



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

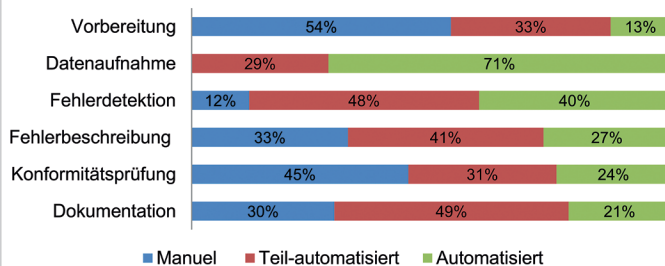
ZfP-ZEITUNG

April 2021

AUSGABE 174



Bezogen auf das höchst automatisierte Verfahren, wie hoch ist der Automatisierungsgrad der ZfP-Prozesse?



**ZfP 4.0 aus der Sicht
der ZfP-Community:**

Herausforderungen und Perspektiven

**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

In der Schweizerischen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung
sind über 140 Firmen und 75 Einzelmitglieder vertreten.



Leistungsangebot

- Ausbildung:** Ausbildung und Qualifizierungsprüfungen in den Stufen 1 und 2 der gängigen Zerstörungsfreien Prüfverfahren (ET, MT, PT, RT, UT, VT) Grundlagenprüfung Stufe 3 und Qualifizierungsprüfungen Stufe 3 in den Prüfverfahren MT, PT und VT
- Zertifizierung:** Erteilung von europaweit anerkannten Zertifikaten für ZfP-Personal nach SN EN ISO 9712 auf Grund der Akkreditierung nach SN EN ISO/IEC 17024 (Akkreditierungsnummer SCESe 0018)
- Information:** Informationsorgan (ZfP-Zeitung) gemeinsam mit der DGZfP und der ÖGfZP Vortragsabende im Winterhalbjahr
- Internationale Zusammenarbeit:** Mitglied in der EFNDT und im ICNDT
- Normung:** Intensiver Kontakt zur Schweizerischen Normenvereinigung
- Kontaktadresse:** SGZP
Schweizerische Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung
CH-8600 Dübendorf
E-Mail: office@sgzp.ch

AKTUELLES AUS DER DGZfP

- 3** DGZfP-Jahrestagung 2021 wird virtuell
- 3** Abschied von der Redaktion
Friederike Pohlmann
- 4** Wer ist eigentlich Dr. Thomas Wenzel? – Lernen Sie den neuen Geschäftsführer der DGZfP kennen
Anja Schmidt

ARBEITSKREISE UND FACHAUSSCHÜSSE

- 8** Rekordverdächtige Online-Sitzung des FA ZfP im Bauwesen
Prof. Alexander Taffe, Dr. Ernst Niederleithinger
- 8** Persönlicher Austausch – auch online möglich!
Michel Blankschän

BEIRATSWAHL

- 10** Ergebnisse der Beiratswahl 2021
Jutta Koehn, Dr. Matthias Purschke

VERANSTALTUNGEN | ANKÜNDIGUNGEN

- 10** Tagungen und Seminare der DGZfP
- 12** „NDT-Roadshow ONLINE“: Online-Präsentations- und Beratungsangebot

VERANSTALTUNGEN | BERICHTE

- 13** SCHALL 21 – virtuelle Praxis-Workshops als Herausforderung
Prof. Markus Sause, Dr. Lars Schubert

RÄTSEL

- 15** Gitterrätsel – ZfP-Edition

GESCHÄFTSSTELLE DGZfP

- 16** Neue Gesichter an vielen DGZfP-Standorten

GESCHÄFTSSTELLE ÖGfZP

- 20** ZfP Kurs- und Prüfungstermine der Stufen 1 und 2
- 21** ZfP Kurs- und Prüfungstermine der Stufe 3

