserer Mitglieder kennen die Regional- und Landeswettbewerbe durch eigene Teilnahme und durch Übergabe des Sonderpreises im Namen der DGZfP.

Wettbewerbsrunde 2021 – alles anders

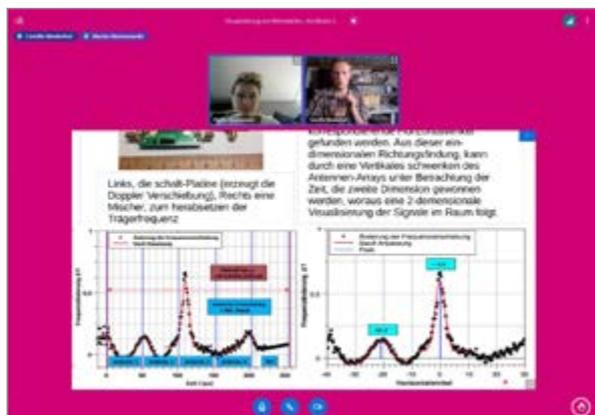
Diese Wettbewerbsrunde war alles andere als „normal“. Aufgrund der Corona-Pandemie wurden insgesamt 87 Regional- und 16 Landeswettbewerbe online durchgeführt. Auch der finale Bundeswettbewerb fand über vier Tage, vom 26. bis 30. Mai 2021, ausschließlich online statt. Lediglich die Veranstalter, Moderatoren und ausgewählte Persönlichkeiten waren live auf der Bühne, beim diesjährigen Bundespaten, dem Science Center experimenta in Heilbronn.

Trotz der anderen Umstände war die Organisation der Jugend forscht Wettbewerbe großartig. Technische Störungen oder üblich bekannte Hürden bei Online-Veranstaltungen, wurden gut bewältigt. Dennoch hoffen wir sehr, dass im kommenden Jahr die Wettbewerbe wieder in Präsenz stattfinden. Denn, so sagen auch die diesjährigen Jungforscherinnen und Jungforscher, es ist nicht dasselbe. Live vor Publikum zu präsentieren, mit den Juroren und Besuchern Face-to-Face zu diskutieren oder sich mit anderen Projektteilnehmenden zu treffen, all das fehlt.

ZfP-Sonderpreis goes to...

Am Samstagnachmittag, den 29.05.2021, hatten die Teilnehmenden die Gelegenheit ihre Projekte der Öffentlichkeit zu präsentieren, bevor am Abend zur Sonderpreisverleihung – natürlich online – geladen wurde. Der ZfP-Sonderpreis im Jugend forscht Bundeswettbewerb 2021 ging an Camille Westerhof mit dem Projekttitle „Visualisierung von Mikrowellen“. Vorab haben wir uns natürlich das Projekt ausführlich im Online-Meeting erklären lassen.

Der ZfP-Sonderpreis auf Bundesebene beinhaltet einen Geldpreis in Höhe von 500 Euro sowie die Teilnahme am Studierenden BC im August dieses Jahrs. Wir freuen uns, Camille Westerhof in unserer Geschäftsstelle begrüßen zu dürfen.



Virtuelle Projektpräsentation der potenziellen Preisträgerin

Auszug aus der Projektkurzfassung:

Ziel dieser Arbeit war es, eine visuelle Darstellung von Mikrowellenfeldern aufzunehmen. Hierbei wurden Frequenzen im 2,4 GHz-Spektrum emittiert und anschließend wieder empfangen, woraufhin sie richtungsabhängig sortiert werden. Dies soll idealerweise mit einem selbstentwickelten „Pseudo-Doppler“ geschehen. Alternativ kann aber auch ein schwenkbares Antennenarray verwendet werden. Die aufgenommenen Messwerte sollen anschließend soweit bearbeitet werden, dass diese ein Farbbild wiedergeben, wobei die Feldstärke im zweidimensionalen Raum dargestellt wird. Je nach Möglichkeit und Auflösungsgeschwindigkeit soll anschließend ein passendes Programm entwickelt werden, welches eine „fast Echtzeit“ Auswertung ermöglicht. Somit wäre es beispielsweise möglich Reflektions- und Beugungserscheinungen an Mikrowellen einfach zu beobachten, aber auch eine passive Ortung von reflektierenden oder emittierenden Objekten durchzuführen.

Ein Dank an unsere Juror*innen

An dieser Stelle einen großen Dank an Sie, liebe DGZfP-Jurorinnen und -Juroren. Wir freuen uns, Sie in der nächsten Wettbewerbsrunde dabei zu haben.

Ihre Ansprechpartnerin Samantha Laewen (la@dgzfp.de) steht Ihnen auch für die nächste Wettbewerbsrunde bei Fragen, Anregungen und Wünschen gern zur Verfügung.

Marika Maniszewski, Samantha Laewen



Plakat zur Jugend forscht-Wettbewerbsrunde 2022

Für Ihre Zukunft sehen wir grün.

Abteilungsleiter Marketing / Vertrieb (m/w/d) gesucht.

Stellen-ID: DE50236311-03

Prüfaufsicht / Einsatzleiter (m/w/d) in Karlsruhe gesucht.

Stellen-ID: DE50449655-01

Werkstoffprüfer Sonderprüfung (m/w/d) in Ingolstadt gesucht.

Stellen-ID: DE50441997-01

Die DEKRA Incos GmbH ist der Profi für zerstörungsfreie und zerstörende Werkstoffprüfungen, Schadenanalyse sowie Inspektion im industriellen Umfeld. Durch unser nachhaltiges Bestreben Industrieanlagen und -produkte sicherer zu machen, gehören wir zu einem der führenden Materialprüfungsunternehmen.

Sicherheit beginnt mit mir bei DEKRA – daher ist auch als Arbeitgeber auf uns Verlass und wir sorgen für Sicherheit in Ihrem Leben. Neben einem attraktiven Gehalt und umfassenden Sozialleistungen, erhalten Sie bei uns die Möglichkeit, eigenständig zu arbeiten und frühzeitig Verantwortung zu übernehmen. Wir bieten vielfältige Karrieremöglichkeiten und investieren in Ihre Weiterentwicklung.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung: dekra.de/karriere

Haben Sie Fragen?

Frau Christiane Lachermayer – Personal Recruiting
+49 841 96698-38 · christiane.lachermayer@dekra.com
DEKRA Incos GmbH

Macht's gut, liebe Kolleginnen

Vor Kurzem verabschiedeten wir unsere geschätzten Kolleginnen Friederike Pohlmann, Redakteurin der ZfP-Zeitung, und Ilona Meyer, Dozentin im Ausbildungszentrum Magdeburg, in ihren wohlverdienten Ruhestand.

2007 startete Friederike Pohlmann in unserer Zeitungsredaktion, nachdem sie zuvor als Journalistin und Historikerin für verschiedene renommierte Medienhäuser tätig war. Durch ihre langjährige Erfahrung und ihre empathische Art lernte Friederike Pohlmann schnell, worauf es in einer Vereinsredaktion ankommt: auf die Mitglieder zu hören, ihre Wünsche und Anregungen zu verstehen und aus allem eine abwechslungsreiche Mitgliederzeitung zu gestalten.



Friederike Pohlmann stößt zum Abschied mit Matthias Purschke an

Fast 14 Jahre hat Friederike Pohlmann die ZfP-Zeitung geprägt, tolle Artikelreihen ins Leben gerufen, wie z.B. Frauen in der ZfP, und die Zeitung Stück für Stück in das digitale Zeitalter geführt. Jederzeit ist es ihr gelungen, nah an den Mitgliedern, den Kolleginnen und Kollegen der DGZfP und der ZfP-Community zu bleiben, um fünfmal im Jahr eine interessante ZfP-Zeitung zu erstellen. Dafür danken wir Friederike sehr herzlich. Wir haben sie im Rahmen einer kleinen Feier mit vielen Anekdoten aus ihrer Zeit als „Zeitungsfrau“ verabschiedet.

Ilona Meyer begann 2004 ihre Tätigkeit als Dozentin im Ausbildungszentrum Magdeburg. Sie war zuständig für verschiedene ZfP-Verfahren, vorzugsweise aber die Ultraschall- und Sichtprüfung. Für diese beiden Prüfverfahren war sie maßgeblich an der Erstellung der Schulungsunterlagen beteiligt und überzeugte dabei vor allem durch ihre umfangreiche Gussexpertise. Darüber hinaus erarbeitete Ilona Meyer für den Bereich Automotive die Unterlagen für die Schulung „Ultraschall-Schweißpunktprüfung“.

Die Kolleginnen und Kollegen im Ausbildungszentrum Magdeburg verabschiedeten ihre langjährige Kollegin Anfang Juni und übergaben ihr als Dankeschön zwei Geschenke: ein Buch über die Geschichte der Stadt Magdeburg für zukünftige Besuche und – natürlich mit einem Augenzwinkern – ein „Malbuch für Ingenieure“.



Guido Hanspach (li.) und Sven Rühle (re.) überreichen Ilona Meyer zum Abschied Präsenten

Wir wünschen unseren lieben Kolleginnen einen angenehmen Ruhestand und bedanken uns für die stets gute Zusammenarbeit.

Julia Willich

KOWODENS TD

In Kürze kommt das brandneue **KOWODENS TD** auf den Markt. Die Densitometer-Serie wird mit dem Tischmodell zum bereits bestens etablierten Handgerät **DENSORAPID D** komplettiert.



Beide Instrumente zeichnet die innovative digitale Messtechnik aus. Damit wird die optische Dichte bis zu D 5.5 mit höherer Auflösung und Genauigkeit bestimmt.

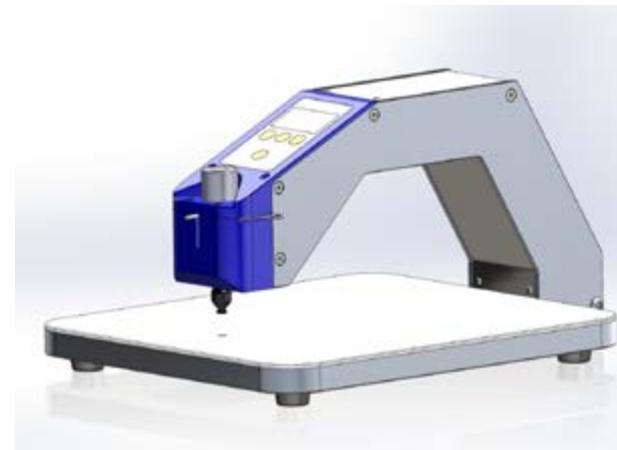
Das beleuchtete Display ermöglicht gute Ablesung auch in abgedunkelten Räumen und die Kalibrierung des Instrumentes ist



dank der Software wesentlich einfacher und genauer als bei herkömmlichen Densitometern.

Die Messwerte können über eine USB-Schnittstelle übertragen werden.

Präzise Bestimmung der optischen Dichte von Röntgenfilmen nach ISO 5 ISO 14807, ASTM E1079, DGZfP D1



Vertrieb Deutschland

Vertrieb Deutschland

Vertrieb Österreich

KOWOTEST
SUPPLIERS OF EQUIPMENT FOR INSPECTION



BW Plus NDT GmbH & Co. KG
Friedrich-Heinrich-Allee 176
47475 Kamp-Lintfort
www.bwplusndt.de



Prüftechnischer Handel GmbH
Vennstraße 52
46499 Hamminkeln
www.pth-rees.de



GRIMAS Gesellschaft m.b.H.
Hauptstraße 17
A-3012 Wolfsgraben
www.grimas.at

Publikationen im Onlineshop erhältlich

Die DGZfP publiziert und vertreibt Richtlinien und Merkblätter sowie Fachbücher auf dem Gebiet der ZfP. Hier stellen wir Ihnen die aktuellen Neuerscheinungen vor, welche Sie in unserem Onlineshop erwerben können:

www.dgzfp.de/Dienste/Publikationen

Neu erschienen

B 02 – Merkblatt zur zerstörungsfreien Betondeckungsmessung und Bewehrungsart an Stahl- und Spannbetonbauteilen

62,00 € (gedruckt und als PDF erhältlich)

FA ZfP im Bauwesen, UA Bewehrungsnachweis bei Stahlbeton

In diesem Merkblatt werden Verfahren und Geräte zur Ortung der Bewehrung und Einbauteilen und zur Messung der Betondeckung in Stahl- und Spannbetonbauteilen beschrieben. Für die Prüfaufgaben stehen Verfahren mit unterschiedlichen physikalischen Messprinzipien zur Verfügung. Die vorgestellten Verfahren und Anwendungsbeispiele beziehen sich auf die Prüfung von Stahl- und Spannbeton. Sie lassen sich auf vergleichbare Prüfungen an bewehrtem Mauerwerk oder die Ortung metallischer Gegenstände in anderen Bauteilen übertragen.

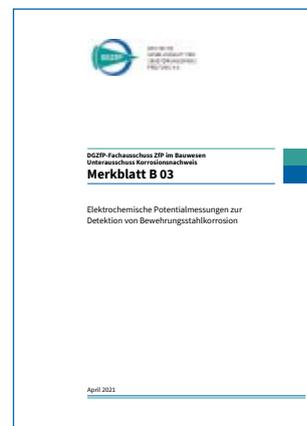


B 03 – Elektrochemische Potentialmessungen zur Detektion von Bewehrungsstahlkorrosion

38,00 € (gedruckt und als PDF erhältlich)

FA ZfP im Bauwesen, UA Korrosionsnachweis

Dieses Merkblatt beschreibt die Anwendung elektrochemischer Potentialmessungen (häufig auch als Potentialfeldmessung bezeichnet) zur Detektion von Bewehrungsstahlkorrosion an Stahlbetonbauwerken. Mit Hilfe dieses Verfahrens können Bereiche korrodierender Bewehrung zerstörungsfrei lokalisiert werden. In der Regel kommt diese Messmethode bei der Detektion chloridinduzierter Korrosion zum Einsatz. In Abgrenzung hierzu sollte die Abschätzung der Gefahr einer karbonatisierungsinduzierten Korrosion durch Bestimmung der Karbonatisierungstiefe und der Betondeckung erfolgen.



Jetzt auch elektronisch verfügbar!

HB Phased Array – Handbuch für die Materialprüfung mit Ultraschall-Phased-Arrays

70,00 €

FA Ultraschallprüfung in Zusammenarbeit mit UA Phased Array

Das Handbuch soll dem Prüfenieur und Anwender einen Überblick über die Möglichkeiten der Phased-Array-Technik vermitteln. Unter der Berücksichtigung der Anforderungen des Kunden und dessen kundenspezifischen Prüf- und Qualitätsnormen und vorhandener nationaler und internationaler Prüf- und Qualitätsnormen wird der Bogen von den Grundlagen, den Prüfköpfen über die Geräte- und Systemtechnik, den typischen Anwendungen und Einsatzbereichen bis zu hin zu interessanten Beispielen aus der Prüfpraxis gespannt. Das Handbuch ist auf den erfahrenen Ultraschallpraktiker (UT2 und UT3) ausgerichtet. Darüber hinaus soll das Handbuch den engagierten Leser dazu befähigen, den Anwendungsrahmen in Richtung des Einsatzes der Phased-Array-Technologie zu spezifizieren und Systeme danach zu bewerten, auszuwählen und optimal einzusetzen. Angesprochen werden alle Anwender und Anbieter von Phased-Array-Geräten und -Systemen, welche sowohl manuell als auch mechanisiert und automatisiert an das Prüfproblem herangehen möchten.



Rezensionen neu erschienener Fachbücher



Quantenmechanische Grundlagen der Molekülspektroskopie

Max Diem
WILEY-VCH Verlag

Der Autor, Max Diem, ist emeritierter Professor der Northeastern University, Abteilung Chemie und chemische Biologie, in Massachusetts (USA). Seit 1996 lehrt er auf dem Gebiet der Anwendung der Vibrationsspektroskopie in der Medizin.

Das neueste Werk setzt sich aus 11 Kapiteln, den Lösungen zu den zahlreichen Aufgaben, vier Anhängen (Konstanten und Umrechnungsfaktoren, Näherungsmethoden: Variations- und Störungstheorie, Nicht lineare spektroskopische Methoden sowie die Fourier-Transformationsmethodik) und dem Stichwortverzeichnis zusammen.

Der Autor nimmt den/die Leser*in an die Hand und führt ihn/sie im ersten Kapitel geschickt über die einfache Physik in die Quantenmechanik ein. Er verzichtet dabei auf mathematische Formalismen. Ausführlich durchgerechnete Beispiele, gut erkennbar durch einen Rahmen, und grafische Darstellungen unterstützen im Weiteren das Verständnis.

Aus seiner Sicht, dem Blick des Spektroskopikers, existieren stationäre Energiezustände, was gegen die Gesetze der klassischen Physik spricht. Kurz werden die Erkenntnisse nachvollzogen, die die Energiequantelung des Lichts beschreiben, zum Konzept des Welle-Teilchen-Dualismus des Lichts führten und zusammen mit der Beobachtung der Emissionsspektren des Wasserstoffatoms die Quantenmechanik vorantrieben. Jedes Kapitel endet mit einigen Fragen zur Vertiefung der Kapitelinhalte und einem Literaturverzeichnis.

Im zweiten Kapitel werden die Grundlagen der Quantenmechanik dargelegt. Nach der Aufstellung von 7 Postulaten wird das

künstlich aufgestellte quantenmechanische Modellsystem TiK (Teilchen im Kasten) vorgestellt, mit dem komplizierte Gleichungen gelöst werden können. Es folgen die Kapitel: Störung stationärer Zustände durch elektromagnetische Strahlung; Der harmonische Oszillator, ein Modell für die Schwingung von zweiatomigen Molekülen; Infrarot und Raman-Schwingungsspektroskopie mehratomiger Moleküle; Rotation von Molekülen und Rotationsspektroskopie; Atomstruktur: Das Wasserstoffatom; Kernspinresonanzspektroskopie (NMR); Atomstruktur: Mehr-Elektronen-Systeme; Elektronische Energieniveaus und Spektroskopie mehratomiger Moleküle; Gruppentheorie und Symmetrie. Heute sind die Methoden der Molekülspektroskopie aus vielen Bereichen der Naturwissenschaft und den Materialwissenschaften nicht mehr wegzudenken. Das vorliegende Buch hilft, die komplexen Zusammenhänge zu verstehen.

Hannelore Wessel-Segebade

DIGITALE RÖNTGENPRÜFUNG

HOCHAUFLÖSEND & ZUVERLÄSSIG

DRC 1024 NDT

FLACHDETEKTOR

- ✓ Hochauflösend dank 76 µm Pixelabstand
- ✓ Aktive Fläche von 10 x 24 cm, optimal für die Schweißnahtprüfung
- ✓ Für Röntgen- und Gammaquellen geeignet
- ✓ Elektronische Komponenten abgeschirmt für den Einsatz bis 350 kV*
- ✓ Extrem robustes Design, staub- und wasserdicht (IP67)
- ✓ Abnehmbarer Tragegriff für vielseitige Positionierung
- ✓ Für stationäre und mobile Anwendungen (WLAN- & Batteriebetrieb)

* für lange Lebensdauer bei typischen Anwendungen, Isotope (höhere Energien möglich)



Der kompakte DRC 1024 NDT Flachdetektor wurde von Grund auf für die ZfP entwickelt. Mit seiner aktiven Fläche von 10x24cm ist er ein optimaler digitaler Filmersatz für eines der am häufigsten verwendeten Filmformate in der industriellen Radiographie. Die zugehörige Bildgebungs- und Analysesoftware D-Tect X unterstützt Sie mit allen Werkzeugen, die Sie für die Arbeit nach Industriestandards benötigen und sorgt dabei für einen zeitsparenden Workflow.

Überzeugen Sie sich selbst bei einer kostenlosen Demonstration – jetzt Termin vereinbaren!

Digital Intelligence - Ready to Change.

www.duerr-ndt.de / info@duerr-ndt.de / +49 7142 993810





ZfP Kurs- und Prüfungstermine der Stufen 1 und 2

Termine von Juli bis Dezember 2021 für die Qualifizierung und Zertifizierung gemäß EN ISO 9712, EN 4179 und NAS 410.

Ausbildungsstellen und Prüfungszentren der Stufen 1 und 2:

voestalpine Linz	- T: +43 5030415-76306 -77306
gbd-Zert Dornbirn	- T: +43 5572 23568
ARGE TPA-KKS & TÜV Austria Akademie	- T: +43 1 616 38 99-172
ÖGI Leoben	- T: +43 3842 43101-24

Qualifizierungsstufe 1:

Verfahren	Termin	Prüfung	2. Prüfung (opt.)	Veranstalter/Ort
VT1	06.09. – 08.09.2021	20.09. – 21.09.2021	22.09. – 23.09.2021	VOEST/Linz
MT1	09.09. – 14.09.2021	20.09. – 21.09.2021	22.09. – 23.09.2021	VOEST/Linz
PT1	15.09. – 17.09.2021	20.09. – 21.09.2021	22.09. – 23.09.2021	VOEST/Linz
UT1	06.09. – 17.09.2021			
UT1 Praktikum	20.09. – 22.09.2021	23.09. – 24.09.2021		VOEST/Linz
VT1	11.10. – 13.10.2021	27.10. – 28.10.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
PT1	13.10. – 15.10.2021	27.10. – 28.10.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
MT1	18.10. – 21.10.2021	27.10. – 28.10.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
ET1	08.11. – 19.11.2021	22.11. – 23.11.2021		VOEST/Linz
UT1	08.11. – 19.11.2021			
UT1 Praktikum	22.11. – 24.11.2021	25.11. – 26.11.2021		gbd/Dornbirn

Kombikurse (Qualifizierungsstufe 1 und 2):

Verfahren	Termin	Prüfung	2. Prüfung (opt.)	Veranstalter/Ort
VT1/2	05.07. – 09.07.2021	12.07.2021	13.07.2021	VOEST/Linz
VT1/2	05.07. – 09.07.2021	19.07. – 20.07.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
PT1/2	12.07. – 16.07.2021	19.07. – 20.07.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
MT1/2	19.07. – 27.07.2021	28.07.2021		VOEST/Linz
VT1/2	06.09. – 10.09.2021	20.09. – 21.09.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
PT1/2	13.09. – 17.09.2021	20.09. – 21.09.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
MT1/2	20.09. – 28.09.2021	29.09.2021		gbd/Dornbirn
MT1/2	27.09. – 05.10.2021	06.10.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
VT1/2	04.10. – 08.10.2021	09.10.2021		gbd/Dornbirn
PT1/2	04.10. – 08.10.2021	11.10.2021	12.10.2021	VOEST/Linz
PT1/2	18.10. – 22.10.2021	23.10.2021		gbd/Dornbirn
VT1/2	08.11. – 12.11.2021	22.11. – 23.11.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
PT1/2	15.11. – 19.11.2021	22.11. – 23.11.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien

Qualifizierungsstufe 2:

Verfahren	Termin	Prüfung	2. Prüfung (opt.)	Veranstalter/Ort
ET2	12.07. – 21.07.2021	22.07. – 23.07.2021		VOEST/Kindberg
UT2	12.07. – 23.07.2021			
UT2 Praktikum	26.07. – 28.07.2021	29.07. – 30.07.2021		VOEST/Kindberg
UT2	06.09. – 17.09.2021			
UT2 Praktikum	20.09. – 22.09.2021	23.09. – 24.09.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
RT2	08.11. – 19.11.2021	22.11. – 23.11.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
VT2	15.11. – 17.11.2021	29.11. – 01.12.2021	01.12. – 03.12.2021	VOEST/Linz
MT2	18.11. – 23.11.2021	29.11. – 01.12.2021	01.12. – 03.12.2021	VOEST/Linz
PT2	24.11. – 26.11.2021	29.11. – 01.12.2021	01.12. – 03.12.2021	VOEST/Linz

Requalifizierungstermine:

Vorbereitungskurs	Requalifizierungsprüfung	Veranstalter/Ort
26.07. – 28.07.2021	29.07. – 30.07.2021	TPA-KKS/TÜV-A/Wien
13.12. – 15.12.2021	16.12. – 17.12.2021	TPA-KKS/TÜV-A/Wien

ZfP Kurs- und Prüfungstermine der Stufe 3

Termine 2021 für die Qualifizierung und Zertifizierung gemäß EN ISO 9712, EN 4179 und NAS 410.