GESCHÄFTSSTELLE SGZP

- 22** Kurs- und Prüfungsprogramm der SGZP 2021

DGZfP AUSBILDUNG UND TRAINING

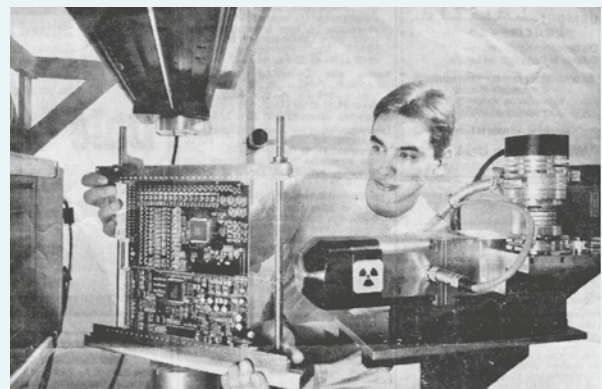
- 24** Premiere: Erste Schulung RT FDI in Hamburg
Patrick Schüle, Julia Willich
- 24** NDT Master®-Titel der DGZfP
Karina Bachmann, Susanne Zeidler
- 25** Norm-Entwurf DIN EN ISO 9712:2021-02 verfügbar



Titel: Fachbeitrag zur Auswertung der DGZfP-Umfrage zum Thema ZfP 4.0

[Bericht auf Seite](#)

43



Kennen Sie schon Dr. Thomas Wenzel? Wir stellen ihn vor.

[Bericht auf Seite](#)

4



Fachausschuss ZfP im Bauwesen tagt erfolgreich online

[Bericht auf Seite](#)

8

FACHBEITRÄGE

- 26** Brennfleck-Vermessung von Röntgenröhren – Einfach und Digital
Klaus Bavendiek
- 34** Schallemissionsprüfung an großmaßstäblichen Laborproben aus Beton
Gerd Manthei, Marcel Walther, Manuel Koob, Jens Minnert, Markus Blatt
- 43** ZfP 4.0 aus der Sicht der ZfP-Community: Umfrageergebnisse, Herausforderungen und Perspektiven
Marija Bertovic, Sascha Feistkorn, Daniel Kanzler, Bernd Valeske, Johannes Vrana

AUS DEN MITGLIEDSFIRMEN

- 50** DÜRR NDT stellt Flachdetektor für die Röntgenprüfung länglicher Strukturen vor
- 50** BW Plus NDT und DÜRR NDT kooperieren zukünftig im Bereich Digitalisierung und RT
- 51** Neuer Wasserstoffsensor verbessert die Erkennung und Lokalisierung kleiner Lecks – Inficon vereinfacht die Lecksuche
- 51** VisiConsult und Fujitsu treiben Smart Inspection voran
- 52** SONOTEC: Ultraschall-Spezialist feiert 30-jähriges Jubiläum – neuer Standort geplant
- 52** Einführung der neuen Mikrofokus-Produktlinie CT Plus mit 500 W Emissionsleistung
- 53** NDT 4.0: Waygate Technologies legt Datenmanagement-Plattform InspectionWorks neu auf
- 53** Schallstrahl mit überlagertem A-Bild: Das neue UT-Prüfgerät WAVE

KALENDER

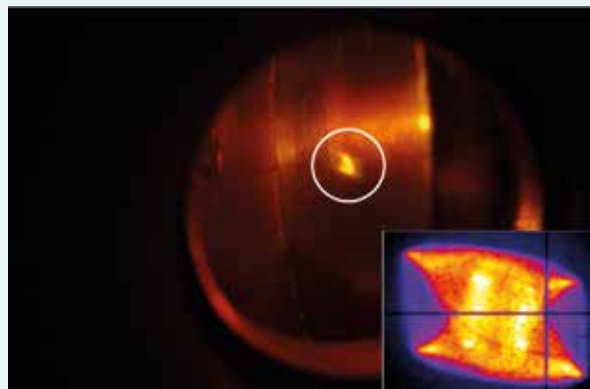
- 54** Geburtstagskalender
- 56** Arbeitskreiskalender
- 58** Internationaler Veranstaltungskalender