ARGE QS 3 - AUSBILDUNG – Ausbildungsstelle der Stufe 3:

Ausbildung (Mittli GmbH & CO KG – TÜV AUSTRIA TVFA Prüf- und Forschungs GmbH – TÜV Austria Akademie)

Kontakte: Herr Michael Gaunersdorfer, T: +43 676 5312348 (technisch) | Ing. G. Aufricht, T: +43 676 42 42 715 (GF)

Anmeldungen an: ARGE QS 3 c/o ÖGfZP, Fr. Iris Köstner, T: +43 (0) 1 890 99 08-11, E: office@oegfzp.at, office@argeqs3-ausbildung.at

Verfahren	Termin	Prüfung	Ort
MT3	27.09. – 30.09.2021	01.10.2021	Puchberg/Schneeberghof
ET3	03.10. – 07.10.2021	08.10.2021	Puchberg/Schneeberghof
PVT3	10.10. – 14.10.2021	15.10.2021	Puchberg/Schneeberghof
RT3	07.11. – 11.11.2021	12.11.2021	Puchberg/Schneeberghof
GLS	15.11. – 19.11.2021 und 22.11. – 24.11.2021	25.11.2021	Puchberg/Schneeberghof

Requalifizierungstermine:

Verfahren	Termin	Prüfung	Ort
Alle Stufe 3	10.11. – 11.11.2021	12.11.2021	Puchberg/Schneeberghof

Beachten Sie, dass Seminare erst ab einer Teilnehmerzahl von mindestens 6 Personen möglich sind. Anmeldeschluss für ARGE QS 3 Seminare ist jeweils **6 Wochen vor Seminarbeginn** (Hausaufgabe!). In den Seminaren werden Spezifikationen in englischer Fassung behandelt. Dazu werden die erforderlichen Grundkenntnisse in Englisch vorausgesetzt!

Requalifizierungs- und Wiederholungsprüfungen **ohne Vorbereitung** können immer am Prüfungstag der Seminare abgelegt werden.

Weitere Informationen unter: oegfzp.at, www.argeqs3-ausbildung.at



Kurs- und Prüfungsprogramm der SGZP 2021

Schulungsstätte gbd NDT AG, Franz Burckhardt-Strasse 11, 8404 Winterthur

Kurs	Datum	Prüfung
VT 1 & 2	08.11. – 12.11.2021	16.11.2021
UT 2	25.10. – 05.11.2021	29.11.2021
UT R (Bahn)	06.12. – 10.12.2021	Prüfungstermin wird während des Kurses fixiert
PT 1	23.08. – 25.08.2021	27.08.2021
PT 2	06.09. – 09.09.2021	13.09.2021
MT 1	22.11. – 25.11.2021	30.11.2021
ET 1 oder ET 2	15.09. – 24.09.2021	08.10.2021 (Übungstag 07.10.2021)

ÜBERSICHT ÜBER DIE REZERTIFIZIERUNGSTERMINE ¹⁾

	1. Rezertifizierungswoche Kalenderwoche 23	2. Rezertifizierungswoche Kalenderwoche 50
PT, MT	07.06.2021	13.12.2021
PT-, MT- Prüfung	08.06.2021	14.12.2021
VT	09.06.2021	15.12.2021
UT, ET	10.06.2021	16.12.2021
VT-, UT-, ET-Prüfung	11.06.2021	17.12.2021

¹⁾ Anmeldungen **immer** über das Sekretariat der SGZP

SGZP, Schweiz. Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung, 8600 Dübendorf

(Anmerkung: Adresse immer ohne weitere Zusätze und genauso verwenden, wie oben aufgeführt)

Schulungsstätte Emitec Messtechnik AG, 6343 Rotkreuz

Kurs	Datum	Prüfung
TT 1	20.10. – 22.10. & 28.10. – 29.10.2021	Samstag, 30.10.2021

Schulungsstätte IMITec GmbH, Meilen

Kurs	Datum	Prüfung
IRT 1&2 (EN4179) ¹⁾	30.08.2020 – 02.09.2021	03.08.2021
IRT 3 (EN4179) ¹⁾	06.09.2021 – 09.09.2021	10.09.2021

¹⁾ weitere Kurse nach Absprache

Schulungsstätte Schweizerischer Verein für Schweisstechnik, SVS, Basel / Dagmersellen / Rheineck / Vuflens-la-Ville / Bellinzona

Kurs	Datum	Prüfung	Repetitionstag
RT 1	08.11. – 19.11.2021	10.12.2021	09.12.2021
VT 1&2 Sw, (d) Kursort Basel	29.11. – 01.12.2021	03.12.2021	02.12.2021
VT 1&2 Sw, (d) Kursort Rheineck	18.10. – 20.10.2021	22.10.2021	21.10.2021
VT 1&2 Sw, (f) Kursort Vuflens-la-Ville	13.09. – 15.09.2021	17.09.2021	16.09.2021
VT 1&2 Sw, (i) Kursort Bellinzona	04.10. – 06.10.2021	08.10.2021	07.10.2021



SCHWACHSTELLE ENTDECKT.



PROJEKT ABGESICHERT.



**NON-DESTRUCTIVE TESTING
DER WELTWEITEN NR. 1.**

SGS – LEISTUNG UND INNOVATION

KONTAKTIEREN SIE UNS:

SGS Germany GmbH, SGS Gottfeld Industrial Services
Baukauer Straße 98, D-44653 Herne, t +49 2323 9265 - 0, f +49 2323 9265 -111
de.int.gottfeld@sgs.com, www.sgsgroup.de

AUF DEM WEG ZU NEUEN PERSPEKTIVEN?

Wir freuen uns auf Ihre Fragen und Ihre Bewerbung:
de.bewerbung.ind@sgs.com, t +49 2323 9265 - 103

DIE SGS-GRUPPE IST DAS WELTWEIT FÜHRENDE UNTERNEHMEN IN DEN BEREICHEN PRÜFEN, TESTEN, VERIFIZIEREN UND ZERTIFIZIEREN. DER SGS-TÜV SAAR ALS JOINT VENTURE VON SGS UND TÜV SAARLAND E. V. SICHERT ZUVERLÄSSIGKEIT UND QUALITÄT VON PROZESSEN, PRODUKTEN UND TECHNISCHEN DIENSTLEISTUNGEN.

Wir stellen vor DGZfP-Ausbildungszentrum in Wittenberge



Schwerpunkte und Tätigkeiten

Seit über 20 Jahren werden im Ausbildungszentrum Wittenberge (AZW) Prüfer im Bereich der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung für die Industriesektoren „Eisenbahn-Instandhaltung Infrastruktur“ (Irl nach DIN EN ISO 9712) und „Eisenbahn-Instandhaltung I Werkstätten“ (IrW nach DIN EN ISO 9712) ausgebildet. Dafür werden Qualifizierungsschulungen und -prüfungen in den vier hauptsächlich angewendeten Verfahren (ET, MT, UT und VT) angeboten. Weiterhin stehen Requalifikationsschulungen mit den Rezertifizierungsprüfungen in unserer Angebotsliste.

Für die praktische Ausbildung stehen moderne Prüfgeräte und -anlagen sowie zahlreiche Übungsstücke, die eine möglichst praxisnahe Ausbildung gewährleisten sollen, zur Verfügung.

Die Dozenten im AZW besitzen ein umfangreiches Wissen und viele Erfahrungen bei der Anwendung der ZfP-Verfahren an Schienen und Weichen (Oberbau) und Schienenfahrzeugen (Werkstätten). Das AZW verfügt über zwei modern ausgestattete Vortragsäle, drei Räume für Übungen und Vorführungen sowie über fünf Räume, in denen Theorie und Praxis direkt miteinander verknüpft werden können.

Das Dozenten-Team



Volker Muhs
Fachverantwortlicher für PT
Dozent für die Prüfverfahren
UT, MT, PT und VT



Frank Schmidt
Fachverantwortlicher für MT
Dozent für die Prüfverfahren
UT, MT, PT, VT und RT



Manuel Mosa
Fachverantwortlicher für
den Bereich automatisierte
Prüfung
Dozent für die Prüfverfahren
UT, MT, ET und VT



Jürgen Zucker
Fachverantwortlicher für VT
Dozent für die Prüfverfahren
UT, MT, PT und VT



Hannes Martin
Vertreter der DGZfP beim VPI
Dozent für die Prüfverfahren
VT und ET



Steffen Bessert
Dozent für die Prüfverfahren
UT, ET, MT und PT



Waldemar Schall
Fachverantwortlicher für ET
Dozent für die Prüfverfahren
UT, ET, MT und VT



Julian Hanke
Fachverantwortlicher für UT
Dozent für die Prüfverfahren
UT, MT und VT



Donald Meißner
Verantwortlicher für den
Bereich Schienenprüfung
Dozent für die Prüfverfahren
UT, MT und VT



Sebastian Dolge
Dozent für die Prüfverfahren
UT, PT und VT



Das Sekretariats-Team



Petra Swierczinski
Schulungsorganisation



Maria Riemer
Schulungsorganisation



Marina Zucker
Hausservice und
Teilnehmendenversorgung



Antje Westphal
Schulungsorganisation



Jean Rocheleau
Hausservice und Schulungs-
vorbereitung



Claudia Mathe
Hausservice und
Teilnehmendenversorgung



Melanie Schneider
Schulungsorganisation



Peter Wiechmann
Hausservice und Schulungs-
vorbereitung

Das Leitungs-Team



Ronald Krull-Meyer
Regionalleiter
Dozent für die Prüfverfahren
UT, ET und VT



Uwe Menzel
Stellvertretender Schulleiter
Dozent für die Prüfverfahren
UT, ET, MT, PT und RT

Kontakt

DGZfP-Ausbildungszentrum Wittenberge
Schillerplatz 3
19322 Wittenberge
Tel.: +49 3877 5619-0
Fax: +49 3877 5619-19
E-Mail: bahn@dgzfp.de

Lückenlos nachvoll-
ziehbare Prüfabläufe

Einfache Erstellung
von Prüfberichten

Auftragsstatus
aller Prüfungen
auf einen Blick

Digitalisieren Sie Ihren ZfP-Workflow!

Steigern Sie Ihre Effizienz um bis zu 50 % *

* Basierend auf Kundenerfahrungen

Mit der Cloud-basierten Management-Software DRIVE NDT können Sie Ihren gesamten ZfP-Workflow für alle Prüfverfahren zentral organisieren und steuern.

- Umfassendes Auftragsmanagement
- Individuelle und automatisierte Prüfberichterstellung
- Verwaltung von Prüfpersonal inkl. Dosismanagement
- Prüfmittelüberwachung und -verwaltung
- Anlage von Prüfobjekten inkl. Prüfparameter, ROI, ...
- Zentraler Zugriff auf Prüfanweisungen und -vorschriften
- Unterstützende Systemhinweise und Erinnerungen
- Smarte Auswertbarkeit der Daten, z.B. für Statistiken
- Beschleunigung der Abrechnungsprozesse
- Benutzerzugriff jederzeit und von überall möglich

Jetzt Termin für eine kostenlose Demonstration vereinbaren!



WE GO HYBRID!

**FOUR NDT, CM AND SHM EVENTS
IN ONE WEEK IN THE MIDDLE
OF THE EUROPE**

EUROPEAN
NDT&CM2021 PRAGUE, CZECH REPUBLIC
OCTOBER 4-8, 2021

BETTER CM & NDT – WARRANTY OF QUALITY, RELIABILITY AND SAFETY

ORGANISER'S



PARTNER'S



www.endtcm21.com

TECHNICKÁ VĚSTĚŘ, ČÍSLO 4 Z ROKU 2021

Der Strahlenschutz geht online – vom Anfang bis zum 100sten Teilnehmenden

Im letzten Jahr stand auch im Strahlenschutz die Zeit plötzlich still. Sechs Wochen kein Kursbetrieb, was tut man also mit der „freien“ Zeit? Wir haben uns dafür entschieden endlich eines unserer Langzeitprojekte anzugehen: Onlineschulungen.

Die Fachkunde-Richtlinien Technik sehen für Strahlenschutzkurse nur kombinierte Veranstaltungen, sogenanntes Blended Learning vor. Mindestens 50 % eines Kurses müssen in Präsenz durchgeführt werden. Dies war auf Grund der Corona-Pandemie 2020 plötzlich nicht mehr möglich. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) hatte daher bereits im April 2020 die Landesbehörden darum gebeten, Aktualisierungskurse als 100%ige Onlineveranstaltungen vorübergehend zuzulassen. Der Weg war also frei. Aber wo anfangen?

Schnell wurde uns klar, dass wir unsere Strahlenschutzkurse nicht einfach in den virtuellen Raum verlagern können. Sie müssen an die Bedingungen des virtuellen Lernens angepasst werden. Wir haben also Fortbildungen besucht, virtuelle Klassenzimmer getestet, unsere Kollegen als Betatester engagiert – herzlichen Dank für eure Geduld – und mehrere Autorentools für Online-Selbstlernmaterialien ausprobiert.

Im Herbst 2020 wurde die Lage zunehmend angespannter. Auch die Nachfragen nach Onlineschulungen wurden wieder mehr. Im Dezember 2020 ist dann das BMU erneut in Sachen Onlineschulungen an die zuständigen Landesbehörden herangetreten. Im Januar 2021 hatten wir für alle DGZfP-Strahlenschutzkurse ein Onlinekonzept erarbeitet und dieses erneut bei den zuständigen Landesbehörden eingereicht. Auf Grundlage des neuen Schreibens war es nun möglich auch Erwerbskurse in den virtuellen Raum zu verlagern.

Anfang 2021 haben wir den ersten Online-Strahlenschutzkurs als Webinar durchgeführt. Als besonders geeignet erweisen sich hier die kurzen Strahlenschutzkurse, wie die für Aktualisierung, „Vollschutzgeräte“ und tragbare, handgehaltene Röntgenfluoreszenzanalysatoren (RFA). Heute haben wir für alle DGZfP-Strahlenschutzkurse die Anerkennung diese bis Ende des Jahres auch online anbieten zu können. Praktika müssten dabei ggf. an einem einzelnen Präsenztag nachgeholt werden.



Die DGZfP-Strahlenschützer freuen sich darauf, Sie in einem unserer Ausbildungszentren oder online begrüßen zu dürfen.



Die/der 100ste Teilnehmende unserer Online-Strahlenschutzkurse kam von der Firma BGS

BGS Beta-Gamma-Service GmbH & Co. KG

BGS wurde 1981 gegründet und gehört damit zu den Pionieren bei der Behandlung mit beschleunigten Elektronen (Betastrahlen) und Gammastrahlen. Das Unternehmen setzt ionisierende Strahlung zur Veredelung von Kunststoffen und der Sterilisation von beispielsweise Medizinprodukten ein. Mittlerweile hat sich BGS zu Deutschlands größtem Anbieter von Bestrahlungsdienstleistungen entwickelt.

Schneller als wir es erwartet hatten, konnten wir Ende April 2021 im turnusmäßig stattfindenden Aktualisierungskurs für die BGS Beta-Gamma-Service GmbH & Co. KG unseren 100sten Online-Teilnehmenden begrüßen.

Aus unserer Sicht sind Onlineschulungen, auch über die Pandemie hinaus, eine hervorragende Alternative. Wir starten also die Phase 2 und hoffen Ihnen im kommenden Jahr Strahlenschutzkurse als Blended-Learning-Schulungen anbieten zu können. Welche Kombination von Formaten – Selbstlernen, Webinar, Präsenz, etc. – sich am Ende durchsetzt, hängt natürlich von den neuen Fachkunde-Richtlinien, aber auch maßgeblich von Ihrem Feedback ab.

Umfrage

Über 90 % der Teilnehmenden fanden die Onlineschulung gut organisiert.

Mehr Onlineschulungen wünschen sich 69 % der Teilnehmenden, 31 % sind sich nicht sicher oder möchten keine weiteren Onlineschulungen.

Angaben in %	Mit den technischen Rahmenbedingungen kam ich sehr gut zurecht.
Stimme völlig zu	53
Stimme zu	37
Stimme weder zu noch nicht zu	8
Stimme nicht zu	2
Stimme überhaupt nicht zu	0

Charlotte Kaps, Karola Schulz, Andreas Steege

Anwenderpreis 2021

KI-basierte Prozessoptimierung im Stahlwerk – Multimodales, intelligentes und autoadaptives Sensorsystem zur Hardspotdetektion in Grobblechen

Sargon Youssef¹, Martin Schuppmann¹, Sergey Pushkarev¹, Philipp Stopp¹, Olaf Stawicki²

¹ Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, Saarbrücken; ² ROSEN Technology and Research Center GmbH, Lingen

Kontakt: sargon.youssef@izfp.fraunhofer.de

Kurzfassung. Der Bedarf an der zerstörungsfreien Charakterisierung der Materialeigenschaften von Grobblechen für die Pipelineindustrie ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Hintergrund sind Vorfälle, in denen es durch lokale Aufhärtungen im Grobblech zu Schäden an Pipelines beim Verrohren bzw. im Betrieb gekommen ist. Nach ISO 15156, NACE MR0175 oder DNV-OS-F101 dürfen Stähle für den Sauregasinsatz eine Härte von 250 HV10 nicht überschreiten. Ab Härtewerten von ca. 300 HV10 reduziert sich die Dehnbarkeit bei kohlenstoffhaltigen Stählen und die Anfälligkeit auf Materialfehler sowohl beim Verlegen der Rohre, als auch während des Betriebs erhöht sich. Aus wirtschaftlichen Gründen werden von den Betreibern oft höhere Stahlgüten (z. B. X60, X65, etc.) auch für Pipelines mit saurem Medium bevorzugt eingesetzt. Höhere Stahlgüten weisen eine höhere Grundhärte des Materials auf; X65 beispielsweise besitzt eine Grundhärte von ca. 220 HV10. Die Differenz zur erlaubten Maximalhärte von Sauregasanwendungen beträgt ca. 30 HV10. Aus diesem Grund suchen Grobblechhersteller und deren Kunden, entweder als Rohrlieferant oder als Endanwender nach geeigneten Möglichkeiten, diese Härteinhomogenitäten (engl. Hardspots) sicher zu detektieren, um die Qualität des gesamten Blechs bereits nach dem Walzprozess beurteilen zu können. Für diese Aufgabenstellung sind relevante Härteunterschiede von +/- 30 HV10 bei einem minimalen Durchmesser von 10 mm zu detektieren.

Einleitung

Im September 2013 musste eine Pipeline im Kaschagan-Feld am Kaspischen Meer in Kasachstan aufgrund von Gasleckagen weniger als 14 Tage nach der erstmaligen Inbetriebnahme wieder vom Netz genommen werden. Nach intensiven Untersuchungen durch drei unabhängige internationale materialwissenschaftliche Institute (Technical Welding Institute in England, Center of Materials Development in Italien und Institut Francais de la Corrosion in Frankreich) konnte die Ursache bestimmt werden; Grund für den Ausfall war spannungsrissinduziertes Materialversagen wie in Abbildung 1 dargestellt als Folge von lokalen Aufhärtungen in der Pipeline, die deren Lebensdauer im Betrieb massiv reduziert haben. [1]



Abbildung 1: Spannungsrisskorrosion [Bild: pipeline-journal.net]

Durch diesen Vorfall gelangte auch eine große Menge Erdgas in die Atmosphäre. Zwar hat die Verbrennung von Erdgas bekanntlich weniger Einfluss auf den Klimawandel als die Verbrennung von Kohle und Öl, trotzdem ist entweichendes Erdgas bei der Förderung und dem Transport laut Weltklimarat IPCC für etwa ein Viertel der durch den Menschen verursachten Klimaerwärmung verantwortlich. Neben den Umweltschäden durch die Leckage belief sich der

geschätzte wirtschaftliche Schaden durch den vollständigen Austausch der Pipeline und den Produktionsausfall für diesen einzelnen Schadensfall auf etwa 4 Milliarden US-Dollar (ca. 3,5 Milliarden €). Diese lokalen Aufhärtungen (engl. Hardspots) existieren bereits im Ausgangsmaterial der Pipeline, dem Grobblech. Neben dem beschriebenen Schadensbild im Betrieb sind weitere Fälle bekannt, in denen die Hardspots zu Rissen beim Verrohren geführt haben. Diese Risse werden zwar in der Regel vor der Auslieferung der fertigen Rohre detektiert, führen aber zu sehr hohen Ausschussmengen. Durch beide Situationen resultiert ein sehr hoher wirtschaftlicher Gesamtschaden, der durch rechtzeitige Detektion von Hardspots bereits im Ausgangsmaterial vermeidbar ist. Dies ist insbesondere deshalb relevant, da die Hardspots häufig nur sehr oberflächennah auftreten und durch einfache Vorbehandlung wie Schleifen entfernt werden können. Eine konventionelle Härteprüfung (z. B. Leeb-Härteprüfung) scheidet aufgrund der erforderlichen minimal zu detektierenden Fehlergröße (Durchmesser 10 mm) im Verhältnis zu den sehr großflächigen Blechen (12000 x 5000 mm²) und dem damit verbundenen Messaufwand aus.

Ein Lösungsweg ist der Einsatz mikromagnetischer zerstörungsfreier Sensorsysteme, die die Korrelation zwischen dem magnetischen und mechanischen Werkstoffverhalten ausnutzen. Abbildung 2 zeigt dies schematisch am Beispiel der magnetischen Hysterese für einen harten (blau) und weichen (orange) Werkstoff.

Die Herausforderung bei der beschriebenen Aufgabenstellung ist dabei, dass im Prozess auftretende Störgrößen (z. B. stark variierende Zunderschichten, magnetisierte Bereiche, hohe Variationen der Temperatur im Grobblech, etc.) entweder dazu führen, dass signifikante Hardspots nicht zuverlässig detektiert werden, womit kein sicherer Betrieb der Pipeline gewährleistet ist oder aufgrund von Falschanzeigen umfangreiche und kostenintensive Nachprüfungen im Prozess notwendig sind.

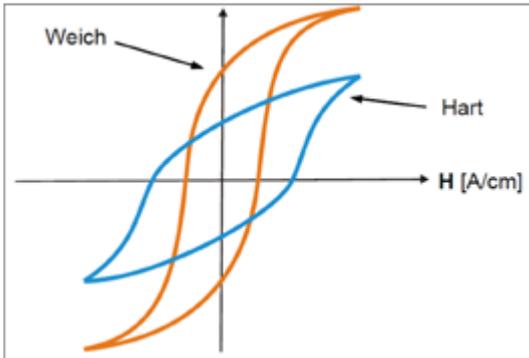


Abbildung 2: Hystereseform für einen harten (blau) und weichen (orange) Werkstoff

Der aus dieser Situation entstandene wirtschaftliche Schaden zwang die Stahlhersteller ihre Prozesskette dahingehend zu optimieren, Bleche vor der Auslieferung auf mögliche Hardspots zu untersuchen und ggf. nicht an den Endkunden auszuliefern. Zu diesem Zweck haben betroffene Stahlhersteller das Fraunhofer IZFP und weitere Mitbewerber mit der Entwicklung und Qualifizierung geeigneter Lösungen beauftragt.

Das vor diesem Hintergrund entwickelte multimodale mikromagnetische X8-Messsystem nutzt Effekte in der magnetischen Hysterese zur Vorhersage mechanischer Werkstoffeigenschaften. In Vorarbeiten wurden die Grundlagen für die X8-Technologie gelegt, in dem eine stark vereinfachte Sensortechnik vorgestellt wurde, mit der mikromagnetische Messungen mehrkanalig in hoher Messgeschwindigkeit durchgeführt werden können [2] [3]. Im Gegensatz zum lange etablierten 3MA-II-System [4] [5] wurde die Sensorik auf einen Elektromagneten mit Schaltung zur Absolutimpedanzmessung der Magnetisierungsspule (vgl. Abbildung 3) reduziert.

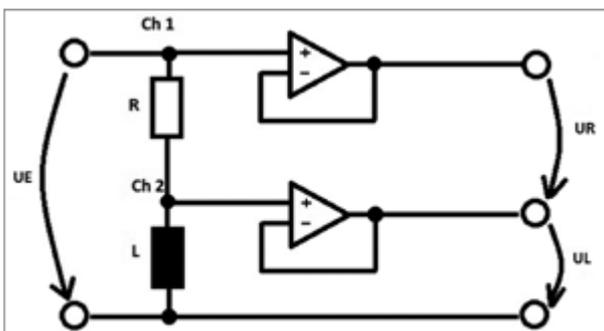


Abbildung 3: Schematische Schaltung zur Absolutimpedanzmessung

Dadurch war es möglich, robuste und mit geringem Aufwand abgleichbare Sensorarrays anzusteuern, darüber hinaus konnten drei der vier im 3MA-II-System eingesetzten Verfahren in modifizierter Form implementiert werden, um unabhängige physikalische Messeffekte mit unterschiedlicher Eindringtiefe und Sensitivität aufzulösen. Aus den Messsignalen werden 21 mikromagnetische Merkmale zur Vorhersage der mechanischen Eigenschaften extrahiert. Einzelne Merkmale sind bereits von einem Materialkennwert wie beispielsweise der Härte abhängig, sofern keine weiteren Einflussgrößen (Zunder- und Temperaturvariationen, magnetische Restfelder etc.) vorliegen. In der Praxis liegt jedoch häufig eine Überlagerung dieser Einflussgrößen vor. Durch diese Störgrößen werden die mikromagnetischen Merkmale ebenfalls beeinflusst, sodass sich beim Betrachten eines einzelnen Merkmals Mehrdeutigkeiten ergeben. Diese Mehrdeutigkeiten werden für die Problemstellung

der Hardspotdetektion durch Verknüpfung mehrerer Merkmale mit Hilfe maschineller Lernalgorithmen (Machine Learning) minimiert.

In enger Kooperation mit einem in der Pipeline-Szene renommierten deutschen Systemintegrator, der ROSEN Technology and Research Center GmbH, konnte die X8-Technologie durch umfangreiche Qualifizierungsstudien sowie inkrementeller hard- und softwareseitiger Weiterentwicklung Schritt für Schritt vom Labor in die industrielle Anwendung überführt werden. Übergeordnetes Ziel war dabei die Umsetzung der Applikation in ein automatisiertes Monitoring-System in industrieller Umgebung. Neben der Parametrierung der Technologie (Sensorauslegung, Ansteuerung etc.) stand die Untersuchung der messtechnischen Ziel- und Störgrößen im Vordergrund. Die Hauptfragestellung war dabei, ob die Technologie in einer automatisierten Anlage in der Lage ist, kleine Hardspots mit einer Aufhärtung von 30 HV 10 ab einem Durchmesser von 10 mm unter allen im industriellen Umfeld auftretenden Störeinflüssen zuverlässig zu detektieren.

Das Ziel konnte erreicht werden: Unter allen im industriellen Umfeld auftretenden Störeinflüsse konnten die geforderten Hardspots mit ausreichendem Signal-Rausch-Verhältnis detektiert und in Form kundenspezifischer mehrkanaliger Sensorwagen in die Anwendung gebracht werden. Dabei wurde der Sensorwagen sukzessive im Hinblick auf die Bedingungen im Stahlwerk weiterentwickelt.

Im Rahmen dieses Beitrags sollen die wesentlichen Meilensteine, die einen elementaren Beitrag zur Überführung der X8-Technologie in die Anwendung beigetragen haben, entlang des „Technology Readiness Level“ (TRL) aufgezeigt werden.

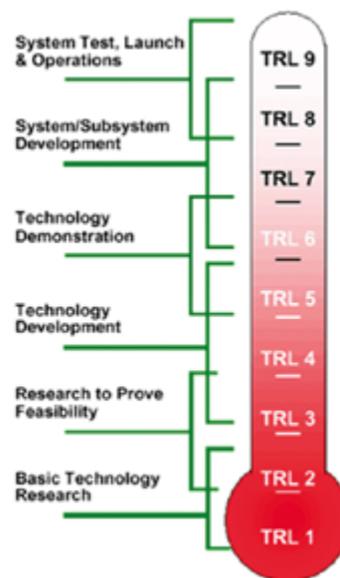


Abbildung 4: Technology Readiness Level (TRL) [Bild: wikipedia]

Der TRL kann als „Technologiereifegrad“ und somit als Maß dafür verstanden werden, wie weit eine Technologie davon entfernt ist, in die Anwendung gebracht zu werden (vgl. Abbildung 4). Während sich die TRL1 – TRL3 mit der Beobachtung und Beschreibung von Funktionsprinzipien und Anwendungen sowie einem ersten Nachweis der Funktionstüchtigkeit zusammenfassen lassen, wird die Anwendung in den TRL4 – TRL6 in Form von Versuchsaufbauten und Prototypen im Labor und in der Einsatzumgebung getestet, bis in TRL7 – TRL9 die notwendigen Maßnahmen getroffen werden um ein qualifiziertes Produkt in der Anwendung zu haben.

TRL1 – TRL3

Hintergrund der X8-Technologie ist die magnetische Hysterese und die Korrelation magnetischer und mechanischer Eigenschaften ferromagnetischer Werkstoffe. Dadurch ist es möglich, die im Grobblech auftretenden Hardspots durch magnetische Kenngrößen wie der Koerzitivfeldstärke HC des Grobblechs messtechnisch zu erfassen. Die klassische Hysterese messung ist jedoch für den Praxiseinsatz zur Detektion von Hardspots an Grobblechen nicht geeignet, da diese einerseits definierte Probengeometrien sowie eine zeitaufwendige Magnetisierung erfordert.

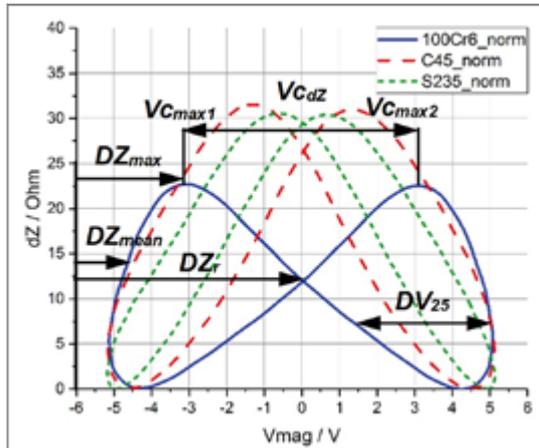


Abbildung 5: Schematische Darstellung der magnetischen Hysterese für harte und weiche Werkstoffe [You2019]

Anstelle der klassischen Hysterese messung wird über einen Elektromagneten ein mit zwei Frequenzen überlagertes magnetisches Wechselfeld in das Grobblech eingebracht, dessen Wechselwirkung ebenfalls von der Leitfähigkeit und Permeabilität des Materials abhängt. Die Parametrierung des Elektromagneten (Material, Größe, Drahtdicke, Wicklungszahl, etc.) hängt dabei von Faktoren wie der Messgeschwindigkeit und der Größe der Hardspots ab. Aus der gemessenen Spannung und dem gemessenen Strom werden über Vorverarbeitungsschritte aus drei unabhängigen Auswertemethoden (Oberwellen des Stroms, Wirbelstromimpedanz, Überlagerungspermeabilität (s. Abb. 5) für drei unterschiedlich harte Werkstoffe) 21 werkstoffspezifische Merkmale extrahiert, die mit Hilfe maschineller Lernalgorithmen das Grobblech im Hinblick auf den Härtezustand charakterisieren [6] [7].

Zur Veranschaulichung wurde ein Grobblechsegment mit drei künstlich eingebrachten Hardspots (Abbildung 6 links) unterschiedlicher Größe mäanderförmig mit einem speziell für diese Aufgabenstellung entwickelten Sensor vermessen (Abbildung 6 rechts). Abbildung 7 zeigt exemplarisch neun der 21 X8-Merkmale des vermessenen Grobblechsegments in Form eines ortsgetreuen Flächenbildes.



Abbildung 6: Grobblechsegment mit drei künstlich eingebrachten Hardspots (links), schematische Darstellung der Vermessung (rechts)

In einigen Merkmalen gibt es eindeutige Kontraste an den Positionen, wo sich die drei künstlich eingebrachten Hardspots befinden.

Bei näherer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass kein Merkmal ausschließlich mit den Hardspots korreliert ist. Vielmehr scheint die Information dieser Hardspots auf viele Merkmale verteilt zu sein. Wenn bis Blechende gemessen wird, führen beispielsweise Randeffekte dazu, dass der Rand häufig einen ähnlichen Kontrastauschlag zeigt, wie die Hardspots selbst.

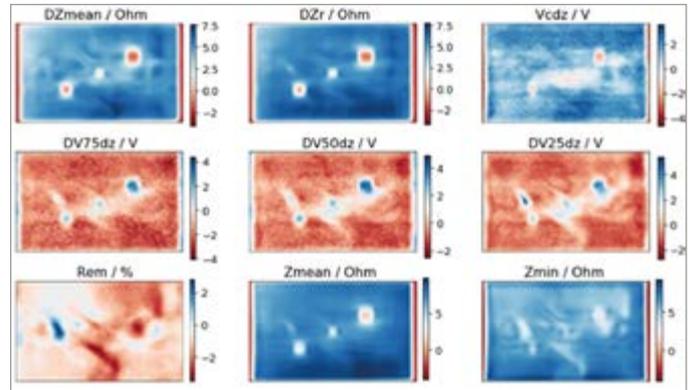


Abbildung 7: Neun X8-Merkmale eines Grobblechsegments mit drei künstlichen Hardspots

Diese Information kann durch den Einsatz überwachter und unüberwachter maschineller Lernalgorithmen reduziert und in eindeutigen Sekundärmerkmalen (vgl. Abbildung 8 links) abgebildet werden, die ausschließlich mit der Härte korreliert sind. Aus diesen werden anschließend durch den Einsatz eines Klassifikators Hardspot-Ergebnisbilder erzeugt (vgl. Abbildung 8 rechts).

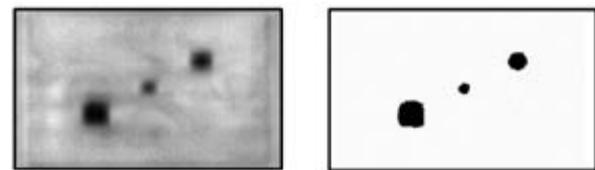


Abbildung 8: Hardspotspezifisches Sekundärmerkmal (links) und Hardspot-Ergebnisbild (rechts)

TRL4 – TRL6

Abbildung 9 zeigt exemplarisch einige Faktoren mit Einfluss auf das magnetische Verhalten der Grobbleche. Neben remanenten Magnetfeldern als Folge des Transports mit Magnetkränen beeinflussen Spannungen im Material, Variationen der Zunderschicht, sowie Variationen in der effektiven Distanz zwischen Sensor und Material aufgrund von „Welligkeiten“ im Grobblech, wie auch Variationen in der Temperatur des Grobblechs im Bereich von -20 °C bis +80 °C die Messsignale der X8-Technologie.

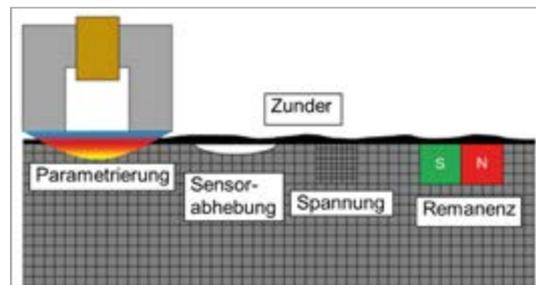


Abbildung 9: Einflussfaktoren

Hinzu kommt die Parametrierung des Systems, die auf den Fehler abgestimmt sein muss, eine ungeeignete Paramterierung kann in

einem ungünstigen Fall dazu führen, dass Hardspots nicht mehr vom Basismaterial des Grobblechs unterschieden werden können. Das übergeordnete Ziel in TRL4 – TRL6 war die Erarbeitung einer praxistauglichen Strategie, die es erlaubt auf die im Stahlwerk bekannten und möglichst auch unbekanntem Einflussfaktoren zu reagieren, um die Hardspots im Prozess zuverlässig und möglichst ohne zeitaufwendige nachzureferenzierende Falschanzeigen detektieren zu können.

Um Mehrdeutigkeiten in den Merkmalen zu reduzieren, haben Untersuchungen ergeben, dass der Einfluss der Grobblechtemperatur im spezifizierten Bereich in einigen Merkmalen einen signifikanten Einfluss auf die Messergebnisse hat als die Unterscheidung harter und weicher Bereiche (vgl. Abbildung 10 links).

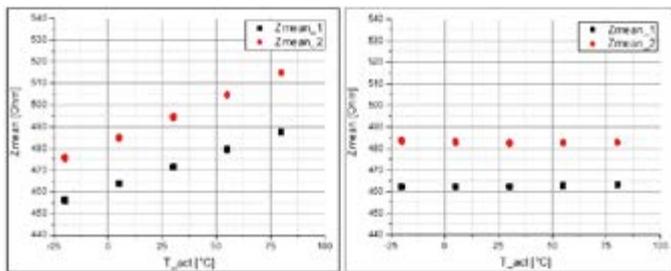


Abbildung 10: Einfluss der Blechtemperatur auf das Merkmal Z_{mean} für einen harten (rot) und weichen (schwarz) Werkstoff (links ohne, rechts mit aktiver Temperaturkompensation)

Dieser Einfluss kann jedoch durch Messung der Blechtemperatur unter Einsatz eines zusätzlichen Temperatursensors ermittelt und aus den Merkmalen eliminiert werden (vgl. Abbildung 10 rechts).

Neben der Temperatur konnte auch der Einfluss variierender Zunderschichten und remanenter Magnetfelder im Grobblech untersucht werden. Abbildung 11 zeigt links schematisch ein Grobblechsegment mit einem künstlich eingebrachtem Hardspot, überlagert mit variiert Zunderschicht und remanenten Magnetfeldern im Material. Die dabei resultierenden Mehrdeutigkeiten in den X8-Merkmalen (vgl. Abbildung 11 mittig) konnten durch den Einsatz überwachter Lernalgorithmen minimiert werden, so dass sich in den daraus abgeleiteten hardspotsensitiven Sekundärmerkmalen in Abbildung 11 rechts überwiegend der Härteeinfluss abbildet.

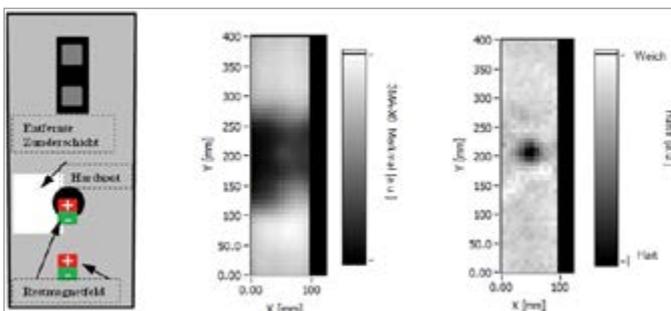


Abbildung 11: Grobblechsegment mit künstlich eingebrachtem Hardspot, variierender Zunderschicht und remanente Magnetfelder (links schematisch, mittig X8-Merkmal, rechts hardspotsensitives Sekundärmerkmal)

Bis hierhin konzentrierten sich die Untersuchungen auf verzunderete Grobbleche. Die Variationen in der Zunderschicht wurden durch Schleifen bzw. Polieren der Grobblechsegmente erzeugt. Eine kundenseitige Anforderung war in der Folge die Charakterisierung von Grobblechen mit sandgestrahlter Oberfläche. Während das in Abbildung 8 rechts ermittelte Hardspot-Ergebnisbild durch den

Einsatz überwachter maschineller Lernalgorithmen die Hardspots eindeutig klassifiziert, zeigt dieser Ansatz bei der Verwendung von Grobblechen mit sandgestrahlter Oberfläche ein für die Praxis nicht tolerables Maß an Falschanzeigen wie in Abbildung 12 links zu erkennen ist. Insbesondere im Randbereich werden Aufhärtungen (schwarz) oder Ausreißer (grau) im Sekundärmerkmal angezeigt, die laut Referenz nicht vorhanden sind.

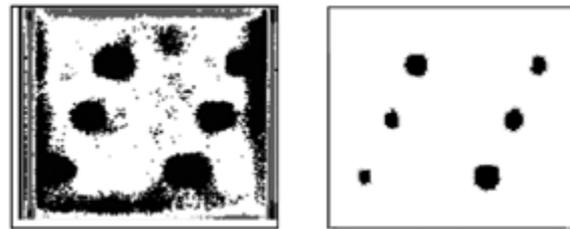


Abbildung 12: Hardspot-Ergebnisbild für ein Grobblechsegment mit sandgestrahlter Oberfläche im Vergleich für überwachte (links) und einer Kombination aus unüberwachten und überwachten maschinellen Lernalgorithmen

Bei Betrachtung der neun X8-Merkmale aus Abbildung 7 fällt auf, dass die Hardspots an Grobblechsegmenten mit sandgestrahlter Oberfläche in Abbildung 13 in geringerem Kontrast erscheinen.

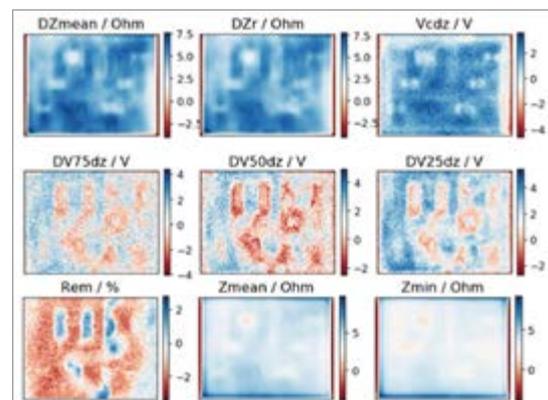


Abbildung 13: Neun X8-Merkmale eines Grobblechsegments mit drei künstlichen Hardspots

Aus diesem Grund musste die Strategie dahingehend angepasst werden, auch die Hardspots an diesen Grobblechen zuverlässig zu detektieren.

Die Lösung war der vorgeschaltete Einsatz unüberwachter maschineller Lernalgorithmen mit denen die magnetischen Fingerabdrücke der Hardspots aus den Daten ermittelt und anschließend mit Hilfe überwachter Algorithmen zur Klassifikation weiterverarbeitet wurden.

Dieser Ansatz zeigte sich auch geeignet, die erforderliche Variation der Sensorabhebung von 0 mm bis 3 mm in den Merkmalen zu kompensieren. Abbildung 14 zeigt exemplarisch das Flächenbild eines X8-Merkmal an einem Grobblechsegment mit sandgestrahlter Oberfläche. Die ohnehin schon geringen Kontraste bei niedriger Sensorabhebung (links 0 mm) bilden sich mit steigender Sensorabhebung (rechts 3 mm) immer unschärfer ab. Hinzu kommt, dass der Absolutwert der Messung sehr von der Sensorabhebung dominiert wird. Dies wird im Farbverlauf des Flächenbildes von hellrot bei geringen nach blau bei hohen Sensorabhebungen deutlich, was darauf hinweist, dass die Messsignale von der Dominanz des Einflusses der Sensorabhebung im Vergleich zum messtechnischen Einfluss der Hardspots überlagert wird.

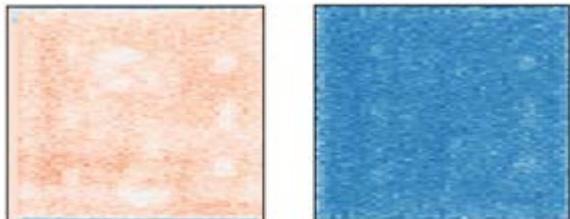


Abbildung 14: X8-Merkmal eines Grobblechsegments mit künstlich eingebrachten Hardspots und einer Variation der Sensorabhebung von 0 mm (links) bis 3 mm (rechts)

Das in Abbildung 15 dargestellte Sekundärmerkmal bildet nahezu ausschließlich die Härteinhomogenität unter Variation der Sensorabhebung von 0 mm bis 3 mm ab. Der Farbverlauf der Hardspots von rot nach weiß zeigt aber auch, dass die Signalintensität mit steigender Abhebung abnimmt.

In diesen TRL-Phasen wurden weitere Aspekte untersucht, um Antworten auf die folgenden Fragestellungen zu liefern:

- Wie muss ein Sensor gestaltet sein, um die spezifizierten Hardspots zu detektieren
- Wie muss er angesteuert werden, um trotz der hohen Variation der Sensorabhebung ausreichend Energie in das Grobblech einzuprägen, um eine Charakterisierung des Materialzustands zu ermöglichen?
- Wie lassen sich diese Erkenntnisse von einem Sensor auf ein mehrkanaliges Sensorarray übertragen?
- Wie beeinflussen fertigungsbedingte Unterschiede in den Einzelsensoren die Messempfindlichkeit gegenüber den Hardspots im gesamten Sensorarray
- Wie können sich die Einzelsensoren im Sensorarray abgleichen lassen
- Wie lässt sich die Datenaufnahme und die damit verbundene Datenmenge vorverarbeiten, um Hardspots im Grobblech mit einer Bewegungsgeschwindigkeit von 1 m/s in Echtzeit zu detektieren?
- Welches methodische Vorgehen ist im Hinblick auf die Modellerstellung und den hierfür benötigten Trainingsdaten für den Einsatz maschineller Lernalgorithmen geeignet?

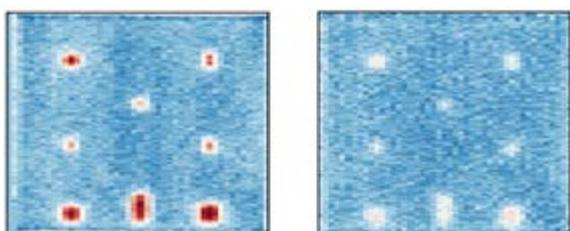


Abbildung 15: Härtespezifisches Sekundärmerkmal bei Variation der Sensorabhebung von 0 mm (links) bis 3 mm (rechts)

Die in den Qualifizierungsstudien gesammelten Erkenntnisse wurden bei der Entwicklung verschiedener Prototypen berücksichtigt. Dabei konnte mit einer Laufzeit von wenigen Wochen ein Laboraufbau in der Einsatzumgebung getestet (Abbildung 16 oben links) und in einen ersten Prototypen (Abbildung 16 oben rechts) implementiert werden.