NEUE DGZfP-MITGLIEDER

- 55** Neue Mitglieder

IMPRESSUM

- 60** Impressum



Fachbeitrag über die Brennfleckvermessung von Röntgenröhren

[Bericht auf Seite](#)

26



Fachbeitrag zur Schallemission an großmaßstäblichen Laborproben aus Beton

[Beitrag ab Seite](#)

34

DGZfP-Jahrestagung 2021 wird virtuell

Auf Grund der derzeitigen Entwicklungen in Bezug auf das Coronavirus hat der Vorstand beschlossen, die Jahrestagung 2021 als virtuelle Tagung durchzuführen. Der Tagungstermin bleibt davon nahezu unberührt. Die Veranstaltung wird auf zwei Tage gekürzt und findet somit vom **10. – 11. Mai 2021** statt.

Die Mitgliederversammlung wird, wie im Vorjahr, als Online-Versammlung durchgeführt und auf den 10. Juni 2021 verlegt.

Die Entscheidung ist nicht leicht gefallen, aber auf Grund der aktuellen Pandemie-Situation und der ohnehin nur noch sehr begrenzten Vorbereitungszeit, unvermeidlich.

Aktuelle Informationen finden Sie unter

<https://jahrestagung.dgzfp.de>

Wir danken den Sponsoren für Ihre Unterstützung – auch bei der virtuellen Durchführung.

Wir danken unseren Sponsoren für die freundliche Unterstützung!

BMB

Gesellschaft für
Materialprüfung mbH



KARL DEUTSCH

Waygate Technologies
a Baker Hughes business

DEKRA

iwp⁺

OLYMPUS

wilnos NDT
Zubehör für die Prüftechnik

**DÜRR
NDT**

IT-Service Leipzig
GmbH

proceq

YXLON

Abschied von der Redaktion

Als ich vor fast 14 Jahren als neue Redakteurin der ZfP-Zeitung anfang, stand gleich ein großes Ereignis bevor: Die DGZfP beging ihr 75-jähriges Jubiläum. Mehrere große Veranstaltungen in verschiedenen Städten wurden geplant, dazu gehörten eine persönliche Einladung und ein informativer Presstext. Der Vorstand beschloss, dass – wie bereits zum 25. und zum 50. Jubiläum – ein Sonderheft erscheinen sollte. Es gab also sofort jede Menge zu tun und zu schreiben über Menschen und besonders Themen, die mir nicht gerade vertraut waren.

Immerhin gab es hilfreiche Kolleginnen und Kollegen, die mir zur Seite standen. Schnell lernte ich die „vereinstypischen Besonderheiten“ kennen, die bereits in der Stellenausschreibung zu diesem Job eine Rolle spielten. Denn die „Zeitungsfrau“ arbeitet

nicht in einer beliebigen Redaktion, sondern lernt schnell, worauf es in einem Verein ankommt: auf die Mitglieder zu hören,



ihre Anregungen und Wünsche zu verstehen. Und aus allem eine interessante und abwechslungsreiche Mitgliederzeitschrift

zusammenzustellen, in die sie gern mal reinschauen.

Für mich waren es 14 interessante Jahre bei der DGZfP, es gab viele Reisen zu Tagungen und Konferenzen, Gespräche und Interviews, ein Höhepunkt war fraglos die WCNDT 2016 in München. Unser Verein hat sich in diesen Jahren verändert, wurde moderner und zunehmend digital. Ergänzend zur Zeitung setzten wir den ZfP-Blog auf, aber noch im letzten Jahr wünschte sich eine Mehrheit der Mitglieder die gedruckte Ausgabe der Zeitung. Meine Nachfolgerin, Anja Schmidt, kümmert sich weiter darum.