Während der erste Sensorwagen lediglich aus acht Sensoren, einer achtkanaligen Messelektronik, einem Weggeber zur Erfassung der Ortsinformation und Geschwindigkeit in Bewegungsrichtung sowie einer rudimentären Software zur automatisierten Erkennung von Hardspots mit einem minimalen Durchmesser von 50 mm und einer Aufhärtung von etwa 100 HV 10 bestand, hatte die erste Weiterent-

wicklung (vgl. Abbildung 16 unten links) das Ziel weitaus kleinere Hardspots von nur 20 mm Durchmesser und einer zu detektierenden Aufhärtung von 30 HV 10. In der zweiten Weiterentwicklung des Sensorwagens wurde dieser mit einer Batterie für den mobilen Einsatz ausgestattet. Zusätzlich wurden Features wie beispielsweise die automatische Blechendeckennung, die aktive Temperaturkompensation und die Messberichtserstellung in die Software implementiert (vgl. Abbildung 16 unten rechts).



Abbildung 16: Achtkanaliger Sensorwagen (oben links Laboraufbau in Einsatzumgebung, oben rechts erster Prototyp, unten links erste Weiterentwicklung, unten rechts zweite Weiterentwicklung)

Da die Ansteuerung (z. B. Magnetisierungsfrequenz- und -amplitude) einen entscheidenden Einfluss auf die Messempfindlichkeit des X8-Systems hat, wurde vor dem Hintergrund wechselnder Stahlsorten im Stahlwerk ein autoadaptiver Ansatz entwickelt, der es automatisiert ermöglicht die optimale Sensoransteuerung für die entsprechende Stahlsorte zu bestimmen und dadurch den Messeffekt zwischen Aufhärtung und Basismaterial zu maximieren. Über eine vorgeschaltete Erkennung der Stahlsorte kann die Ansteuerung dadurch in den Prozess integriert werden.

TRL7 – TRL9

In dieser Phase konnten die bisherigen Erkenntnisse genutzt werden, um das X8-System in ein Produkt zu überführen, zu erproben und zu qualifizieren.

Abbildung 17 zeigt das in die Anwendung gebrachte 32-kanalige X8-System mit dem Produktnamen „PLAMAT-MM-32M“ mit Features wie:

- 32 Sensoren mit einer Hardspotauflösung von ca. 10 mm
- Kardanische Sensoraufhängung
- Messgeschwindigkeit 1 m/s
- Automatisierter Sensorabgleich
- Blechtemperaturkompensation
- Liftoffkompensation
- Automatische Blechendeckennung

- Bediengerechtes Softwaredesign
- Reportbuilder



Abbildung 17: PLAMAT-MM-32M

Für dieses Produkt wurde die gesamte Mechanik sowie die Software und Elektronik für den Einsatz im Stahlwerk ausgelegt.

Die Software gliedert sich in ein Inspektions- und ein Reportfenster. Im Inspektionsfenster (vgl. Abbildung 18) erfolgt die Bedienung, die Messdatenaufnahme, die Bewertung inkl. Hardspotanzeige und die Aktualisierung der eingesetzten Modelle durch Erweiterung der Trainingsdatenbasis.

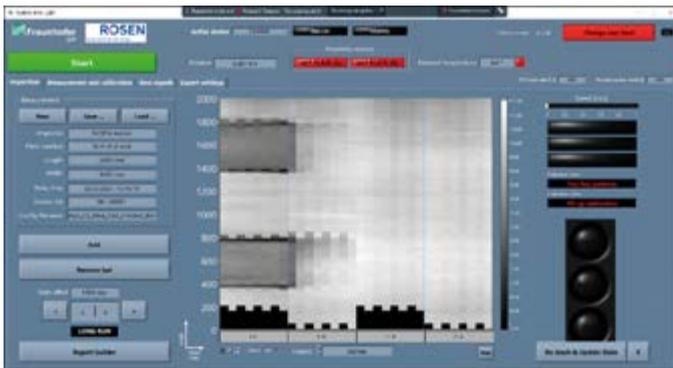


Abbildung 18: Inspektionsfenster

Im Reportfenster (vgl. Abbildung 19) können automatisiert Messberichte erzeugt werden, darüber hinaus können die Messungen detailliert begutachtet und auf Plausibilität geprüft werden.

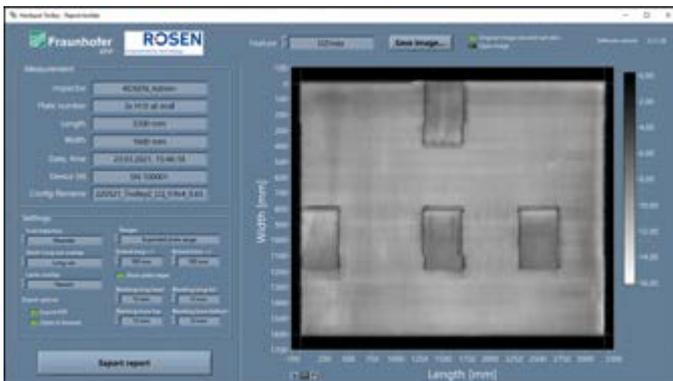


Abbildung 19: Reportfenster

Abbildung 20 zeigt das hierfür entwickelte Sensorgehäuse sowie die Sensorelektronik. Diese Module sowie die im PLAMAT-MM-32M eingesetzte softwareseitig implimentierte Methodik zur Hardspotdetektion sind auch für die derzeit in der Entwicklung befindliche automatisierte Prüfanlage vorgesehen.



Abbildung 20: Sensorgehäuse (links) und Sensorelektronik (rechts)

Diese mit mehreren hundert Sensoren ausgestattete Prüfanlage (vgl. schematische Darstellung in Abbildung 21) soll prozessintegriert online nicht nur Informationen über den Härtezustand des Grobbleches liefern sondern vielmehr als Monitoringsystem den gesamten Prozess rund um die Grobblechproduktion überwachen und sogar Aussagen über die mögliche Fehlerquelle in der Prozesskette liefern, die zur Bildung der detektierten Hardspots geführt hat, da die bekannten thermomechanischen und kohlenstoffinduzierten Hardspots unterschiedliche magnetische Signaturen aufweisen und sich dadurch auf die Ursache (z. B. fehlerhafte Abkühlung) schließen lässt. Darüber hinaus können aus der verfügbaren Sensorinformation Prozessparameter wie Sensorabhebung, Sensorverschleiß, Blechtemperatur und viele weitere mitprotokolliert werden, um diese beispielsweise im Hinblick auf Plausibilität oder Validität zu bewerten.



Abbildung 21: Schematische Darstellung der geplanten automatisierten Prüfanlage

Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Beitrags wurde der Weg der X8-Technologie von einer Laboranwendung bis in die Anwendung entlang des „Technology Readiness Level“ (TRL) aufgezeigt.

In TRL1 – TRL3 wurden die Grundlagen der X8-Technologie beschrieben und wie diese messtechnisch genutzt werden konnten, um die Funktionstüchtigkeit dieser Technologie zur Detektion von lokalen Aufhärtungen (engl. Hardspots) in Grobblechen aufzuzeigen. Dabei lag ein Fokus auf der hard- und softwareseitigen Methodenentwicklung, dem Aufbau eines ersten Demonstrators sowie der Parametrierung des Systems.

In TRL4 – TRL6 wurde ein Sensorwagen aufgebaut und inkrementell weiterentwickelt (Akku, Temperaturkompensation, etc.), der in unterschiedlichen Varianten in der Einsatzumgebung erprobt wurde. Dabei lag ein Schwerpunkt auf der Fragestellung, welche Auswirkung die Einflussfaktoren auf die Messsignale haben und wie diese bei der Signalauswertung berücksichtigt werden können. Einflussfaktoren wie die Temperatur des Grobblechs konnten aktiv kom-

pensiert werden, indem die Temperatur des Grobblechs gemessen und der Einfluss auf die Merkmale durch eine Signalvorverarbeitung im Bereich von -20 °C bis +80 °C eliminiert werden konnte. Da die Zunderschicht auch ferromagnetische Anteile enthalten kann, wirkt sich dies ähnlich wie auch remanente Magnetfelder als Folge des Grobblechtransports mit Magnetkränen auf die Messsignale aus. Die resultierenden Mehrdeutigkeiten konnten durch den Einsatz maschineller Lernalgorithmen minimiert werden. In Qualifizierungsstudien an verzünderten und polierten Grobblechen konnte gezeigt werden, dass die Hardspots durch die X8-Merkmale in Kombination mit überwachten maschinellen Lernalgorithmen zuverlässig detektiert werden konnten. Hardspots in Grobblechen mit sandgestrahlter Oberfläche konnten auf diese Art und Weise jedoch nicht zuverlässig detektiert werden. Durch die Oberflächenbehandlung bilden sich die Hardspots vermutlich aufgrund der dadurch eingebrachten Druckspannungen im Material, die ebenfalls Einfluss auf das magnetische Verhalten haben, deutlich geringer in den X8-Merkmalen ab. Diese Problematik wird durch den Einfluss der variierenden Sensorabhebung deutlich verstärkt. Variierende Sensorabhebung durch Welligkeiten im Grobblech werden zwar durch eine kardanische Sensoraufhängung reduziert, Schwankungen von bis zu drei Millimetern sind jedoch möglich. Durch den vorgeschalteten Einsatz unüberwachter maschineller Lernalgorithmen konnte der magnetische Fingerabdruck der Hardspots unabhängig von der Oberflächenbehandlung und Sensorabhebung aus den Merkmalen extrahiert werden, um die Hardspots anschließend durch den Einsatz überwachter Algorithmen zu detektieren.

In TRL7 wurde ein Produkt, das „PLAMAT-MM-32M“ entwickelt, das speziell auf den Einsatz im Stahlwerk abgestimmt ist. Die Kompensationsansätze aus TRL4 – TRL6 konnten hard- und softwareseitig implementiert werden, um die Hardspots unabhängig von den im Stahlwerk vorherrschenden Einflussfaktoren detektieren zu können. Die hardwareseitige Herausforderung bestand in der Finalisierung und Modularisierung des Sensors und der verwendeten Elektronikmodule, um diese künftig auch für die aktuell in der Planung befindlichen automatisierten Prüfanlage verwenden zu können. Die softwareseitige Herausforderung bestand darin, wie Algorithmen des maschinellen Lernens bediengerecht integriert werden können, um ohne tiefe Vorkenntnisse der Informatik und Mathematik von den Stärken dieser Algorithmen beispielsweise beim Sensorabgleich oder der Hardspotdetektion zu profitieren.

Die Technologie wird aktuell in TRL8 an der Schwelle zu TRL9 in der Einsatzumgebung qualifiziert. Mit dem PLAMAT-MM-32M wurde damit ein Produkt in die Anwendung gebracht, das nach bisherigem Stand Hardspots unter allen im Stahlwerk vorherrschenden Einflussfaktoren zuverlässig detektiert.

Ausblick

Das mittel- bis langfristige Ziel ist einerseits die statistische Absicherung der Hardspots in der Prozesskette, andererseits soll diese Technologie einen wesentlichen Beitrag zur Prozessoptimierung anhand der Informationen, die diese Technologie über die Detektion der Hardspots hinaus bereitstellt, liefern.

Da hardspotinduzierte Vorfälle bisher nur sehr selten aufgetreten sind, existieren derzeit keine statistisch abgesicherten Erfahrungswerte, ab welcher Form und Größe der Hardspots Risse beim Verrohren oder Leckagen im Betrieb entstehen. Bei den bekannten Vorfällen wiesen die vermessenen Hardspots Aufhärtungen von über 100 HV 10 mit einem Durchmesser von 100 mm bis 200 mm auf.

Durch das massive Schadenspotential ausgehend von Pipelines mit Hardspots sind laut aktuellem Kenntnisstand in der DIN-Norm „Zerstörungsfreie Prüfung – Prüfung von Hardspots an Blechen“ (DIN 4863:2018) bereits Aufhärtungen von 50 HV 10 ab einem Durchmesser von 25 mm registrierpflichtig [8].

Danksagung

Danken möchten die Autoren den Kollegen Kevin Schmitz, Ralf Tschuncky, Cyril Zimmer, Guiseppe Di Gregorio, Hendrick Theado, Werner Bähr, Amir Youssef, Meisam Amiri, Patrick Zenner, Horst Ballmann, Andreas Knam, Daniel Molenda und Sebastian Hühn für die vielen Anregungen und Diskussionen.

Ein besonderer Dank geht an Sven Lutter und Gerald Schneibel, die mit ihrer Erfahrung und Expertise maßgeblichen Anteil daran haben, diese Technologie als Produkt in die Anwendung bringen zu können und Klaus Szielasko, der im Rahmen seiner Dissertation [2] und dem BMBF-geförderten Forschungsvorhaben MAGNUS [3] die elementaren Grundsteine für die X8-Technologie gelegt hat und auch im weiteren Verlauf stets mit Rat und Tat zur Seite stand.

Referenzen

- [1] *Kashagan not getting back on line in 2014 – Offshore Energy (offshore-energy.biz)* (Stand 17.05.2021)
- [2] K. Szielasko, „Entwicklung messtechnischer Module zur mehrparametrischen elektromagnetischen Werkstoffcharakterisierung und -prüfung: Dissertation“. Dissertation, Saarbrücken, Universität, Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät, Dissertation, 2009.
- [3] K. Szielasko et al., „High-Speed-3MA zur mikromagnetischen Werkstoffcharakterisierung in schnellen Produktionsprozessen“ in DGZfP-Jahrestagung 2014. ZfP in Forschung, Entwicklung und Anwendung (2014), Berlin, 2014, MO.3.A.4, 9 Seiten
- [4] I. Altpeter, R. Becker, G. Dobmann, R. Kern, W. Theiner und A. Yashan, „Robust solutions of inverse problems in electromagnetic non-destructive evaluation“, *Inverse Problems*, Jg. 18, Nr. 6, S. 1907–1921, 2002, doi: 10.1088/0266-5611/18/6/328.
- [5] K. Szielasko, B. Wolter, R. Tschuncky und S. Youssef, „Micromagnetic materials characterization using machine learning“, 2019, doi: 10.1515/TEME-2019-0099.
- [6] S. Youssef, C. Zimmer, K. Szielasko und A. Schütze, „Bewertung subjektiver und automatisierter Merkmalsextraktion periodischer Zeitsignale am Beispiel des 3MA-X8-Verfahrens“, *tm – Technisches Messen*, Jg. 86, Nr. 5, S. 267–277, 2019, doi: 10.1515/teme-2018-0074
- [7] S. Youssef, M. Amiri, A. Youssef, S. Pushkarev, D. Molenda und H. Bachmann, „Mikromagnetische Detektion von Hardspots an Grobblechen“ in DGZfP-Jahrestagung 2018 – Zerstörungsfreie Materialprüfung, 2018, Di.2.B.2.
- [8] DIN 1324-2:1988-05, *Elektromagnetisches Feld; Materialgrößen*, Berlin.



Sargon Youssef ist seit 2012 als wissenschaftlicher Mitarbeiter und seit 2019 als Gruppenleiter der Methodenentwicklung in der Abteilung Materialcharakterisierung am Fraunhofer IZFP tätig. Seine Schwerpunkte liegen in der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die industrielle Anwendung.

Überwachung der Klebstoffaushärtung mittels Terahertz

Carina Scheller, Julius-Maximilians-Universität, Würzburg, Kontakt: carina_scheller@web.de

Betreuung durch das Kunststoffzentrum SKZ, Würzburg

Kurzfassung. In der vorliegenden Arbeit wurde das Potenzial der Terahertz-Zeitbereichsspektroskopie (THz-TDS) zur Aushärteüberwachung von Klebstoffen untersucht. Die erzielten Ergebnisse stellen die Grundlage für ein Forschungsprojekt am Kunststoffzentrum SKZ dar. Interessant ist dieses Verfahren aufgrund seiner positiven Eigenschaften, wie z.B. der Möglichkeit zerstörungsfrei zu prüfen, keiner Notwendigkeit von Schutzeinhausungen aufgrund einer energiearmen Strahlung, sowie des relativ robusten Messaufbaus. Eine Ermittlung der Funktionsfestigkeit von Klebeverbindungen mit THz-TDS ist sehr attraktiv, da dadurch Zeit eingespart werden kann, was zu einer effizienteren Bauteilproduktion führt.

Um die Potenziale dieses Verfahrens zu untersuchen, wurden drei Reaktionsklebstoffe betrachtet. Dabei wurde der Klebstoff *technicoll® 9409-1* auf Methacrylatbasis, der Klebstoff *Scotch Weld™ DP 460* auf Epoxidharzbasis, sowie der Polyurethanklebstoff *COSMO PU 200.280* in der ursprünglichen Bachelorarbeit getestet. In diesem Artikel wird jedoch nur der Klebstoff *technicoll® 9409-1* betrachtet.

Es wurden THz-Messungen in Transmissionsanordnung durchgeführt und dabei die zeitliche Änderung, sowie die dazugehörige Dämpfung der THz-Pulse gemessen. Aus dieser Messung wurde mithilfe einer Fast Fourier Transformation (FFT) das Amplitudenspektrum untersucht. Darüber hinaus konnten der effektive Brechungsindex und der effektive Absorptionskoeffizient der Probensysteme berechnet werden.

Die THz-Pulse der Transmissionsmessung weisen für alle Klebstoffproben über die Aushärtezeit vielversprechende Ergebnisse auf. So könnte die Zunahme der Pulsamplitude, respektive der effektive Absorptionskoeffizient, zukünftig genutzt werden, um Aussagen über die Klebstoffaushärtung treffen zu können.

1 Einleitung

1.1 Klebstoffe

Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten für Klebstoffe sind seit langem bekannt. So finden sie beispielsweise als Heimwerker-, Bau- oder Automobilklebstoff Anwendung. Ihre Vorteile bestehen darin, nicht nur gleiche, sondern auch verschiedene Materialien zu fügen. Darüber hinaus kann auch eine negative Auswirkung auf die Stoffe durch hohe Temperaturen mittels einer geeigneten Klebstoffwahl vermieden werden. Besonders attraktiv ist diese Füge-technik durch das niedrige Gewicht der Klebung. Dahingegen ist die gründliche Reinigung der Fügeflächen, die präzise Dosierung und die lange Aushärtezeit ein Nachteil.

Da der Leichtbau, wie zum Beispiel in der Automobilbranche, immer wichtiger wird und dies mit einer Zunahme der Verwendung von Verbundwerkstoffen einhergeht, stellen sich Klebstoffe zum Fügen dieser Werkstücke als vielversprechend heraus. Die Anpassung der gewünschten Eigenschaften der Verbindung kann durch eine geeignete Wahl des Adhäsivs erfolgen [1].

Zum einen gibt es physikalisch abbindende Systeme, die sich durch physikalische Prozesse verfestigen. Zum anderen existieren chemisch abbindende Adhäsive, die auch Reaktionsklebstoffe genannt werden. Diese führen aufgrund einer chemischen Reaktion und der damit verbundenen Ausbildung von Bindungen zum Aushärten des Klebstoffes. Bei den untersuchten Klebstoffen handelt es sich um kalthärtende Reaktionsklebstoffe, die als Zweikomponentensystem vorliegen [2, 3].

In diesem Artikel wird im Folgenden nur der Klebstoff *technicoll® 9409-1* betrachtet. Dieser Klebstoff auf Methylmethacrylat (MMA) Basis überzeugt durch kurze Aushärtezeiten, hohe Festigkeitswerte und einfache Handhabung, wie es für methacrylatbasierte Klebstoffe typisch ist [4].

Die Reaktivität der vorliegenden Monomere liegt in der reaktiven Vinylgruppe begründet. Diese Doppelbindung kann unter geeigne-

ter Initiierung leicht über eine Polymerisationsreaktion vernetzen. Diese chemische Reaktion sorgt für die irreversible Ausbildung eines dreidimensionalen Netzwerkes, welche zur Aushärtung der Klebstoffe führt [3, 5].

Um die relevanten und charakteristischen Zeiten während des Aushärtevorgangs beschreiben zu können, gibt es bestimmte Kennwerte für dessen zeitlichen Verlauf. Dazu wird häufig die Festigkeit, meist die Scherfestigkeit, im Verlaufe des Abbindens betrachtet. Die erste charakteristische Zeit ist die Topfzeit. Darunter wird bei Zweikomponentensystemen die Zeitspanne zwischen Mischen der Komponenten und dem Ende der sinnvollen Verwendung des Klebstoffes verstanden. Als nächsten zeitlichen Bereich ist die Anhärtezeit zu nennen. Dabei ist die Festigkeit bereits so hoch, dass die Füge-teile bereits ohne besondere Krafteinwirkungen weiterbearbeitet werden können. Darüber hinaus existiert die Aushärtezeit. Darunter wird die Zeit bis zur Funktionsfestigkeit verstanden. Die geklebten Teile können jetzt eingebaut und wie vorhergesehen belastet werden. Die maximale Festigkeit wird auch Endfestigkeit genannt und wird nach der Endhärtungszeit erzielt [2, 6].

Um die Klebstoffaushärtung zu überwachen, gibt es bereits einige Messmethoden wie z.B. die Dynamisch-mechanische Analyse (DMA), die Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC), die Infrarot(IR)-Spektroskopie, den Ultraschall oder die rheometrische Messung. Dabei handelt es sich bei den meisten eben genannten Messmethoden um zerstörende Techniken, was bei der Untersuchung von Klebungen während ihres Abbindens nicht wünschenswert ist. Eine der etablierten Methoden ist die rheometrische Messung, die im Zuge dieser Arbeit zur Verifikation der THz-Messergebnisse dienen soll [2, 7].

1.2 Terahertz-Technologie

Eine weitere denkbare Messmethode zur Aushärteüberwachung von Adhäsiven kann die zeitaufgelöste THz-TDS darstellen. Unter

THz wird der Frequenzbereich von 0,1 – 10 THz verstanden. Dieser liegt zwischen den Mikrowellen und der Infrarotstrahlung [8].

Die THz-Strahlung zeichnet sich durch mehrere positive Eigenschaften aus. Durch die geringe Energie der THz-Strahlung, welche nicht ionisierend wirkt, müssen folglich keine besonderen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, im Gegensatz zur Röntgen-Technologie. Des Weiteren sind einige für andere Strahlungsarten nicht durchlässige Materialien, wie z.B. opake Kunststoffverpackungen, für die THz-Strahlung transparent. Sie eignet sich aber auch zur Analyse von Kunststoffen, Halbleitern, Gläsern oder Keramiken [8, 9, 10].

Mithilfe der THz-TDS können dabei die dielektrischen Eigenschaften bei diesen Frequenzen ermittelt werden [11]. Darüber hinaus kann diese Technologie bei Raumtemperatur verwendet werden und besitzt dabei eine hohe Empfindlichkeit [12]. Zudem ist die Messmethode berührungslos, zeigt eine hohe Absorption durch Wassermoleküle und eine starke Reflexion an leitenden Materialien. Die Anwendungsmöglichkeiten für diese Technologie sind sehr vielfältig. So kann sie beispielsweise zur Detektion gefährlicher Substanzen durch charakteristische Peaks im Frequenzspektrum, zur Prozesskontrolle oder zur zerstörungsfreien Prüfung genutzt werden [9, 12, 13].

Zur Untersuchung der Interaktion der THz-Strahlung mit den Klebstoffen wird die THz-TDS herangezogen. Um THz-Strahlung zu erzeugen wird ein modengekoppelter Femtosekunden-Laser verwendet. Mit ihm können periodische Laserpulse mit kurzer Dauer generiert werden. Die Wellenlänge des Lasers beträgt circa 1550 nm [8, 12].

Der Laserstrahl wird mithilfe eines Strahlteilers in zwei Teilpulse aufgeteilt. Diese werden durch Glasfasern geführt, weshalb keine Schutzeinhausung notwendig und ein sehr flexibler Messaufbau möglich ist. Der eine Teil des Laserstrahls wird genutzt, um am Emitter einen THz-Puls zu generieren. Diese erzeugte elektromagnetische Strahlung propagiert durch den Probenraum und wird vom Detektor gemessen. Damit dies möglich ist, wird der zweite Teil des Laserstrahls benötigt. Durch eine Verzögerungsstrecke, welche durch einen linear bewegbaren Spiegel generiert wird, trifft der Laserstrahl zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf den Detektor. Dadurch wird eine zeitliche Abrasterung möglich [8, 10, 13].

Bei der THz-TDS als Transmissionsaufbau werden sowohl die Probe, als auch der leere Probenraum als Referenz gemessen. Dadurch ist eine Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften der Probe möglich. Bei der Wechselwirkung der THz-Strahlung mit einer Probe treten verschiedene physikalische Effekte auf. Zum einen kommt es an Grenzflächen zu Reflexions- und Transmissionseffekten, zum anderen wechselwirkt die THz-Strahlung mit der Probe durch Absorption, Streuung, Brechung und Beugung [14, 15].

Der THz-Puls der Referenz, sowie der Probe wird bei der Messung ermittelt. Die Lage des Hauptmaximums korreliert dabei mit dem Brechungsindex und der Probendicke, die Amplitude dagegen mit den auftretenden Dämpfungseffekten [14, 16]. Mithilfe einer FFT kann das THz-Signal von der Zeitdomäne in den Frequenzbereich überführt werden, wobei sich das Phasen- und das Amplitudenspektrum ergeben. Mit den Werten für die Amplitude und der Phase können der Brechungsindex und der Absorptionskoeffizient der Probe in Abhängigkeit von der Frequenz bestimmt werden [8, 14].

Die im Zuge dieser Arbeit erstellten Messdaten wurden mit der kommerziell erhältlichen Software TeraLyzer der Fa. Menlo Systems

GmbH ausgewertet. Diese ermöglicht zum einen die Bestimmung der Probendicke und zum anderen auch die Ermittlung der optischen Eigenschaften, wie des Brechungsindex, sowie des Absorptionskoeffizienten [12, 17].

Die Betrachtung des effektiven Brechungsindex und des effektiven Absorptionskoeffizienten zur Klebstoffaushärtungsüberwachung ist ausreichend, da sie genügend mit dem Aushärtvorgang korrelieren. Das heißt, dass in dieser Arbeit der Klebstoff und das gefügte Substrat als ein Probekörpersystem betrachtet werden. Für die hier verwendeten Proben bedeutet dies, dass die Messdaten der Glasplatten nicht von den der Klebstoffproben selbst abgezogen wurden [18].

Wie zuvor beschrieben handelt es sich bei den untersuchten Klebstoffen um Polymere. Deshalb ist deren Wechselwirkung mit dem THz-Puls die Ursache für auftretende Peaks im Frequenzspektrum des Brechungsindex und des Absorptionskoeffizientens. Bei kleinen Molekülen, wie zum Beispiel Salzsäure (HCl), liegen die Rotationsübergänge meist im THz-Bereich. Dahingegen tritt für größere und komplexere Moleküle bei Wechselwirkung mit THz-Wellen eine Mischung aus Schwingungs- und Rotationsbewegungen in diesem Frequenzbereich auf. Die Schwingungsmoden sind dementsprechend komplex, da die Moleküle aus einer Vielzahl an Atomen bestehen [12, 13, 14].

2 Ziel der Arbeit

Im Zuge dieser Arbeit soll die THz-TDS als mögliche Messmethode zur Überwachung der Klebstoffaushärtung untersucht werden. Dabei sollen das Potenzial und mögliche Schwierigkeiten der THz-TDS in diesem Anwendungsgebiet ermittelt werden, um darauf aufbauend gegebenenfalls weitere Forschung zu betreiben. Dieses Thema ist von großem Interesse, da durch eine effiziente Bauteilklebung Zeit eingespart werden kann, was neben einer Effizienzsteigerung auch zu einer Material- und Kostenreduktion führt.

3 Experimenteller Teil

Um die Proben herzustellen, wurden die Klebstoffe nach Herstellerangaben vorbereitet. Im Anschluss daran wurde der Klebstoff auf ein circa 200 µm dickes Borosilikatglas aufgebracht. Die dabei verwendeten Deckgläser der Firma Gerhard Menzel B.V. & Co. KG hatten eine Breite von 48 mm und eine Länge von 64 mm. An den Seiten wurden zwei PMMA Stücke mit einer Dicke von 2 mm als Abstandhalter verwendet, damit eine annähernd homogene Klebeschicht erzielt werden konnte. Danach wurde ein zweites Borosilikatglas aufgebracht. Des Weiteren wurden auch die einzelnen Glasplatten, sowie beide Glasplatten mit Abstandhaltern mit dem THz-TDS vermessen, um diese mit den Messungen vergleichen zu können.

Die THz-TDS Transmissionsmessungen wurden mit dem TERA K15 Time-Domain THz-Spektrometer von Menlo Systems GmbH durchgeführt. Dabei wurden Sender und Empfänger im 180 ° Winkel zueinander positioniert, um eine Transmissionsmessung umzusetzen. Die fotoleitenden Antennen wurden dabei vertikal zum Messtisch aufgebaut, sodass nach dem Einbringen der geklebten Proben in den Strahlengang die gefügten Platten parallel zum Messtisch ausgerichtet waren, damit der Klebstoff nicht nach unten wegfließen konnte. Der Detektor, wie in Abbildung 1 zu erkennen ist, befand sich unten und der dazugehörige Emitter oben. In der Mitte des Strahlengangs wurden die Proben positioniert. Um einen Anhaltspunkt für die Einflussfaktoren Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit

keit zu erhalten, wurde ein entsprechendes Messgerät, ein humidity meter vom Model HAT-315, etwa auf der Höhe der Probe positioniert. Die gesamte Apparatur befand sich in einem Kunststoffgehäuse, um die Umgebungsparameter relativ konstant zu halten.



Abbildung 1: Transmissionsaufbau des verwendeten TERA K15 THz-TDS Systems mit Klebstoffprobe im Strahlengang.

Es wurde eine Intervallmessung für die jeweiligen Klebstoffe durchgeführt. Dabei wurde jeweils eine Messung in einem THz-Zeitbereich von -250 ps bis -100 ps, was einem Messbereich von 22 mm entspricht, bei einer Integrationszeit von 10 s aufgenommen. Mithilfe der Festlegung von Intervallen wurden die Messungen automatisch in bestimmten Zeitabständen aufgenommen. Für die dazugehörigen Referenzmessungen wurden die gleichen Parameter gewählt.

4 Technicoll® 9409-1

Für die Darstellung der THz-Pulse im Zeitbereich wurden die Herstellerangaben für charakteristische Zeiten während des Aushärtvorgangs herangezogen und die Messergebnisse zu diesen Zeitpunkten untersucht. Für den Klebstoff technicoll® 9409-1 handelt es sich dabei um die Topfzeit bei 20 °C nach 15 min, der Anfangsfestigkeit nach 40 min und der Endfestigkeit nach 8 h [4]. In Abbildung 2 ist jeweils der transmittierte THz-Puls bei Verwendung unterschiedlicher Objekte im Strahlengang zu verschiedenen Zeiten zu sehen. Die Referenzmessung ohne Probe im Strahlengang weist die größte Amplitude auf, da diese keine Dämpfungen im Strahlengang erfährt. Die weiteren Amplitudenabnahmen und Zeitdifferenzen im Vergleich zur Referenzmessung sind in Tabelle 1 aufgelistet. Die Größen sind für die einzelnen Glasplatten identisch, da sie mit (214 ± 2) μm auch die gleiche Dicke besitzen. Durch die Erhöhung der Anzahl der transmittierten Schichten und damit der größeren durchquerten Weglänge des THz-Puls, ist bei der Messung beider Glasplatten mit Abstandshaltern eine größere Dämpfung und eine größere Verzögerung des THz-Signals zu bemerken. Bei der Messung der Klebstoffprobe ist eine weitere Zunahme dieser Werte zu erkennen. Die zeitliche Verzögerung ist größer, da der Klebstoff ein optisch dichteres Medium als Luft darstellt. Zudem liegt aufgrund der Materialeigenschaften der Klebstoffprobe eine größere Dämpfung vor. Diese beruhen auf höheren Absorptions-, Reflexions- und Streuverlusten. Über die Aushärtezeit nehmen die Dämpfungseffekte und die Verschiebung wieder ab, da sich das Material und damit auch dessen optische Eigenschaften beim Abbinden verändern.

Tabelle 1: Übersicht der Amplitudenabnahme und der Zeitdifferenz der in Abbildung 2 dargestellten THz-Pulse der Klebstoffprobe technicoll® 9404-1.

Messung	Amplitudenabnahme (%)	Zeitdifferenz (ps)
Glasplatte 1	42 ± 1	$1,0 \pm 0,1$
Glasplatte 2	42 ± 1	$1,0 \pm 0,1$
Glasplatte 1 + 2	65 ± 1	$2,0 \pm 0,1$
Klebstoffprobe nach 2 min 38 s	86 ± 1	$5,6 \pm 0,1$
Klebstoffprobe nach 15 min	84 ± 1	$5,6 \pm 0,1$
Klebstoffprobe nach 40 min	70 ± 1	$5,3 \pm 0,1$
Klebstoffprobe nach 7 h 47 min	67 ± 1	$5,2 \pm 0,1$

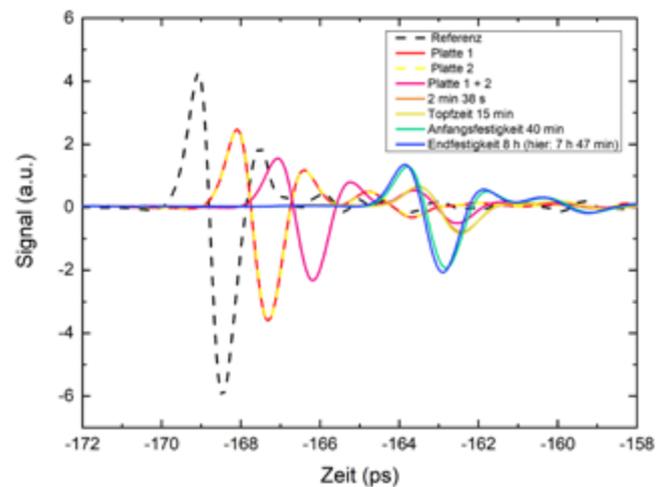


Abbildung 2: Darstellung der THz-Pulse im Zeitbereich zu charakteristischen Zeiten bei der Messung des Klebstoffes technicoll® 9409-1.

Um die Veränderung der THz-Pulse der Klebstoffprobe übersichtlich darzustellen, ist in Abbildung 3a) die zeitliche Änderung der Amplitude der Peakmaxima dargestellt. Die Werte der Amplitude nehmen über die Aushärtedauer zu. Zu Beginn, in der Nähe der Topfzeit, liegt eine geringere Steigung der Kurve vor. Im Bereich um die Anfangsfestigkeit ist die Steigung der Kurve am größten. Im Anschluss daran flacht die Kurve ab und ändert sich nur noch unwesentlich bis zur Endfestigkeit. Ab etwa 1 h 30 min ist keine signifikante Zunahme der Amplitude mehr zu erkennen. Der Klebstoff verändert seine Materialeigenschaften im Laufe der Aushärtung, was mit einer Variation des Dämpfungsverhalten einhergeht. Die Änderung des Peakmaximums ist gut zu erkennen, was bedeutet, dass der Absorptionskoeffizient im Laufe der Aushärtezeit eine signifikante Änderung durchläuft.

Bereits aus der Betrachtung der THz-Pulse der Klebstoffprobe technicoll® 9409-1 zu verschiedenen Zeiten wird eine Veränderung über die Aushärtung deutlich. Bei der Darstellung des Peakmaximums gegen die Zeit wird eine gute Übereinstimmung der Amplitudenzunahme mit den Herstellerangaben zur Aushärtung ersichtlich. So fand bis zur Topfzeit nur ein geringfügiger Anstieg der Amplitude statt. Bis dahin kann der Klebstoff verwendet werden. Dies bedeutet, dass sich in diesem Zeitbereich die Eigenschaften des Klebstoffes noch nicht stark ändern, was mit der nur schwachen Änderung der Pulsamplitude übereinstimmt. Die Anfangsfestigkeit liegt in der Flanke der größten Amplitudenänderung. Da der Klebstoff eine Polymerisationsreaktion durchläuft, findet zu Beginn ein schnelles Kettenwachstum statt, so dass sehr früh hohe Polymerisations-

grade erreicht werden können. Dies ist mit dem frühen und sehr steilen Anstieg der Signalstärke im Einklang. Bei fortschreitender Polymerisation und damit zunehmenden Umsatz, ändert sich der Polymerisationsgrad nur noch unwesentlich. Dies passt auch mit dem Verlauf des Peakmaximums zusammen. Dabei ist nur noch ein minimaler Anstieg der Kurve bis zur Endfestigkeit bei 8 h zu erkennen. Da der Anstieg ab etwa 90 min nur noch unwesentlich ist, könnte dies ein Indiz für das Erreichen der Funktionsfestigkeit sein. In Abbildung 3b) ist die Änderung der Position des Peakmaximums im Laufe der Aushärtezeit dargestellt. Vor der Topfzeit ist ein Minimum des Kurvenverlaufs zu erkennen. Im Anschluss daran nehmen die Werte für die Peakposition zu, was einer Verschiebung zu größeren Zeiten entspricht. Nach etwa 45 min, kurz nach der Anfangsfestigkeit ist ein Maximum im Kurvenverlauf ersichtlich. Im Anschluss daran ist für etwa 15 min ein gegenläufiger Prozess zu erkennen. Daraufhin nehmen die Werte der Peakposition erneut zu, jedoch mit einer wesentlich geringeren Steigung. Die Peakpositionen liegen in einem Bereich von 162,8 ps bis 163,2 ps, was einer zeitlichen Differenz von etwa 0,3 ps entspricht.

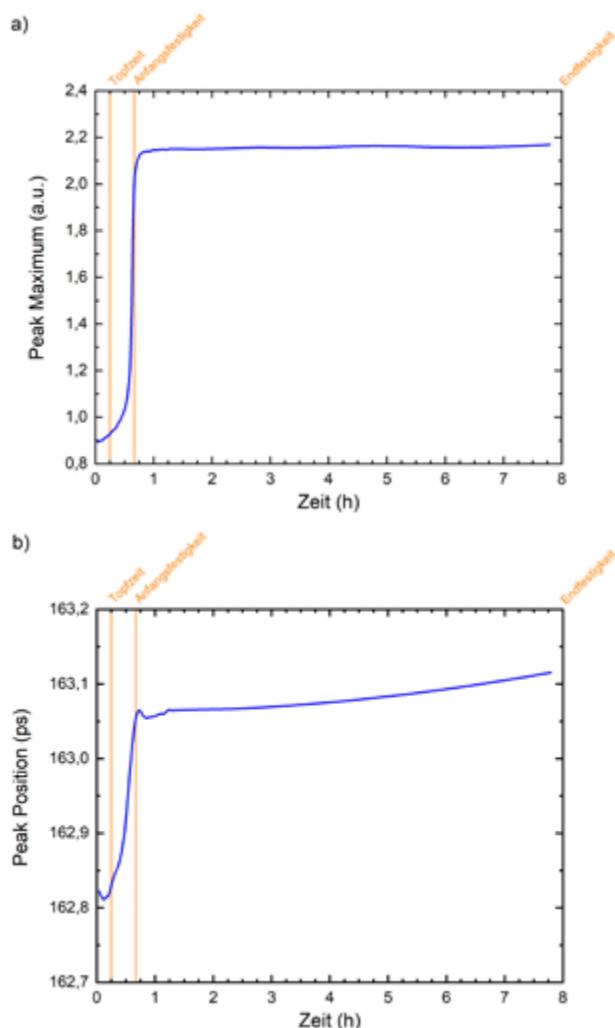


Abbildung 3: a) Darstellung des Maximums des THz-Pulses b) Darstellung der Position des THz-Pulses über die Aushärtezeit des Klebstoffes *technicoll*® 9409-1.

Aus den Messdaten kann, wie zuvor erwähnt, zu jedem Zeitpunkt, mithilfe einer FFT, das Frequenzspektrum generiert werden. Dabei ergeben sich die frequenzabhängigen Amplituden- und Phasenver-

läufe. Zum Vergleich sind verschiedene Messungen fouriertransformiert in Abbildung 4 aufgezeigt. Der Frequenzbereich wurde in der Grafik ab 0,3 THz dargestellt, da unterhalb dieser Frequenz zu großes Rauschen vorliegt. Die Signalstärke ist bei der Referenzmessung ohne Probekörper am größten, da keine Dämpfungseffekte vorhanden sind. Sie nimmt bei der Messung von nur einer Platte im Strahlengang durch Reflexion und Absorption ab. Die Peaks bei 0,56 THz und 0,76 THz sind dabei auf Wasserabsorptionslinien zurückzuführen [14]. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Signalstärke während des Aushärtvorgangs zunimmt. Des Weiteren ist die Signalstärke der Klebstoffmessungen geringer als bei der Referenzmessung, sodass bereits bei niedrigeren Frequenzen das Rauschniveau erreicht wird. Durch die Zunahme des Signals während des Aushärtens, geht das Signal entsprechend erst bei höheren Frequenzen ins Rauschen über. Darüber hinaus liegen keine Peaks vor, die im Laufe der Aushärtung besonders auffallen, indem diese auftreten oder verschwinden. In diesem Amplitudenspektrum ist lediglich eine Erhöhung der Signalstärke im Verlauf der Aushärtung zu erkennen. Diese nimmt jedoch kontinuierlich zu, sodass sie sich einem bestimmten Kurvenverlauf nähert. Zusätzlich ist auffällig, dass zwischen dem Kurvenverlauf der Anfangsfestigkeit nach 40 min und der letzten Messung nach 7 h 47 min nur noch geringfügige Veränderungen der Kurvenverläufe zu registrieren sind. Darüber hinaus findet zwischen der Topfzeit und der Anfangsfestigkeit die größte Veränderung statt, wie es auch aus den beiden Diagrammen der Peakveränderungen hervorging.

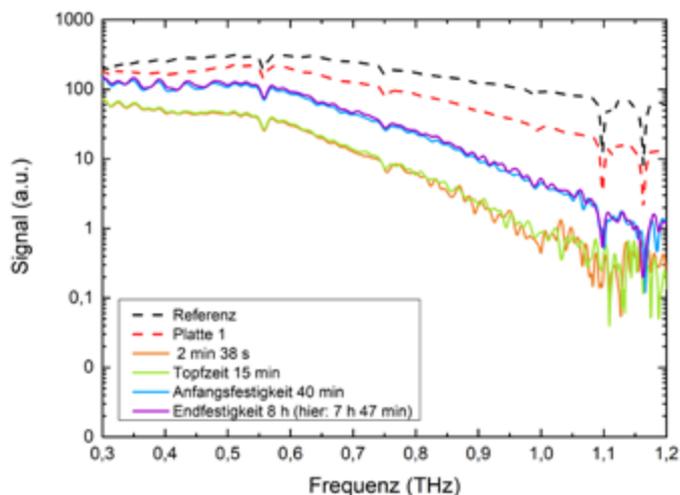


Abbildung 4: Amplitudenspektrum der Referenz, einer Platte, sowie der Klebstoffprobe des Klebstoffes *technicoll*® 9409-1.

Des Weiteren können wie zuvor beschrieben aus den Messdaten die Werte der effektiven Brechungsindizes und der effektiven Absorptionskoeffizienten ermittelt werden. Um den Fokus auf den Aushärtvorgang zu legen und nicht auf eine mögliche Dickenänderung währenddessen, wurde eine konstante Dicke angenommen. Dazu wurde die Dicke des Klebstoff-Glasplattensystems mithilfe der Software TeraLyzr bestimmt und aus den daraus ermittelten Dicken der Mittelwert gebildet. Dadurch ergab sich eine Dicke von $(2454 \pm 25) \mu\text{m}$.

In Abbildung 5a) ist der effektive Brechungsindex im Frequenzbereich von 0,3 THz bis 1 THz dargestellt. Der effektive Brechungsindex des Probensystems liegt etwa im Bereich zwischen 1,65 und 1,75. Der Verlauf des Brechungsindexes in der Frequenzdomäne ist zu allen Zeitpunkten ähnlich und unterscheidet sich vor allem

in seinem Wert. Bei kleinen Frequenzen ist zunächst ein Abfall des Brechungsindex zu erkennen, jedoch oszilliert der Wert beim Abfallen. Diese Oszillationen sind bei den Messungen kurz nach Zeitpunkt des Mischens nur schwach ausgeprägt, wohingegen sie bereits nach 40 min, bei der Anfangsfestigkeit des Klebstoffes, deutlich erkennbar sind. Diese Oszillationen beruhen auf dem Berechnungsalgorithmus der Auswertesoftware TeraLyzor. Dieser alternierende Effekt tritt bei der Annahme einer falschen Dicke auf und nimmt bei größeren Abweichungen weiter zu. Nachdem die Dicke der Glasplatten konstant bleibt, ist dies ein Indiz für die Dickenänderung des Klebstoffes beim Aushärten. Es schließt sich ab etwa 0,5 THz und 0,7 THz ein Bereich an, in dem der effektive Brechungsindex erneut ein Maximum bei etwa 0,65 THz erreicht, bis er ab etwa 0,8 THz weitgehend konstant bleibt. Ab 0,8 THz liegt bei den frühen Messungen bereits ein starkes Rauschen des Signals vor, bei den Messungen ab 40 min nicht mehr. Darüber hinaus nimmt der Wert des effektiven Brechungsindex während des Aushärtvorgangs ab. Die Probe weist bei allen Messungen das gleiche frequenzabhängige Verhalten auf und unterscheidet sich dabei lediglich im Wert des effektiven Brechungsindex.

Bei den in Abbildung 5b) dargestellten Verläufen der effektiven Absorptionskoeffizienten ist bei allen dargestellten Zeiten eine Zunahme dieser Größe bei ansteigender Frequenz zu erkennen. Auch hier macht sich bei den Messungen zu Beginn der Klebstoffaushärtung ab etwa 0,8 THz bereits das Rauschen des Signals bemerkbar. Bei kleinen Frequenzen zwischen 0,3 THz und 0,5 THz liegen erneut Oszillationen vor, die zu Beginn der Aushärtung kaum und nach 40 min deutlich erkennbar sind. Diese resultieren ebenfalls aus der Berechnung mithilfe der TeraLyzor Software. Bei etwa 0,55 THz flachen die Steigungen aller dargestellten Kurven ab. Bei höheren Frequenzen nimmt das Signal wieder mit einer größeren Steigung zu. Über die Aushärtdauer nehmen die Werte des effektiven Absorptionskoeffizienten kontinuierlich ab.