Ich sage Tschüss und wünsche Ihnen und mir, dass wir auch zukünftig fünfmal im Jahr eine interessante ZfP-Zeitung ins Haus bekommen.

Friederike Pohlmann

Wer ist eigentlich Dr. Thomas Wenzel?

Lernen Sie den neuen Geschäftsführer der DGZfP kennen



geb. am 10.11.1965
in Neuendettelsau in Mittelfranken
verheiratet, eine neunjährige Tochter
Spitzname: Tom

Meine Kolleg*innen halten mich für... *menschlich, authentisch, offen, neugierig, humorvoll*

Das ist mein Lebensmotto... *Es gibt immer einen Weg.*

Das ist meine größte Stärke... *komplizierte (technische) Dinge anschaulich und greifbar zu machen*

Das ist meine größte Schwäche... *ungeduld*

Die größte Erfindung aller Zeiten ist... *der Transistor*

An der DGZfP schätze ich... *dass sie es immer schafft, Menschen zu einer offenen, zielgerichteten Diskussion zusammenzubringen*

Für die Zukunft der DGZfP wünsche ich mir... *dass ihre Mitglieder begeistert dabei sind*

Thomas Wenzel hat damals sein Hobby zum Beruf gemacht. Nach dem Abitur mit den Leistungskursen Mathe und Physik nahm er ein Studium der Informatik mit dem Nebenfach Fertigungsautomatisierung auf. Als einer von 400 Studienanfängern auf 120 Studienplätzen saß er in völlig überfüllten Hörsälen oder sogar auf den Gängen. Trotz des sehr mathematisch geprägten Grundstudiums sammelte er durch sein Nebenfach in dieser Zeit auch erste Erfahrungen im Bereich der Metalle, Gießverfahren, Materialprüfungen und Metallurgie. Nach seinem Diplom 1993 herrschte auf dem Arbeitsmarkt für Informatiker jedoch erst einmal Saure-Gurken-Zeit. Nach vielen Bewerbungen und Absagen war es der Zufall, der Thomas Wenzel im Dezember 1993 an das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) in Erlangen brachte. Ein ehemaliger Studienkollege arbeitete dort, räumte die Stelle aber um anderenorts zu promovieren.

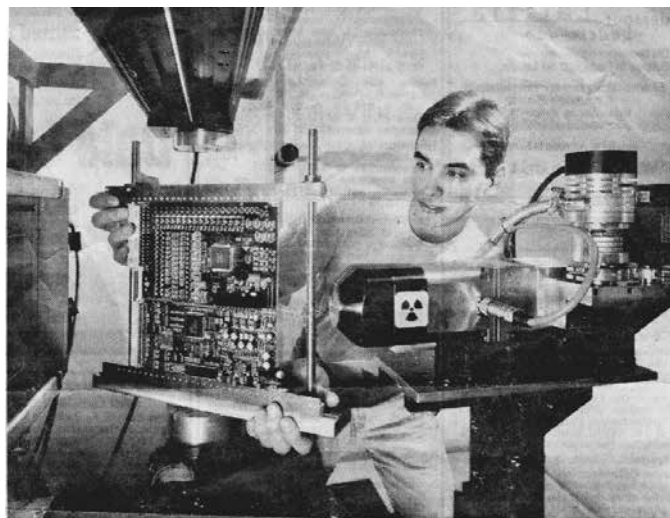
„Ich sehe grauen Matsch, ich erkenn da gar nichts.“

Und schon ging es los, das erste Röntgenbild, das Thomas Wenzel sah, stellte sich für ihn als „grauer Matsch“ dar. Schnell arbeitete er sich in die Materie ein und erlangte die für diesen Job benötigten Kenntnisse und Fertigkeiten, sodass aus dem grauen Matsch auch für ihn bald aussagekräftige Bilder wurden und das damals entwickelte Räderprüfsystem zu einem großen Erfolg werden konnte.