Da eine konstante Dicke angenommen wurde, ist durch die Zunahme der Oszillationen, wie zuvor erwähnt, eine Dickenänderung während der Aushärtung zu vermuten. Die Oszillationen des effektiven Absorptionskoeffizienten sind im Vergleich zu denen des effektiven Brechungsindex wesentlich geringer, folglich ist der Brechungsindex sensibler für Dickenänderungen. Auffällig ist zudem, dass der Unterschied zwischen der Anfangsfestigkeit und der

Endfestigkeit beim effektiven Absorptionskoeffizienten wesentlich geringer ist als beim effektiven Brechungsindex, wohingegen der Unterschied zwischen erster Messung und Topfzeit bei beiden ähnlich ist. Dies ist ein weiteres Indiz für die größere Sensibilität des Brechungsindex für Dickenvariationen.

Die Verläufe des effektiven Brechungsindex und des effektiven Absorptionskoeffizienten zeigen keinerlei auffällige Peaks. Die sowohl im Monomer, als auch im Polymer vorliegenden Estergruppen könnten eine Orientierungspolarisation erfahren, was im THz-Bereich vorliegen kann. Für Polymethylmethacrylat (PMMA) liegt diese Bande jedoch bei einer höheren Frequenz von 2,3 THz und dementsprechend nicht im dargestellten Bereich [12]. Darüber hinaus ist auch eine Gerüstschwingung denkbar, jedoch müssten dabei Peaks auftreten, die sich im Laufe der Polymerisation verändern, da die Kettenlänge beim Aushärten zunimmt, was nicht der Fall ist. Da sich weder Wasserstoffbrücken, noch größere kristalline Domänen ausbilden, sind auch darauf begründete Peaks nicht existent. Da es sich bei den betrachteten Werten um die effektiven Werte handelt, liegt eine Überlagerung mit den Werten der Glasplatten vor. Da diese höchstens ihre Ausrichtung durch einen Schwund des Klebstoffes während der Aushärtung ändern können, sind diese als konstant anzunehmen.

Um die mithilfe der THz-TDS ermittelten Informationen mit der Aushärzeit bzw. dem Erreichen der Funktionsfestigkeit in Verbindung zu bringen und zu verifizieren, wird die rheometrische Messung der Klebstoffe aus [19] genutzt. Bei der dortigen Darstellung des Speicher- und Verlustmoduls des Klebstoffes technicoll® 9409-1 liegt kein Schnittpunkt vor. Dies ist auf eine inhomogene Aushärtung zurückzuführen, die zum Beispiel durch die exotherme Reaktion bei der Aushärtung und einer schlechten Wärmeleitfähigkeit des Klebstoffes begünstigt wird. Aufgrund des fehlenden Schnittpunktes wurde in der genannten Arbeit zur Vergleichbarkeit der Zeitpunkt der Zunahme der Viskosität auf 20 % des Maximalwertes als Ersatz für den Schnittpunkt verwendet. Dieser Zeitpunkt betrug 31 min und beschreibt damit den Gelpunkt. Ab etwa 80 min ist keine signifikante Änderung der Module mehr erkennbar. Über die weiteren in der genannten Arbeit herangezogenen Methoden der DSC oder des luftgekoppelten Ultraschalls wurde eine Aushärtdauer von ca. 100 min bestimmt [19].

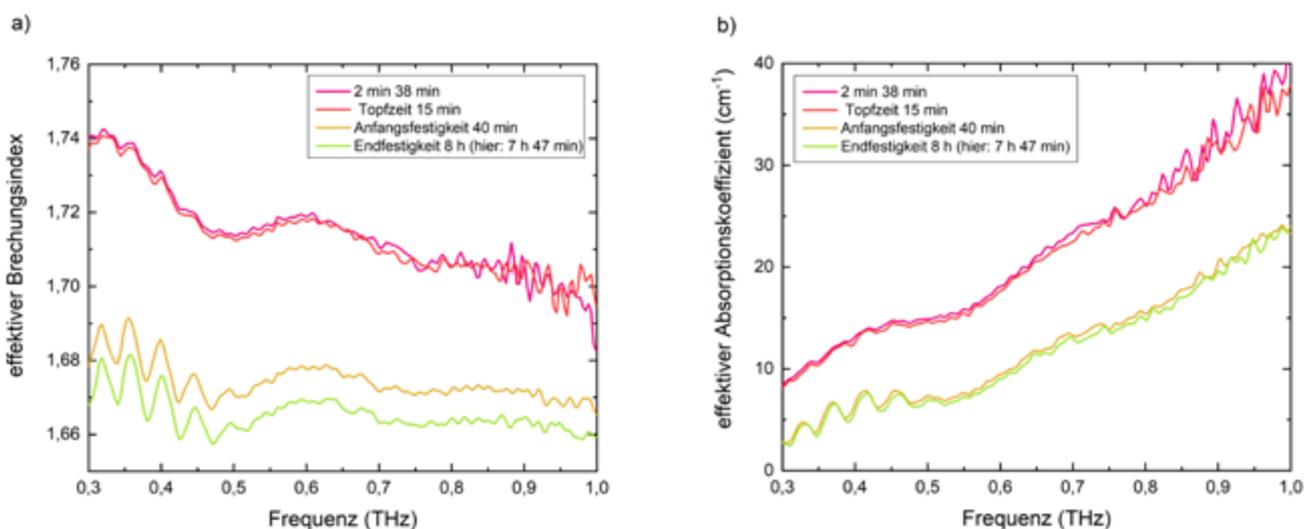


Abbildung 5: a) Darstellung des effektiven Brechungsindex b) Darstellung des effektiven Absorptionskoeffizienten des Klebstoffes technicoll® 9409-1 bei charakteristischen Aushärtezeiten bei einer als konstant angenommenen Dicke von 2454 µm.

Bei keinem der dargestellten Diagramme sind Absorptionspeaks aufgetreten, die im Laufe der Aushärtung erscheinen oder verschwinden. Bei der Aushärtung polymerisiert das Monomer MMA zum Polymer PMMA, wobei Doppelbindungen zu Einfachbindungen reagieren. Die Zunahme dieser Einfachbindungen und die gleichzeitige Abnahme der Doppelbindungen konnte nicht als gesonderter Absorptionspeak aus den durchgeführten Messungen erkannt werden. Jedoch scheint die Betrachtung des Peakmaximums über die Aushärtedauer sehr vielversprechend zu sein, da sie einen Verlauf aufweist, der gut mit den Herstellerangaben korreliert. Die Aushärtedauer entsprechend [19] von 100 min spiegelt sich ebenfalls in diesem Diagramm wider. Dort findet nach 1 h 30 min keine signifikante Änderung der Pulsamplitude mehr statt. Aber auch der effektive Absorptionskoeffizient, der im Zusammenhang mit der Pulsamplitude steht, scheint sich für die Untersuchung der Klebstoffaushärtung zu eignen. Dies liegt darin begründet, dass dieser eine kontinuierliche Veränderung im Laufe der Aushärtezeit durchläuft und relativ unempfindlich für mögliche Dickenänderungen während des Abbindens ist. Im dazugehörigen Amplitudenspektrum des Klebstoffes verhält es sich ähnlich wie beim effektiven Absorptionskoeffizienten, da diese Größen miteinander zusammenhängen. Auch hier ist ein kontinuierlicher Prozess festzustellen, der relativ unempfindlich gegenüber Dickenvariation scheint. Die Peakposition und damit auch der effektive Brechungsindex zeigen ein über den Aushärtevorgang veränderliches Verhalten. Jedoch liegt die Variation des effektiven Brechungsindex in einem wesentlich kleineren Bereich, weshalb dieser im Vergleich zum effektiven Absorptionskoeffizienten weniger geeignet ist.

5 Fazit

Bei der Transmissionsmessung ist während der Klebstoffaushärtung eine Änderung der THz-Amplitude festzustellen. So nimmt die Amplitude während dieses Vorgangs zu. Diese Veränderung kann über die Aushärtedauer aufgetragen werden, wodurch sich aussagekräftige Diagramme, wie in Abbildung 3a) dargestellt, ergeben. Bei dem auf MMA basierten Klebstoff, der eine Polymerisationsreaktion durchläuft, konnte eine gute Korrelation mit den Herstellerangaben der Festigkeiten festgestellt werden. Aber auch die Funktionsfestigkeit, die entsprechend [19] als Referenz ermittelt wurde, war in Abbildung 3a) zu erkennen.

Der effektive Absorptionskoeffizient, der mit der Amplitude des THz-Pulses korreliert, stellt ebenfalls ein vielversprechendes Mittel zur Aushärtebestimmung dar. Darüber hinaus scheint er vergleichsweise unempfindlich auf Dickenänderungen und nicht ideale Plattenausrichtung zu sein. Über die Aushärtedauer nimmt der Absorptionskoeffizient kontinuierlich ab, so dass mithilfe einer Messung bei einem gewünschten Aushärtegrad als Referenz, dieser als Grenzwert für die Aushärtung genutzt werden kann. Folglich könnte ein Unterschreiten eines bestimmten effektiven Absorptionskoeffizienten als Maß für die Aushärtung verwendet werden.

Die zeitliche Verschiebung der THz-Pulse über die Aushärtezeit ist nur geringfügig. Beim Polymerisationsklebstoff technicoll® 9409-1 sind aufschlussreiche Tendenzen, ähnlich zu denen der Amplitudenänderung, zu erkennen. Dies spiegelt sich auch im Brechungsindex wider, der außerdem relativ sensibel für Dickenänderungen und nicht ideal parallele Plattenausrichtungen ist. Darüber hinaus ist auch die Endfestigkeit, im Gegensatz zur Amplitudenzunahme, nicht eindeutig detektierbar. Dementsprechend eignen sich diese Größen weniger gut zur Aushärteüberwachung.

Bei der Ermittlung von Grenzwerten als Referenz für die Aushärtebestimmung müssen die Probenmengen berücksichtigt werden, da sich dadurch ein unterschiedliches Aushärteverhalten ergibt. Dies kann jedoch leicht realisiert werden, beispielsweise durch Wiegen. Aber auch die bei den exothermen Aushärtevorgängen freiwerdende Wärme beeinflusst das Aushärteverhalten, da die stattfindenden chemischen Reaktionen gemäß der Arrheniusgleichung von der Temperatur abhängig sind. Dabei führt eine erhöhte Temperatur zu einer Verkürzung der Aushärtedauer, was folglich kein Problem darstellt. Die Temperatur im Allgemeinen, sowie die Luftfeuchtigkeit können die Aushärtung beeinflussen. Aus diesem Grund wurden diese Parameter stichprobenartig während der Messungen überwacht. Dabei konnte keine große Schwankung der Umgebungstemperatur registriert werden, die maximal festgestellte Differenz lag bei Werten kleiner als 1 °C. Die Luftfeuchtigkeit schwankte nur in etwa um 4,5 %. Folglich konnte bereits durch die Kunststoffeinhaltung ohne großen Aufwand, wie zum Beispiel durch eine Trockenluftatmosphäre, für relativ konstante Messparameter gesorgt werden, was für die praktische Anwendung leicht umsetzbar ist.

Auch die Konzentration der Edukte ist wichtig für das Aushärteverhalten von Reaktionsklebstoffen. So ist eine entsprechende Probenpräparation wichtig, sodass eine homogene Mischung im richtigen Verhältnis vorliegt. Durch die zuvor beschriebene Vorgehensweise wurde dieser Fehler möglichst geringgehalten.

Aufgrund der zuvor beschriebenen Ergebnisse besitzt die THz-TDS großes Potenzial für die Aushärteüberwachung von Klebstoffen, weshalb eine weitere Erforschung vielversprechend erscheint.

Auf Grundlage dieser vielversprechenden Ergebnisse wird am Kunststoffzentrum SKZ ein Forschungsprojekt initiiert, bei welchem ein breites Spektrum an Klebstoffen (chemisch sowie physikalisch härtend) mit der THz-Technik untersucht werden. Der Fokus liegt hierbei auf Klebstoffen, welche zwischen zwei Bauteilen appliziert wurden und daher nicht direkt zugänglich sind. Im Rahmen eines projektbegleitenden Ausschusses können Unternehmen direkt an dem Projekt teilhaben und damit Forschungsergebnisse aus erster Hand erfahren. Der Ansprechpartner seitens des SKZ ist hierbei Herr Marcel Mayr (Mail: m.mayr@skz.de).

Literaturverzeichnis

- [1] S. Schmatloch und A. Lutz, *Leichtbau-Technologien im Automobilbau Werkstoffe-Fertigung-Konzepte*, Wiesbaden: Springer, 2014.
- [2] G. Habenicht, *Kleben Grundlagen, Technologien, Anwendungen*, Heidelberg: Springer Verlag, 2009.
- [3] G. Habenicht, *Kleben - erfolgreich und fehlerfrei Handwerk, Praktiker, Ausbildung, Industrie*, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016.
- [4] *Produktinformation/Technisches Merkblatt, technicoll® 9409-1 Universeller 2-K MMA Klebstoff*, 2016.
- [5] S. Koltzenburg, M. Maskos und O. Nuyken, *Polymere Synthese, Eigenschaften und Anwendungen*, Heidelberg: Springer Spektrum, 2009.
- [6] H. Greif, in *Schäume, Gieß- und Klebstoffe und ihre Anwendung*, Würzburg, Vogel, 1990.
- [7] S. R. White, P. T. Mather und M. J. Smith, „Characterization of the cure-state of DGEBA-DDS epoxy using ultrasonic, dynamic mechanical, and thermal probes,“ *Polymer Engineering and Science*, Bd. 42, Nr. 1, 2002.
- [8] T. Hochrein und I. Alig, *Prozessmesstechnik in der Kunststoffaufbereitung*, Würzburg: Vogel Business Media GmbH & Co. KG, 2011.
- [9] A. Rostami, H. Rasooli und H. Baghban, *Terahertz Technology*, Berlin: Springer, 2011.
- [10] E. Bründermann, H.-W. Hübers und M. F. G. Kimmit, *Terahertz Techniques*, Berlin: Springer, 2012.

- [11] M. Naftaly und R. E. Miles, „Terahertz Time-Domain Spectroscopy for Material Characterization,“ *Proceedings of the IEE*, Bd. 95, Nr. 8, pp. 1658-1665, 2007.
- [12] K.-E. Peiponen, J. A. Zeitler und M. Kuwata-Gonokami, *Terahertz Spectroscopy and Imaging*, Heidelberg: Springer, 2013.
- [13] Y.-S. Lee, *Principles of Terahertz Science and Technology*, New York: Springer, 2009.
- [14] Lewis und R. A., *Terahertz Physics*, New York: Cambridge, 2012.
- [15] W. Demtröder, *Experimentalphysik 2 Elektrizität und Optik*, Berlin: Springer Spektrum, 2017.
- [16] J. Jonuscheit, M. Herrmann und R. Beigang, „Transparente Analyse Photonische Terahertz-Technologie für Grundlagen und Anwendungen,“ *Physik Journal*, Bd. 8, Nr. 1, pp. 31-26, 2009.
- [17] L. UG, *TeraLyzer Manual*, Revision 1.4.
- [18] S. Sommer, T. Probst, E. Kraus, B. Baudrit, G. E. Town und M. Koch, „Cure Monitoring of Two-Component Epoxy Adhesives by Terahertz Time-Domain Spectroscopy,“ *Polymer Science Series B*, Bd. 58, Nr. 6, pp. 769-776, 2016.
- [19] G. Schober, L. Orf, B. Baudrit, M. Bastian und T. Hochrein, „Inline-Überwachung der Klebstoffaushärtung mit berührungslosem Ultraschall,“ *Joining Plastics*, Bd. 13, Nr. 2, pp. 90-95, 2019.
- [20] W. R. Streck, *Chemische Industrie Strukturwandlungen und Entwicklungsperspektiven*, Berlin: Duncker & Humblot, 1984.
- [21] H. Habenauer, *Maschinenelemente Gestaltung, Berechnung, Anwendung*, Berlin: Springer Vieweg, 2018.
- [22] A. Kalweit, C. Paul, S. Peters und R. Wallbaum, *Handbuch für technisches Produktdesign Material und Fertigung Entscheidungsgrundlagen für Designer und Ingenieure*, Heidelberg: Springer Verlag, 2012.



Carina Scheller studiert an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg Funktionswerkstoffe im Masterstudiengang.

Für ihre Bachelorarbeit „Überwachung der Klebstoffaushärtung mittels Terahertz“ erreichte sie im Juni 2020 den zweiten Platz beim Nachwuchspreis des Verbands für Materialprüfanstalten e. V. (VMPA). Die Bachelorarbeit behandelt die zerstörungsfreie Prüfung von Klebungen mittels Terahertz-Zeitbereichsspektroskopie (THz-TDS). Dabei sollten das Potenzial und mögliche Schwierigkeiten der THz-TDS in diesem Anwendungsgebiet ermittelt werden, um darauf aufbauend weiteren Forschungsbedarf abzuleiten.

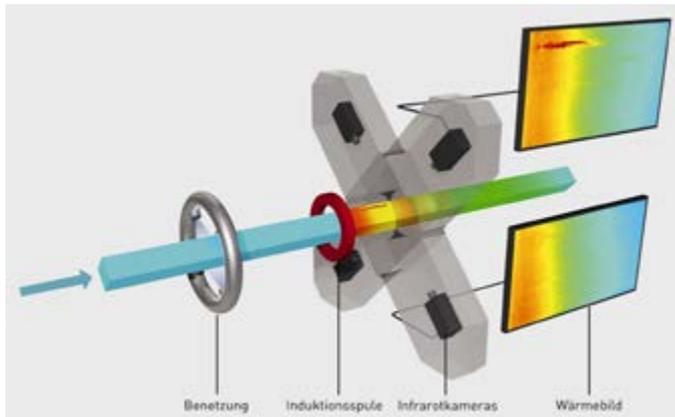
Die sehr guten Ergebnisse dieser Arbeit stimmen positiv, durch Inline-Einsatz der THz-Messtechnik die zumeist seitens der Hersteller mit Sicherheitsfaktoren beaufschlagten Aushärtezeiten exakt zu bestimmen und so Ressourcen wie Arbeitsflächen und Personal schonend einsetzen zu können.

sectorcert®

MAKING LIFE LESS DANGEROUS. WWW.SECTORCERT.COM

PROVEN HEROES.
PERSONALQUALIFIZIERUNG
UND -ZERTIFIZIERUNG.
WELTWEIT.

Proportionaldosierer in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung



Prinzip der induktiven Wärmeleitfähigkeit-Prüfung

Die induktive Wärmeleitfähigkeit-Prüfung ist ein zuverlässiges Verfahren zum Nachweis von Rissen und Defekten in metallischen Halbzeugen wie Stangen, Rohren und Schienen. In der Qualitätssicherung spielen Prüfverfahren dieser Art, eine zunehmend wichtige Rolle in einem angestrebten 100%-Nachweis der Materialqualität und sind damit ein wichtiger Baustein in automatisierten Fertigungsprozessen. Ein Proportionaldosierer von LDT Dosatron unterstützt in seiner Wirkungsweise dabei das Prüfsystem DEFECTOVISION® IR der Firma Institut Dr. Foerster GmbH & Co.KG.

Qualitätssicherung bereits bei Rohteilen

Unsichtbare Risse in Walzteilen, nicht entdeckte Defekte in der Materialoberfläche, Lunker im Gussteil? Das sind Szenarien, die sich weder der Hersteller noch der Anwender wünschen, handelt es sich dabei oft um wichtige Bauteile, die die Sicherheit in der Endanwendung gewährleisten müssen. Ein Versagen durch Materialfehler kann leicht zu Unfällen führen, die auch lebensbedrohend werden können, wie Beispiele in der Vergangenheit zeigen. Jüngstes bekanntes Beispiel ist ein Kran im Rostocker Hafen, der beim Belastungstest wohl auf Grund eines Materialfehlers umgeknickt ist. Genauso hatte die Schwebbahn in Wuppertal ein Problem mit schadhaften Trägern und auch Rückrufaktionen von Autofelgen zeugen von alltäglichen Begegnungen, in denen es auf zuverlässige und sichere Werkstoffe ankommt.

Die Qualitätssicherung beginnt somit bereits bei der Herstellung der Halbzeuge. Moderne Prüfmethoden überzeugen dabei mit ihrer Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Automatisierung gegenüber manuellen Prüfmethoden, wie z.B. der Magnetpulverprüfung.

Rissprüfung mit Thermographie

Seit über drei Jahrzehnten werden warmgewalzte Stahlprodukte wie Rohre, Knüppel, Schienen und Profile bereits mit Hilfe der Thermographie geprüft. FOERSTER hat diese Technologie stetig erweitert und um völlig neue Auswerteverfahren ergänzt. Damit ist es gelungen, die Leistungsfähigkeit vorheriger Systeme deutlich zu steigern.

Das hier vorgestellte System macht die Fehlstellen auf der Materialoberfläche für das Auge sichtbar und liefert über die Wärmebilder Informationen über die Größe und Tiefe der Fehler. Damit wird teures Nachbearbeiten der Prüfteile auf ein Minimum reduziert. Das

Prüfverfahren der induktiven Thermographie deckt dabei nahezu 100 % der Materialoberfläche ab und arbeitet berührungslos.

Bei der hier vorgestellten Prüfung durchläuft das zu prüfende Teil eine Induktionsspule und wird währenddessen an der Oberfläche erwärmt. Vier Infrarotkameras erfassen die resultierende Temperaturverteilung des Materials. An oberflächenoffenen Fehlern kommt es zu einem lokalen Temperaturanstieg, dessen Amplitude von der Größe des Materialdefekts abhängt. Die digitalen Daten werden von der Prüfelektronik ausgewertet und diese ermittelt vollautomatisch die genaue Position und Fehlerkategorie der Defekte.

Da die gemessene Temperaturverteilung der Materialoberfläche auch von deren Beschaffenheit abhängt, wird das Prüfteil vor der Erwärmung mit Wasser fein benetzt. Dies garantiert eine hohe Gleichmäßigkeit und Steigerung des für die Temperaturmessung wichtigen Emissionsgrades und sorgt für reproduzierbare Prüfergebnisse.

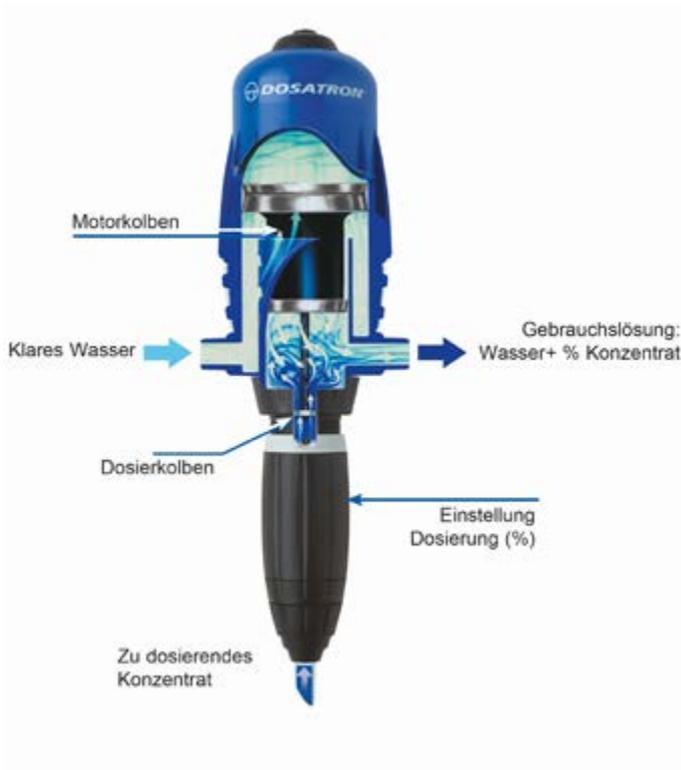
Bei dem neu entwickelten und patentierten Auswerteprinzip wird jeder Oberflächenpunkt mehrfach abgetastet. Dadurch kann letztendlich entschieden werden, ob sich hinter dem Prüfsignal ein echter Materialfehler verbirgt oder ob es sich dabei um eine Fehlanzeige handelt.

Proportionaldosierer arbeitet ohne Elektrizität

Für die Benetzung der Halbzeuge, die mit dem beschriebenen System geprüft werden, wird ein Dosiersystem mit einem Proportionaldosierer als Dosierpumpe eingesetzt. Ans Wassernetz angeschlossen, nutzt der Dosierer den Wasserdruck als Antriebskraft und dosiert ein Konzentrat proportional zur Wassermenge, dem Wasserstrom unmittelbar zu. Es wird kein elektrischer Strom benötigt. Das Dosiersystem wird auf der Saugseite komplettiert mit einem Druckminderer, einem Wasserfilter und einem Systemtrenner. Auf der Druckseite ist dem Dosierer ein dynamischer Mischer nachgeschaltet, der dafür sorgt, dass das Konzentrat-Wassergemisch homogen gemischt wird und sofort für die Benetzung verwendet werden kann.

Bei dem oben beschriebenen Prüfverfahren werden als Konzentrate nichtionische Tenside eingesetzt. Diese auch als Netzmittel bezeichneten Chemikalien sorgen dafür, dass die Oberflächenspannung des Wassers herabgesetzt und die Materialoberfläche der Halbzeuge gleichmäßig und ohne Tropfenbildung mit einem dünnen Wasserfilm bedeckt wird. Damit ist es nicht nur möglich warmgewalzte Stahloberflächen zu prüfen, sondern auch geschliffene und blanke Oberflächen. Letzteres wäre ohne den Einsatz eines Dosiersystems nicht möglich.

Der Proportionaldosierer, arbeitet mit einem volumetrischen Hydraulikmotor und ermöglicht eine kontinuierliche Einspritzung des flüssigen oder löslichen Konzentrats. Das Konzentrat wird selbstständig angesaugt und vermischt sich mit dem Antriebswasser. Diese hergestellte Lösung fließt durch den Dosierer. Dabei verhält sich die Dosiermenge immer proportional zum Wasserdurchsatz, entsprechend der manuell eingestellten Dosierrate, auch bei eventuellen auftretenden Durchsatz- und Druckschwankungen im Wassernetz. Auch Leitungslängen haben keinen Einfluss auf die Dosiergenauigkeit und erlauben eine Installation des Gerätes am gewünschten Platz.



Funktionsprinzip

Der Proportionaldosierer vereint in einem Gerät die Funktionen eines Wassermessers, eines Dosierers und eines Mischers. Besonders das kontinuierliche und sofortige Mischen in der Mischkammer des Dosierers sorgt für eine homogene und betriebsfertige Lösung, die sofort verwendet werden kann.

Die hohe Dosiergenauigkeit und Reproduzierbarkeit von +/- 3% (nach API675 Standard) bedeutet für den Betreiber einen wirtschaftlichen Vorteil, da höher konzentrierte Medien eingesetzt werden können. Eine Überdosierung ist konstruktionsbedingt ausgeschlossen.

Aufgrund der einfachen Bauweise des Proportionaldosierers mit nur wenigen Bauteilen ist das Gerät sehr wartungsfreundlich und leicht zu handhaben.

Fazit

Die Qualitätssicherung von Halbzeugen erfordert eine zuverlässige Defekterkennung. Je genauer und automatisierter, und damit frei von Interpretationen durch den Menschen, diese Prüfung stattfindet, desto höher ist die Sicherheit, dass die aus dem Rohmaterial gefertigten Bauteile ihre Aufgabe langlebig und sicher erfüllen. Die induktive Wärmefluss-Thermographie bietet diese Zuverlässigkeit bei der Prüfung von Halbzeugen.

Jens Voigt

Bildquelle: Institut Dr. Foerster GmbH & Co.KG, LDT Dosiertechnik GmbH

FUJIFILM
Value from Innovation

Computed Radiography **DYNAMIX™ HR²** Digital Detector Array **DYNAMIX™ FXR Pad**
 Image View/Measurement Software **DYNAMIX™ VU** Digital Detector Array **DYNAMIX™ FXR**

FUJIFILM DIGITAL RADIOGRAPHY
DYNAMIX™
SYSTEM

Innovative digitale Plattform für universelle radiografische Prüfungen

FUJIFILM Europe GmbH • Heesenstraße 31 • 40549 Düsseldorf

+49 (0)211 5089 141

ipd_feg@fujifilm.com

MOBILES RÖNTGEN

Praxisgerecht und sicher



Mobiles Röntgen - Vorteile

Schnelle Bilderstellung

Hohe Bildgüte

Unempfindlichkeit gegenüber Unter- und Überbelichtung

Umfassende Bildbearbeitung

Analyse und Dokumentation (Dicomkonform)

Kostenreduktion:

- Kein Verbrauchsmaterial
- Geringere Bearbeitungskosten

Unser Service für Sie

Herstellerzertifizierte Reparatur und Wartung in Deutschland | Anpassungen von Kundensystemen | kundenspezifische Entwicklungen | Erprobungstermine

System - Vorteile

Geringe Strahlenbelastung durch gepulste Strahlung (ALARA)

Alternative zum Isotopenstrahler: hohe Durchdringung (bis 7 cm Vollstahl)

Geringes Gewicht und Akkubetrieb

Schneller Systemaufbau („Plug and Play“)

Sichere und intuitive Bedienung

Kompatibilität (Matrixdetektoren) mit allen marktüblichen Röntgenquellen

TORNIA TRES CHECK PREMIUM: Eine neue Generation Prüfmittel für die Farb- und Fluoreszierende Eindringprüfung

Die heutigen Forderungen zur Umweltverträglichkeit, Nachhaltigkeit und Anzeigensicherheit haben uns veranlasst, basierend auf unserer über 50-jährigen Erfahrung bei der Entwicklung, Produktion und Anwendung von Prüfmitteln für die Eindringprüfung, neue Produkte zu entwickeln. Die Fa. GHT, A Company of the Helling Group, hat die Fa. Helling GmbH mit der Entwicklung beauftragt.

Die Produkte mit dem Namen TORNIA TRES CHECK PREMIUM, im Folgenden kurz TORNIA genannt, umfassen Fluoreszierende Eindringprüfmittel der Empfindlichkeitsklassen 1–4, sowie ein Farbeindring- und Fluoreszierendes Farbeindringprüfmittel mit hervorragenden prüftechnischen Eigenschaften. Es erfüllt alle für die Eindringprüfung relevanten Forderungen der Normen AMS 2644, ASTM E1135, ISO 3452-2.

TORNIA zeichnet sich durch eine über die in den Normen geforderte Anzeigenempfindlichkeit für die jeweilige Klasse bei der Fluoreszierenden Eindringprüfung aus.

Die geforderte Wasserverträglichkeit von größer 5 % reicht je nach Empfindlichkeitsklasse des TORNIA Prüfmittels bis zu 35 %.

Die TORNIA Prüfmittel sind biologisch abbaubar und umweltverträglich.

Die Produktnamen der TORNIA Prüfmittel sind folgende:

TORNIA 4811 - 4814 für die Fluoreszierende Eindringprüfung der Empfindlichkeitsklassen (Sensitivity Level) 1-4,

TORNIA 4103 für die Farbeindringprüfung und Fluoreszierende Farbeindringprüfung mit der Empfindlichkeitsklasse 2.

Der Entwickler für alle Prüfmittel hat die Bezeichnung TORNIA 437. Alle hier genannten TORNIA Produkte sind wasserabwaschbar.

Gemäß den genannten Normen muss den Prüfmitteln 5 % Wasser zugesetzt werden können ohne eine Trübung, einen Viskositätsanstieg oder eine Phasentrennung herbeizuführen. Im Rahmen einer Zertifizierung durch das MPA Hannover haben alle TORNIA Eindringmittel diese Prüfung bestanden.

Das Materialprüfamt Hannover hat die Übereinstimmung der TORNIA Produktpalette 4811-4814 und 4103 mit der Norm ISO EN DIN 3452-2 zertifiziert.

Die Wasserverträglichkeit (Abbildung B) der Fluoreszierenden Eindringmittel 4811-4814 wurden mit einem 20 Mikrometer Kontrollkörper relativ zu 0 % (Abbildung A) Wasserzusatz gemessen. Die Ergebnisse wurden fotografisch dokumentiert und sind in der Tabelle zusammengefasst.



A: TORNIA 4814 ohne Wasserzusatz – Empfindlichkeitsklasse 4



B: TORNIA 4814 mit 20% Wasserzusatz – Empfindlichkeitsklasse 4

Die Prüfmittel Typ 4811 (Klasse 1), 4812 (Klasse 2) und 4813 (Klasse 3) zeigen bis zu einem Wasserzusatz von 35 % eine unverändert klare Lösung und weisen in der Nachweisempfindlichkeit auf dem Kontrollkörper keine Minderung auf.

Bei dem Prüfmittel Typ 4814 (Klasse 4) bleibt die Lösung bis zu einem Wasserzusatz von 25 % unverändert klar, ebenfalls ohne Minderung der Nachweisempfindlichkeit auf dem Kontrollkörper.

Die biologische Abbaubarkeit und Umweltverträglichkeit zur Ableitung in das Abwasser ohne zusätzliche Aufbereitung wurde durch das Institut Eurofins bestätigt. Die Messergebnisse sind vor Ableitung der zuständigen Behörde vorzulegen, so dass diese die Genehmigung erteilen kann.

Für die sensitiven Anforderungen der Hamburger Abwasserverordnung zertifiziert Eurofins:

„Keine der Proben weist eine Überschreitung des niedrigsten Zuordnungswertes bzw. eine Verletzung eines Grenz- oder Richtwertes der Liste Hamburg: Einleitwerte für Wasserseil auf.“

Für das Fluoreszierende Eindringmittel 4814, Empfindlichkeitsklasse 4, 25 % Wasseranteil, wurden Untersuchungen zur Korrosion, sowie zum Pilz- und Bakterienbefall am Eindringmittel durchgeführt. Alle Versuche ergaben, dass weder ein Rostangriff, noch ein Pilz- oder Bakterienbefall auftrat.

Kontakt: info@helling.de

Wasserzusatz %	TORNIA Typ 4811 Empfindlichkeitsklasse 1	TORNIA Typ 4812 Empfindlichkeitsklasse 2	TORNIA Typ 4813 Empfindlichkeitsklasse 3	TORNIA Typ 4814 Empfindlichkeitsklasse 4
0	+++	+++	+++	+++
10	+++	+++	+++	+++
20	+++	+++	+++	+++
25	+++	+++	+++	+++
30	+++	+++	+++	---
35	+++	+++	+++	---

Tabelle: Wasserverträglichkeit für die TORNIA Prüfmittel Fluoreszierende Eindringprüfung 4811-4814; +++: zulässig; ---: nicht empfohlen

QUALITÄT SCHAFFT SICHERHEIT

Ihr Partner: unsere akkreditierten Prüffirmen

F-GZP



Fachgesellschaft akkreditierter ZfP-Prüfstellen –
eine Fachgesellschaft der DGZfP



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.

Fordern Sie bitte kostenloses Informationsmaterial an:
Geschäftsstelle F-GZP/DGZfP

Max-Planck-Straße 6 | 12489 Berlin | Tel.: 030 67807-0 | Fax: 030 67807-109 | E-Mail: mail@dgzfp.de

Wir garantieren Qualität!

www.dgzfp.de/fgzp

Die Rubrik „Aus den Mitgliedsfirmen“ bietet Herstellern und Dienstleistern, die in der DGZfP organisiert sind, die Möglichkeit, Leser der ZfP-Zeitung über neue Produkte, Firmenjubiläen oder personelle Veränderungen in ihren Unternehmen zu informieren. Die Redaktion behält sich vor, unverlangt eingesandte Beiträge zu kürzen.

Partnerschaft zwischen DIMATE und DIONDO

Der Anspruch der diondo ist es, nicht nur hervorragende Computertomographen zu verkaufen, sondern die bestmögliche Lösung für den optimierten Prüfprozess. Eine der wichtigsten Voraussetzungen ist dabei eine ausgereifte Archivlösung. Nur konsequent also, dass diondo und DIMATE kooperieren: alle Käufer eines diondo CTs können das DIMATE PACS drei Monate lang kostenlos testen.

Warum ein PACS (Picture Archiving and Communication System), wenn die CT-Anlage schon mit einer Software zur Auswertung ausgestattet ist? Weil das PACS wichtige Zusatzfunktionen einer Datenbank und eines Archivs bietet, weil es mit Ihrem ERP-System verknüpft werden kann, weil es die Ergebnisse anzeigen kann, als verteilte Lösung, überall, sogar mobil!

Kein Suchen, kein Warten, keine Bange

Nicht selten liegt das Datenvolumen einer CT-Messung bei 50 Gigabyte und mehr. Laden solche Datenmengen als einzelne Dateien auf Festplatten - im ungünstigsten Fall

zusammen mit anderen Unternehmensdaten – sind sie in der Praxis nicht mehr auffindbar.

Mit DIMATE PACS wird das Management von Bilddaten und Auswertungen ad hoc massiv vereinfacht: DIMATE PACS stellt eine Datenbank bereit, in der alle Tomogramme mit den Auswertungen der Analysesoftware verknüpft und einsortiert werden. Der Archive Manager komprimiert die Originaldaten verlustfrei um bis zu 40 Prozent und legt sie konsistent im anerkannten DICOM-Dateiformat (ASTM- und NADCAP-konform) ab. Da in DICOM auch die Prüfauftrags- sowie Komponentendaten hinterlegt sind unterstützt DIMATE PACS die normgerechte Wiederholbarkeit der Prüfungen.

Das Archiv ist mit der Datenbank verknüpft: Werden die Originaldaten zu einem Bauteil, einem Auftrag oder einem Kunden gesucht, greift die Datenbank mit hoher Performance auf das Archiv zu und lädt die Informationen auf den Bildschirm. Das DIMATE PACS bündelt alle zu einem Bauteil gehörenden

Informationen und kann sie über einen Webviewer parallel anzeigen.

DIMATE PACS ist universell auch für Bilder und Daten anderer Prüfgeräte und -verfahren einsetzbar.

Das DIMATE PACS spart Zeit und sorgt für mehr Sicherheit durch eine

- Revisionssichere Archivierung
- Verlustfreie Komprimierung der Bilddaten
- Intelligente Datenbank, die das Zusammenführen aller zu einem Bauteil gehörenden Informationen erlaubt
- Reproduzierbarkeit der Untersuchungen

DIMATE stellt allen diondo Kunden das DIMATE PACS kostenlos für eine dreimonatige Probephase zur Verfügung. Anschließend können die Anwender auf attraktive Kauf- und Nutzungsmodelle umsteigen.

Sie möchten auch von der diondo/DIMATE Partnerschaft profitieren? Vereinbaren Sie einen Beratungstermin mit uns:

info@dimate.de

FLIR Wärmebildkameras – Lösungen für effiziente Datenanalysen

Wenn Entscheidungsträger neue Hardware in ihren Automatisierungsprozess integrieren wollen, achten sie oft auf diese Schlüsselbereiche: die Benutzerfreundlichkeit, den Preis, die Funktionen und die Möglichkeit, die Hardware an mehreren Punkten ihres Systems zu nutzen. Die neuen A50 und A70 Wärmebildkameras sind in drei Modellvarianten erhältlich: Smart, Streaming sowie Forschung und Entwicklung. Damit erfüllen Sie die Anforderungen von Experten aus zahlreichen Branchen – von der Fertigung über Versorger bis zur Wissenschaft. Die neuen Kameras bieten eine verbesserte Temperaturmessgenauigkeit. Zudem verfügen alle Kameras im Vergleich zu den früheren Versionen über die Schutzart IP66 sowie über kleine, kompakte Abmessungen mit höheren Auflösungsoptionen.

Dank ihrer thermischen Auflösung von 464 x 348 (A50) bzw. 640 x 480 (A70) Pixeln können Experten die A50 und A70 Kameras vielseitig nutzen. Dazu gehören unter anderem Zustandsüberwachungsprogramme zur Maximierung der Verfügbarkeit und Minimierung der Kosten durch geplante Instandhaltungsmaßnahmen oder Anwendungen zur frühzeitigen Branderkennung, die das Leben und die Gesundheit der Mitarbeiter schützen und die Profitabilität des Unternehmens sicherstellen, indem sie Materialien und betriebskritische Anlagen schützen. Dank ihrer verbesserten Temperaturmessgenauigkeit von ± 2 °C können sich Experten über längere Zeiträume oder bei wechselnden Umgebungsfaktoren auf konsistente Messwerte verlassen und präzise Datenanalysen ohne Rätselraten ausführen.

Die Schutzart IP66 schützt die A50 und A70 vor Staub, Öl und Wasser. Dadurch eignen sich beide Kameras ideal für den Einsatz in rauen industriellen Umgebungen. Ganz gleich, ob diese Kameras zum Überprüfen einer Produktionsanlage fest montiert oder an einem Prüfstand benötigt werden: Experten profitieren in jedem Fall von ihrer Vielseitigkeit.

www.flir.de



Schmitt NDT – Nadcap akkreditiert für die Luftfahrt



Schmitt NDT GmbH ist seit 40 Jahren eine erfahrene und leistungsstarke technische Dienstleistungsgesellschaft. Als Familienunternehmen gehört das Unternehmen zu den bekannten Anbietern in Deutschland und prüft in Projekten mit europäischem, internationalem und weltweitem Einsatzradius.

Partner im mehrstufigen Herstellungsprozess

Schmitt NDT GmbH sorgt in der Luftfahrtindustrie für mehr Effektivität in der Qualitätssicherung. Hersteller und Verarbeiter wie Präzisions-Werkstätten, Feinmechanikbetriebe, Halbzeughersteller, Komponentenhersteller, Flugunternehmen und Maintenance Repair and Organisations Unternehmen profitieren von der Expertise der Schmitt NDT GmbH.

Prüfkompetenz steht für Sicherheit

Schmitt NDT GmbH prüft Bauteile unterschiedlicher Formate, Einzelteile und Serien, ortsfest anhand manueller und halb-

automatischer Prüfstraßen, mobil vor Ort beim Kunden sowie Tag und Nacht für kurze Standzeiten.

Das sichere Arbeiten wird unterstützt durch ein elektronisches Qualitätsmanagement-System – eQMS – für den gesamten Prüf- und Dokumentationsvorgang. Für das Arbeiten nach international anerkannten Prüfnormen liefert der Dienstleister nicht nur die Technik, sondern auch das Fachwissen. Zertifizierte Mitarbeiter stehen zur Verfügung.

Schmitt NDT GmbH ist Nadcap zertifiziert durch das Performance Review Institute PRI in Pennsylvania, USA, für den Bereich Non-Destructive Testing, Zertifizierungsnummer 17707206782, DAKS Akkreditierung (DIN EN ISO 17025), Registrierungsnummer D-PL-20538-01-00

Das Unternehmen verfügt über die notwendige Kompetenz in den Prüfverfahren Durchstrahlungsprüfung RT (Film/digital), Ultraschallprüfung UT, Magnetpulverprüfung MT, Farbeindringprüfung PT, Sichtprüfung VT und Wirbelstromprüfung ET.

Der erfahrene Dienstleister bietet die Prüfaufsicht Stufe 3/Level III im Bereich Luftfahrt



an für die zerstörungsfreien Prüfverfahren MT und PT, entsprechend der Norm DIN EN ISO 4179/NAS410.

Auch beim Komplettservice Wareneingangsprüfung können sich die Auftraggeber auf geprüfte Qualität verlassen. In diesem Dienstleistungsspektrum erfolgen Prüfung und Dokumentation ebenfalls nach bestehenden Normen. Das zu prüfende Teilespektrum der Schmitt NDT GmbH in der Luftfahrt betrifft metallische Werkstoffe, Gehäuse, Baugruppen, Antriebs-elemente, Turbinenkomponenten und Verbindungselemente.

www.werkstoffpruefung.com

Eindringmittel auf Wasserbasis: Aber bitte kennzeichnungsfrei!



Die PFINDER KG in Böblingen ist einer der führenden Hersteller von Prüfmitteln für die Magnetpulver- und Eindringprüfung. Neben der langjährigen Marktführerschaft im Bereich der Serienprüfungen in der Automobilindustrie bietet PFINDER ein komplettes Prüfmittelprogramm für alle industriellen Bereiche an. Inzwischen sind Prüfmittel von PFINDER auch für Anwendungen im Luftfahrtbereich zugelassen. PFINDER als Pionier für biologisch sehr gut abbaubare Eindringmittel hat mit all seinen Prüfmitteln schon immer durch besondere Anwenderfreundlichkeit und herausragende Wirtschaftlichkeit überzeugt. Mit dem Label GREEN NDT richtet PFINDER zusätzlich einen besonderen Fokus auf Arbeitssicherheit und Umweltverträglichkeit.

Die ständige Weiterentwicklung macht PFINDER schon wieder zum Pionier: Das in der Automobilindustrie am häufigsten eingesetzte fluoreszierende PFINDER Eindringmittel PFINDER 900 gibt es jetzt auch auf Wasserbasis. PFINDER 900W ist dabei komplett kennzeichnungsfrei und hervorragend biologisch abbaubar. In der Anwendung überzeugt es durch brillante, kontrastreiche Anzeigen und einen hervorragenden Hintergrund.

Dass PFINDER 900W kennzeichnungsfrei ist, basiert auf der modernen Rezeptur. Diese ist frei von gefährlichen Inhaltsstoffen und bietet damit höchst relevante Unterschiede zu von Marktbegleitern angebotenen Eindringmitteln auf Wasserbasis. Vor allem die aus der Verwendung gefährlicher Inhaltsstoffe resultierende Kennzeichnung mit dem GHS05-Symbol „Ätzwirkung“ fällt bei Produkten anderer Anbieter häufig auf.

Dem Anwender muss klar sein, dass „Wasserbasis“ allein kein Garant für Umwelt- und Arbeitssicherheit ist. Der Vergleich z.B. der Angaben im Sicherheitsdatenblatt kann

hierbei helfen. Weiterführende Informationen, auch rund um die Themen „Umwelt- und Arbeitssicherheit“ bietet PFINDER online, so unter anderem:

- Sicherheitsdatenblätter: Richtig Lesen und Verstehen
- Was bedeutet GREEN NDT?
- FAQs zur biologischen Abbaubarkeit

Die NDT-WebSessions sind Teil der „NDT-Roadshow ONLINE“, dem digitalen Angebot führender NDT-Anbieter. Eine Übersicht zu allen Themen und Terminen findet sich unter:

www.ndt-roadshow-online.de



Hervorragende Doktorarbeit zur zerstörungsfreien Vernetzungs- und Aushärtegradprüfung



Mit „magna cum laude“ hat Norbert Halmen im März 2021 an der Fakultät für Chemie und Pharmazie der Universität Würzburg seine Dissertation abgeschlossen. Vor der Prüfungskommission unter dem Vorsitz von Prof. Dr.-Ing. Martin Bastian (das Kunststoff-Zentrum SKZ) verteidigte er höchst erfolgreich seine Dissertation zum Thema „Einsatz unilateraler NMR zur zerstörungsfreien Prüfung des Vernetzungsgrades von Klebstoffen und vernetzen Kunststoffformteilen“.