Erste Berührungspunkte mit der DGZfP hatte Thomas Wenzel 1995, kurz nach seinem Start am Fraunhofer IIS. Bei der Arbeitsgruppe „Bildverarbeitung in der Durchstrahlungsprüfung“ im Fachausschuss Durchstrahlungsprüfung stellte er das besagte Räderprüfsystem vor, ließ sich jedoch nicht allzu sehr in die Karten blicken, da in dem damals sehr kleinen Publikum, bestehend aus drei Personen, unter anderem Matthias Purschke saß, der zu dieser Zeit für einen großen Mitbewerber tätig war.

Es folgten weitere – zum Teil internationale – Veranstaltungen, bei denen Thomas Wenzel abermals auf Matthias Purschke traf. Tagsüber „prügelten“ sie sich um Kunden, abends tranken sie ein Bier zusammen und verstanden sich seither sehr gut.

Die DGZfP und der Fachausschuss Durchstrahlungsprüfung haben Thomas Wenzel weiterhin auf seinem Weg begleitet. Zu den Erfahrungen im Bereich der Röntgentechnik gesellten sich mit der Gründung des Fraunhofer-Entwicklungszentrums Röntgentechnik (EZRT) und dem damit verbundenen Zusammenschluss mit dem Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP) auch



Ein Beispiel für moderne Röntgentechnik, die Fraunhofer nach Fürth mitbringt: Die Prüfung elektronischer Bauelemente. Foto: Fuchs

1999: Foto von Thomas Wenzel in einem Zeitungsbericht zum Umzug des Fraunhofer IIS von Erlangen nach Fürth



2001: Randolph Hanke, Thomas Wenzel und Ulf Haßler (v. li.) werden mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis ausgezeichnet

Kenntnisse anderer ZfP-Verfahren. Er erkannte, dass eine Kombination verschiedener Prüfverfahren gewinnbringender – im Sinne der Informationsbeschaffung – ist, als sich nur auf ein Verfahren zu versteifen: $1 + 1 = 3$

Anhand einzelner Verfahren lässt sich der Zustand beispielsweise von Bauteilen bestimmen, durch die Kombination verschiedener Verfahren und der von ihnen erzeugten Informationen ist man aber in der Lage, Vorhersagen treffen zu können – Vorhersagen über Veränderungen und Trends im Prozess, die letztendlich auch zu Ausschuss führen – und diesen rechtzeitig entgegenwirken zu können. ZfP kann also Prozesse und nicht nur Bauteile bewerten.

In diesem Punkt sieht Thomas Wenzel auch eine wichtige Funktion der DGZfP: das Bewusstsein für diesen Trend in der Entwicklung der ZfP braucht bei Anwendern und Herstellern noch eine größere Verbreitung. Hier kann die DGZfP unterstützen, sofern dies von den Mitgliedern gewünscht wird.

Motivation

Die DGZfP ist für Thomas Wenzel eine Plattform für Gleichgesinnte, sich auszutauschen. Sie stellt den neutralen Boden zur Verfügung, um den nächsten Schritt zu gehen. Die DGZfP steht für eine starke Gemeinschaft, als neuer Geschäftsführer will Thomas Wenzel diese voranbringen und sich neuen Themen und Herausforderungen stellen. Nach 21 Jahren beim Fraunhofer-Institut und sechs Jahren in der Industrie, davon zweieinhalb als Geschäftsführer, kennt er sowohl die wissenschaftliche als auch die wirtschaftliche Sichtweise auf die ZfP. Er sieht die DGZfP in der Verantwortung, das Nischenthema ZfP attraktiv zu halten. Dies muss zukünftig verstärkt durch Digitalisierung passieren. Der Begriff Zerstörungsfreie Prüfung wird nicht mehr im Vordergrund stehen, stattdessen muss ZfP sich als unverzichtbarer Teil in die Fertigungskette einfügen. Hier spielt die Digitalisierung – die ZfP 4.0 – eine große Rolle. Seit der Gründung des DGZfP-Fachausschusses ZfP 4.0 bringt sich Thomas Wenzel im Rahmen seiner Möglichkeiten ein. Nach der anfänglichen Frage, in welche Richtung sich der Fachausschuss entwickeln soll und welche Aufgaben er zu bearbeiten hat, sieht Thomas Wenzel den Fachausschuss auf einem guten Weg.

Für seine Zukunft bei der DGZfP sieht sich Thomas Wenzel als Teamplayer. Er vertraut darauf, in den Mitarbeitern ein gutes Team zu finden, auf das er sich verlassen kann und das sich auf ihn verlassen kann. Ihm ist wichtig, dass nicht alle Teamkollegen die gleichen Fähigkeiten und Kenntnisse haben, sondern dass man sich gut ergänzt und so gemeinsam die besten Lösungen, auch für größere Herausforderungen, finden kann.

Work-Life-Balance

In Bezug auf sein Privatleben hofft Thomas Wenzel eine bessere Balance zu finden, als es ihm als Geschäftsführer eines international agierenden Industrieunternehmens mit Standorten verteilt über den ganzen Globus möglich war. Seine Familie ist ihm sehr wichtig. Er wird im Mai in der DGZfP-Geschäftsstelle in Berlin-Adlershof seine Stelle zur Einarbeitung als neuer Geschäftsführer antreten. Seine Familie wird ihm etwas später folgen, damit seine neunjährige Tochter noch das laufende Schuljahr in Hamburg beenden kann. Er selbst hat noch nie in Berlin gelebt. Aufgewachsen in einem kleinen Dorf mit 200 Einwohnern, steigerte er sich über Erlangen und Hamburg nun bis zur Metropole Berlin und hofft, dass ihm das Leben hier gefällt. Denn dass Berlin immer eine Reise wert ist, weiß er schon länger.

Als Ausgleich zur ständigen Hirnarbeit arbeitet Thomas Wenzel gern mit Holz und baut unter anderem Möbel. Sein – wie er es nennt – Meisterstück: Ein Bücherschrank mit TV-Lift. Er hatte so ein Möbelstück vor längerer Zeit in einem Geschäft gesehen, fand die Idee toll, aber der Schrank selbst traf nicht seinen Geschmack. Also suchte er nach einer Lösung. Er kontaktierte den TV-Lift-Hersteller direkt und hatte schon wenige Tage später das benötigte Gerät vor der Tür stehen. Nach ausgiebiger Planung konstruierte er drumherum ein Möbelstück, das sowohl seinen als auch den Vorstellungen seiner Frau gerecht wurde. Er arbeitete oft morgens, bevor er zur Arbeit ging, effektiv investierte Thomas Wenzel etwa zwei Arbeitswochen in diesen Schrank. Das gute Stück wurde vollständig mit Straußenleder überzogen und kam ohne jegliche Dübel, Schrauben oder Nägel aus und hielt allein durch die Schwerkraft zusammen.



Als Ausgleich zum Arbeitsalltag geht Thomas Wenzel auch gern einer seiner Lieblingssportarten, dem Rennradfahren, nach.

Solch kleine Feinheiten, die man von außen nicht sieht, von denen er aber weiß, dass sie eingebaut sind, treiben Thomas Wenzel an.

In seiner Freizeit kocht er gern ayurvedisch, reist gern und schläft, wenn sich die Möglichkeit bietet, gerne lang.

Sein liebstes Reiseland ist Kanada. Diese unendliche Weite, der europäische Einschlag bei den Menschen... die Mischung ist für ihn einfach sensationell. Dorthin würde er auch am ehesten auswandern. Für das nächste Jahr steht aber erst einmal die „Inside Passage“ – ein Seeweg vor der Küste Alaskas und British Columbias mit etwa 1000 Inseln – auf seinem Plan.