Im Rahmen seiner Doktorarbeit beschäftigte sich der Diplom-Ingenieur der Nanostrukturtechnik unter anderem mit der zerstörungsfreien Untersuchung von Klebeverbindungen und vernetztem UHMWPE (Ultrahochmolekulares Polyethylen), wie es zum Beispiel in Hüftgelenksimplantaten zum Einsatz kommt. Der Aushärte- bzw. Vernetzungsgrad stellt dabei eine zentrale Kenngröße dar. Diese wurde von Halmen durch die Nutzung eines zerstörungsfreien Messverfahrens auf Basis der Kernspinre-

sonanz mit speziellem einseitigem Zugang quantifiziert.

Halmen wies nach, dass die Ergebnisse der verwendeten unilateralen Kernspinresonanz (NMR) eine sehr gute Korrelation mit wissenschaftlich und industriell gängigen Referenzverfahren zur Vernetzungsgradbestimmung zeigen. Auf dieser Basis entwickelte Halmen Modelle, welche einen direkten Rückschluss auf den Aushärtegrad von Klebstoffen und den Vernetzungsgrad von vernetztem UHMWPE anhand der NMR-Ergebnisse erlauben.

Institutsleiter des SKZ und Doktorvater Prof. Dr.-Ing. Martin Bastian ist begeistert: „Mit seiner Arbeit leistet Norbert Halmen wesentliche Beiträge für den anwendungsnahen Einsatz der unilateralen NMR zur zerstörungsfreien Untersuchung von Klebeverbindungen und medizintechnischen Bauteilen, aber auch für die Fortentwicklung des Messverfahrens. Durch die Vereinigung der naturwissenschaftlichen Disziplinen Chemie und Physik in seiner Arbeit konnte er seine hervorragende Kompetenz in den relevanten Themengebieten nachweisen. Das alles erfüllt mich mit großer Freude und auch ein wenig Stolz.“

Halmen ist seit April 2013 als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschung am SKZ

für die Projektleitung zu verschiedenen Themenstellungen der Prozessmesstechnik und Spektroskopie verantwortlich.

Das SKZ ist Mitglied der Zuse-Gemeinschaft. Diese ist ein Verbund unabhängiger, industrienahe Forschungseinrichtungen, die das Ziel verfolgen, die Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der Industrie, insbesondere des Mittelstandes, durch Innovation und Vernetzung zu verbessern.

www.skz.de



Daumen hoch: Norbert Halmen (links) mit seinem Doktorvater und dem Institutsleiter des SKZ, Martin Bastian

Foto: SKZ

Call for Papers – International Ultrasonic Testing Conference 2021

In 1996 visionary founder and CEO of NDT.net, Rolf Diederichs, organized the first open access online event on NDT.net. 25 years later, the world is all about online events and NDT.net is pleased to announce the "International Ultrasonic Testing Online Conference 2021 (UT-Online 2021)", which will take place open access and on-demand from 1 to 30 November 2021.

Online events are all around and people nowadays might even feel tired and overwhelmed by the number of events they can attend. This online Conference is a special one though, it happens 24/7 on-demand and is free of charge for authors and participants. No live presentations needed. Authors can simply submit their contributions

and recorded presentations in advance. Participants will have the chance to access those based on their schedule and interests. Discussions and presentations are accessible over all days and weeks, rather than over a few hours only.



NDT.net warmly invites both academia and the industry to submit their contribution for the International Ultrasonic Testing Conference, which will take place from 1 to 30 November 2021. Abstracts can be submitted until 31 July 2021.

NDT.net builds its approach to events on the approach of the platform: open access, on-demand and with the aim to assure accessibility to as many people as possible. We look forward to receiving your contributions.

For more information visit

www.ndt.net/UTonline2021

Schäden rechtzeitig erkennen: BAM will Thermografie für Windkraftanlagen praxisreif machen

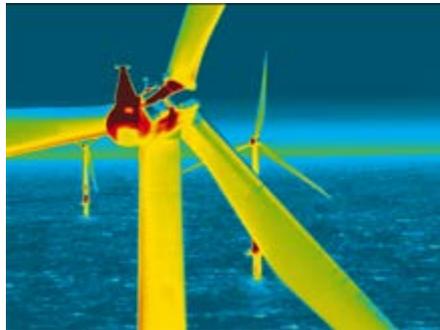
Windräder müssen extremen Beanspruchungen standhalten. Schäden rechtzeitig zu erkennen, ist für diejenigen, die die Anlagen betreiben, entscheidend, um größere Reparaturen oder Totalausfälle zu vermeiden. Die BAM entwickelt das Verfahren der passiven Thermografie weiter, um es rasch in die Anwendung zu bringen.

Besonders die Rotorblätter von Windkraftanlagen sind der Witterung, Blitzeinschlägen und auf hoher See dem Salzwasser des Meeres ausgesetzt. Innere Schäden wie beginnende Risse, Delaminationen des Kunststoffs oder sich lösende Verklebungen sind selbst aus nächster Nähe oft nicht zu erkennen. Zudem sind solche Inspektionen aufwändig und teuer.

Zugleich sind sie aber unverzichtbar, um Schäden rechtzeitig zu erkennen und kostenintensive größere Reparaturen oder Totalausfälle zu vermeiden und den sicheren Betrieb der Anlagen zu gewährleisten.

Um in Zukunft eine kostengünstige, praktikable und zugleich sichere Methode für Wartungen zu ermöglichen, hat die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) das Verfahren der passiven Thermografie adaptiert.

„Es basiert auf der Messung der Oberflächentemperaturen der Bauteile und nutzt zugleich die Sonneneinstrahlung und den natürlichen Temperaturverlauf über den Tag“, erklärt Rainer Krankenhagen, Experte



Thermogramm einer Windkraftanlage auf hoher See
Quelle: Scandat GmbH/BAM

für thermografische Verfahren an der BAM. „Mit einer Infrarotkamera werden dabei vom Boden oder aus der Luft die besonders beanspruchten Rotorblätter einer Windkraftanlage erfasst. Aus den räumlichen und zeitlichen Temperaturverläufen innerhalb des Bauteils können wir Informationen über verborgene Schäden oder strukturelle Eigenschaften ableiten.“

Dabei ist es entscheidend, zum Zeitpunkt maximaler Temperaturkontraste zu messen, um den an sich sehr schwachen Effekt zu detektieren: Etwa am sonnigen Morgen nach einer frostigen Nacht oder am Abend eines warmen Sommertages. Dabei ist es eine Herausforderung, den Einfluss äußerer Parameter wie wechselnde Sonneneinstrahlung, natürliche Temperaturschwankungen durch Tageszeit oder Wind zu verstehen. Simulationen können hier helfen.

Gleichzeitig verwenden die Wissenschaftler*innen das bereits von der BAM patentierte Verfahren der Differenzmessung: Die Temperaturverteilung wird dazu zeitgleich an allen drei sich drehenden Rotorblättern einer Windkraftanlage gemessen und anschließend miteinander verglichen. Differenzen in den Messungen weisen auf mögliche Schäden hin und ermöglichen ein rechtzeitiges Eingreifen.

In dem Projekt EvalTherm, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie unter dem Projekträger Forschungszentrum Jülich GmbH gefördert wird, soll das Verfahren der passiven Thermografie jetzt perfektioniert und praxisreif gemacht werden.

Für die sehr komplexen Messungen und Datenauswertungen werden Hard- und Software bestmöglich aufeinander abgestimmt. Dazu kooperieren in dem Verbundvorhaben unter der Leitung der BAM das Fraunhofer-Institut für Holzforschung, das eine langjährige Expertise bei der Rotorblattinspektion besitzt, die InfraTec GmbH, die eine spezielle drohentaugliche Infrarotkamera entwickeln wird, sowie die clockworkX GmbH, die auf die Verknüpfung von Anlagendaten mit Mess- und Wetterdaten spezialisiert ist. Die BAM ist neben der Koordinierung des Gesamtprojekts für die Datenauswertung, die Testmessungen und die Simulationen zuständig.

www.bam.de



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.

Vernetzen Sie sich mit uns



www.facebook.com/DGZfP



[@DGZfP_aktuell](https://twitter.com/DGZfP_aktuell)



www.xing.com/companies/deutsche-gesellschaft-fuer-zerstoerungsfreie-pruefung



www.linkedin.com/school/dgzfp



www.dgzfp.de/blog

und verschaffen Sie sich Gehör.

Wir freuen uns auf den Austausch mit Ihnen.

OmniScan X3 – Das neue Prüfgerät



Innovativer TFM-Modus

OmniScan – der Standard für portable Phased-Array-Prüfgeräte – kann ab sofort noch mehr! Nutzen Sie jetzt unsere neuen leistungsstarken Tools im neuen OmniScan X3 für ein noch präziseres, effizienteres Arbeiten.

Prüfen Sie mithilfe von beeindruckenden **TFM**-Bildern (Total Focusing Method), die durch eine vollständige Matrixerfassung (**FMC**) erzeugt wurden.

Profitieren Sie von einer optimierten Phased-Array-Bildgebung, einem innovativen **Live-TFM-Envelope-Feature** und dem neuartigen **integrierten Reflexionssimulator** mit AIM-Funktion (Acoustic Influence Map) für den TFM-Modus.



<https://www.olympus-ims.com/de/phasedarray/omniscan-x3/>

Leserbrief

Anmerkung zum Artikel über Rudolf Berthold „Der unterbrochene Aufstieg der ZfP“

erschienen in ZfP-Zeitung 173 (Februar 2021)

Mit großem Interesse habe ich den Artikel über den Werdegang von Rudolf Berthold gelesen. Die Zusammenhänge waren mir teilweise neu, obwohl ich jahrelang im Berthold-Haus der BAM gearbeitet habe. Zur Ergänzung seines großartigen, unermüdlichen Einsatzes für die ZfP eine kleine Anmerkung zu seiner Vielseitigkeit. Er beschäftigte sich intensiv mit der Magnetpulverprüfung und berechnete näherungsweise die theoretischen Zusammenhänge des Verfahrens. Auf diese grundlegende Arbeit haben sich ganze Generationen von Magnetpulver-Theoretikern berufen (Berthold, R.; Shirp W.; Die Grundlagen des Magnetpulververfahrens; Maschinenschaden (1937); Sonderheft der Allianzversicherung). Übrigens entwickelte Berthold unter Anderem auch eine Anordnung zur Überwachung der Qualität der Prüfmittel für die Magnetpulverprüfung (Berthold, R.; Ein Prüfstand für Magnetpulver; VDI-Zeitschrift 87 (1943)).

Meinhard Stadthaus

Geschäftsstelle DGZfP

Der unterbrochene Aufstieg der Zerstörungsfreien Prüfung Rudolf Berthold (1898 – 1960) als Vorkämpfer und Wegbereiter der ZfP

Günther Luxbacher, TU Berlin; E-Mail: guenther.luxbacher@tu-berlin.de

Im Arbeitskreis Magdeburg war am 9. Dezember 2020 ein Vortrag von Dr. Günther Luxbacher über Rudolf Berthold geplant. Leider konnte dieser Vortrag aufgrund der andauernden Beschränkungen aufgrund der COVID-19-Pandemie nicht gehalten werden. Im nachfolgenden Beitrag lesen Sie deshalb über Rudolf Bertholds Wirken und Schaffen auf dem Gebiet der Zerstörungsfreien Prüfung und für die DGZfP.



Rudolf Berthold

der zunehmend „hartgepumpte“ Röhren mit ihren höheren Vakua sowie den steigenden Betriebsspannungen, die einen immer tieferen Einblick in kritische Werkstoffe und Werkstücke gestatteten.

Auf der Großen Berliner Werkstoffschau 1927 mit ihren 750.000 Besuchern (!) konnte er einen ersten Erfolg für die Technikwissenschaften vermelden: Sein im Wernerwerk entwickeltes erstes tragbares Röntgengerät passte durch das Mannloch eines Dampfkessels. Damit konnten dessen Niet- und Schweißnähte auch von innen untersucht werden. Sogar die Vorläuferorganisation der heutigen Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) interessierte sich von da an für die Röntgengrobstrukturaufklärung und förderte sie mit kleinen Beträgen. 1928 wurde damit die Fehlerfreiheit der Leichtmetallkolben des Junkers-Langstreckenflugzeugs „Bremen“ sichergestellt. Dem Flugzeug gelang damals die erste Ost-West-Überquerung des Atlantiks.

Doch auch die Physik erweiterte ihr Gebiet der Forschung mit Röntgenstrahlen. 1928 erwiderte der aufmerksame Röntgen-Prof. Ernst Schick



► Abstract submission until
31. August 2021
<https://conference.nde40.com>

- Industry 4.0 for NDE
- NDE for Industry 4.0
- Human Considerations

INTERNATIONAL CONFERENCE ON NDE 4.0

26 – 28 April 2022 in Munich, Germany

A unique opportunity to discuss various topics concerning NDE 4.0



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.

Co-Sponsors:



Technical
University
of Munich



BECOME A SPONSOR AND PRESENT YOUR COMPANY AND PRODUCTS

Photo above: vegefox.com – stock.adobe.com
Photo below: MH – stock.adobe.com

Datum Ort	Veranstaltung	Veranstalter
2021		
07.07.2021 virtuell	24. Augsburger Seminar für Additive Fertigung	Fraunhofer IGCV, TU München https://s.fhg.de/AMseminar2021
27. – 29.07.2021 Reno/NV/USA	Digital Imaging & Ultrasonics for NDT 2021	ASNT https://asnt.org
10. – 12.08.2021 Baltimore/MD/USA	16 th International Symposium on Nondestructive Characterization of Materials	ASNT https://asnt.org
05. – 08.09.2021 Manama/Bahrain	8 th Middle East NDT Conference & Exhibition	Saudi Arabian Section of ASNT, Bahrain Society of Engineers https://mendt.co
07. – 09.09.2020 Telford/Großbritannien	59 th Annual Conference of the British Institute of Non-Destructive Testing	BINDT www.bindt.org/events/NDT-2021
27. – 30.09.2021 Tomsk/Russland	VI International Conference on Innovations in Non-Destructive Testing SibTest-2021	RSNTTD, National Research Tomsk Polytechnic University http://ndts.tpu.ru/sibtest2021_eng
04. – 08.10.2021 Prag/Tschechien hybrid	2 nd European NDT & CM Days in Prague	CSNT www.endtcm21.com
05. – 07.10.2021 Williamsburg/USA	NDT in Aerospace 2021	ARCTOS www.ndt2021.utcd Dayton.com
06. – 07.10.2021 Paris/Frankreich	FCTM & ESOPÉ Symposium	SNCT/AFIAP/Infopro www.fctm-esope.com
12. – 15.10.2021 Beijing/China	3 rd World Congress on Condition Monitoring (WCCM 2021)	ChSNDD, ISCM www.wccm2021.com
18. – 21.10.2021 Moscow/Russland	VIII International Industrial Forum “NDT Territory”	RSNTTD https://expo.ronktd.ru/eng
19. – 20.10.2021 Coventry/Großbritannien	Workshop on structural integrity, NDT and CM requirements for Industry 4.0	BINDT www.bindt.org
01. – 30.11.2021 virtuell	International Ultrasonic Testing Online Conference 2021 (UT-Online 2021)	NDT.net, Kaunas University of Technology www.ndt.net/UTonline2021
03. – 05.11.2021 Buenos Aires/Argentinien	ART'21 – 13 th International Conference on non-destructive investigations and microanalysis for the diagnostics and conservation of cultural and environmental heritage	AAENDE
10. – 11.11.2021 Berlin/Deutschland	Seminar des FA Ultraschallprüfung Konventionelle und innovative Anwendungen der Ultraschallprüfverfahren	DGZfP www.dgzfp.de/seminar/ultraschall
15. – 18.11.2021 Phoenix/USA	ASNT Annual Conference	ASNT https://asnt.org

Datum Ort	Veranstaltung	Veranstalter
07. – 08.12.2021 Subang Jaya/ Malaysia	Malaysia International NDT Conference and Exhibition (6 th MINDTCE)	Malaysian Society for Non-Destructive Testing (MSNT) www.mindtce.com.my
2022		
08. – 11.02.2022 Wels/Österreich	iCT – 11 th Conference on Industrial Computed Tomography 2022	FH OÖ www.ict-conference.com/2022
10. – 11.02.2022 Berlin/Deutschland	Fachtagung Bauwerksdiagnose	DGZfP, BAM https://fachtagung-bauwerksdiagnose.de
28.02. – 04.03.2022 Incheon/Korea	20 th World Conference on Non-Destructive Testing (WCNDT 2020)	KSNT www.wcndt2020.com
15. – 17.03.2022 Erfurt/Deutschland	12. Fachtagung ZfP im Eisenbahnwesen	DGZfP www.dgzfp.de/seminar/eisenbahn
22.03.2022 Berlin/Deutschland	Anwenderseminar CarbonSafe2 Entwicklung einer referenzfreien Strukturüberwachung für Faserverbundwerkstoffe	DGZfP
26. – 28.04.2022 München/Deutschland	International Conference on NDE 4.0	DGZfP https://conference.nde40.com
03. – 06.05.2022 Stuttgart/Deutschland	35. Control 2022	Schall Messen www.control-messe.de
23. – 25.05.2022 Kassel/Deutschland	DGZfP-Jahrestagung 2022	DGZfP
06. – 10.06.2022 Lissabon/Portugal	13 th ECNDT 2022	FSEND-RELACRE https://ecndt2022.org
04. – 07.07.2022 Palermo/Italien	10 th European Workshop on Structural Health Monitoring (10 th EWSHM)	Univ. of Palermo, Univ. of Pittsburgh www.ewshm2020.com
10. – 15.07.2022 Berlin/Potsdam/ Deutschland	26th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology (SMIRT 26)	iASMIRT, DGZfP, TÜV NORD, swissnuclear, TU Kaiserslautern www.smirt26.com
23. – 26.08.2022 Waikoloa/HI/USA	7 th US-Japan NDT Symposium	ASNT, JSNDI www.asnt.org
14. – 15.09.2022 Schweinfurt/Deutschland	2. Fachseminar Wirbelstromprüfung Aktuelle Anwendungen und Entwicklungen – verschoben –	DGZfP www.dgzfp.de/seminar/et
20. – 23.09.2022 Berlin/Deutschland	InnoTrans 2022	Messe Berlin www.innotrans.de

➔ Besuchen Sie die virtuellen Arbeitskreise der DGZfP!

Informationen zu Themen und Terminen finden Sie zurzeit nur online unter

www.dgzfp.de/arbeitskreise



➔ Die ZfP-Zeitung ist Ihr idealer Werbeträger!

Mit einer Auflage von rund 4.000 Exemplaren erreicht die ZfP-Zeitung die ZfP-Firmen und ZfP-Experten in fast allen europäischen und in den wichtigen Ländern in Übersee.

Sonderkonditionen bei mehr als fünfmaliger Schaltung sind möglich.

Die neuen Anzeigenpreise und -formate sowie weitere Mediadaten finden Sie unter:

www.dgzfp.de/mediadaten

Die ZfP-Zeitung wird klimaneutral gedruckt.



IMPRESSUM

Die ZfP-Zeitung wird von der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP), der Österreichischen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (ÖGfZP) und der Schweizerischen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung (SGZP) herausgegeben.

Der Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag der Gesellschaften enthalten.

Redaktion

Dr. Anton Erhard, DGZfP (V.i.S.P.)
Max-Planck-Str. 6 | 12489 Berlin
Tel.: +49 30 67807-105 | E-Mail: er@dgzfp.de

Dr. Eric Cataldi | Schweizerische Bundesbahnen SBB
Ferrovie Federali Svizzere FFS | P-O-UHR-FZG-QK-VTK
Viale Officina 18 | 6500 Bellinzona | Schweiz
Tel.: +41 79 479 06 09 | E-Mail: eric.cataldi@sbb.ch

Dr. Gerhard Heck, ÖGfZP
Jochen Rindt-Str. 33 | 1230 Wien | Österreich
Tel.: +43 1 890 99 08 | E-Mail: office@oegfzp.at

Gerald Idinger, ÖGfZP
Jochen-Rindt-Str. 33 | 1230 Wien | Österreich
Tel.: +43 1 890 99 08 | E-Mail: office@oegfzp.at

Dr. Matthias Purschke, DGZfP
Max-Planck-Str. 6 | 12489 Berlin
Tel.: +49 30 67807-0 | E-Mail: mail@dgzfp.de

Anja Schmidt, DGZfP
Max-Planck-Str. 6 | 12489 Berlin
Tel.: +49 30 67807-103 | E-Mail: zeitung@dgzfp.de

Anzeigenverwaltung

Nadine Feyer, DGZfP
Max-Planck-Str. 6 | 12489 Berlin
Tel.: +49 30 67807-115 | E-Mail: anzeigen@dgzfp.de

Layout

Anja Schmidt, DGZfP
Max-Planck-Str. 6 | 12489 Berlin
Tel.: +49 30 67807-103 | E-Mail: zeitung@dgzfp.de

Sigrid Sy, DGZfP
Max-Planck-Str. 6 | 12489 Berlin
Tel.: +49 30 67807-104 | E-Mail: zeitung@dgzfp.de

Druck

Druckhaus Sportflieger
Sportfliegerstr. 7 | 12487 Berlin

Die Redaktion behält sich vor, Zuschriften zu kürzen. Ein Anspruch auf Abdruck besteht nur für Gegendarstellungen im Sinne des Presserechts.

Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen die Meinung des Autors, nicht unbedingt die der Redaktion dar. Die Verantwortung für den Inhalt der Anzeigen liegt ausschließlich bei den Inserenten.

ISSN 1616-069X

Die nächste Ausgabe der ZfP-Zeitung erscheint im Oktober 2021.

Redaktionsschluss: 8. September 2021

BUILDING THE FUTURE ON 50 YEARS OF EXPERIENCE



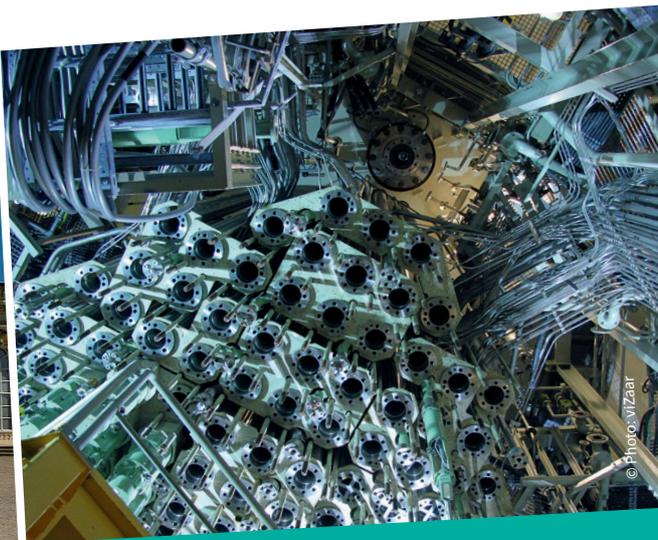
Submit your Abstract until 31 August 2021!

Present your latest developments, applications and research concerning all topics of Structural Mechanics in Reactor Technology.

Sponsorship and Exhibition

Become a sponsor and choose one of the lucrative sponsorship packages. Use the exhibition to demonstrate your services and products to potential partners and customers.

www.smirt26.com



26th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology

Postponed to

10 – 15 JULY 2022 | BERLIN/POTSDAM | GERMANY



SWISSnuclear





DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.

DGZfP-JAHRESTAGUNG 2022

Zerstörungsfreie Materialprüfung

Kassel 23. – 25. Mai



© Kassel Marketing GmbH



ZfP IN FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND ANWENDUNG

DGZfP e.V. | Max-Planck-Str. 6 | 12489 Berlin | Tel.: +49 30 67807-120 | E-Mail: tagungen@dgzfp.de | www.dgzfp.de