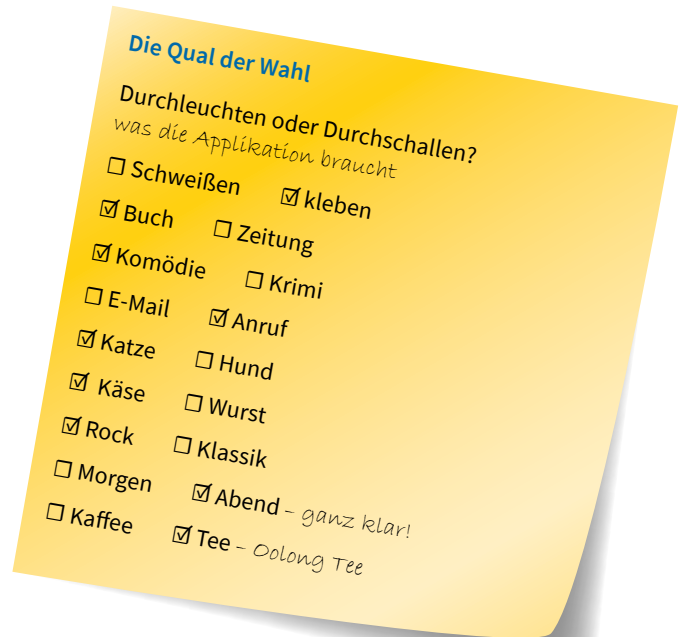
Zukünftige Herausforderungen

Mit seiner Aufgabe als zukünftiger Geschäftsführer der DGZfP stellt er sich neuen Herausforderungen. Die DGZfP kennt er natürlich schon lange, aber wie dort alles im Detail funktioniert wird er erst herausfinden, wenn er am 1. Mai startet. In einigen Bereichen kennt er sich schon gut aus, manch andere Themenfelder, wie z. B. die Zertifizierung und Akkreditierung, sind komplettes Neuland für ihn. Als großes Thema für die kommenden Jahre sieht er neben der Digitalisierung auch die Nachwuchsförderung und -gewinnung.

Generell ist Thomas Wenzel aber der Meinung, dass die DGZfP super dasteht und bisher gut durch die Krise gekommen ist. Einen großen Änderungsbedarf sieht er aktuell nicht, dennoch hat er natürlich auch ein paar Ideen, um die Feile anzusetzen. Nicht die Kreissäge, wie er betont!

Wir wünschen Thomas Wenzel einen guten Start in seiner neuen Position und freuen uns auf die ein oder andere frische Brise.

Anja Schmidt



KOWOSPOT X

Die neue KOWOSPOT X Lochkamera ermöglicht die Messung von Brennflecken an Röntgenröhren mit ein paar Mausklicks in wenigen Sekunden. Und das normkonform nach der aktuellsten Ausgabe der ASTM E1165-20 und der EN 12543-2.

Durch den modularen Aufbau können Brennflecke von 100 µm bis >4 mm (FS0 bis FS17) vermessen werden.



Die bedienerfreundliche Software führt durch den Messprozess, wertet die Bilder automatisch aus und generiert dabei Protokolle und Ergebnisbilder.

Der Detektor mit 20 µm Pixelgröße ist für >6000 Bilder ausgelegt und erledigt eine 0,4 mm Aufnahme in zwei Sekunden.

Als klassische Alternative ist die KOWOSPOT auch für die Auswertung mit Film und CR Speicherfolie erhältlich.

**Kostengünstige
und schnelle
Brennfleckmessung an
Industrie-Röntgenröhren**



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

MOBILES RÖNTGEN

Praxisgerecht und sicher



Mobiles Röntgen - Vorteile

Schnelle Bilderstellung

Hohe Bildgüte

Unempfindlichkeit gegenüber Unter- und Überbelichtung

Umfassende Bildbearbeitung

Analyse und Dokumentation (Dicomdekonform)

Kostenreduktion:

- Kein Verbrauchsmaterial
- Geringere Bearbeitungskosten

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

Unser Service für Sie

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

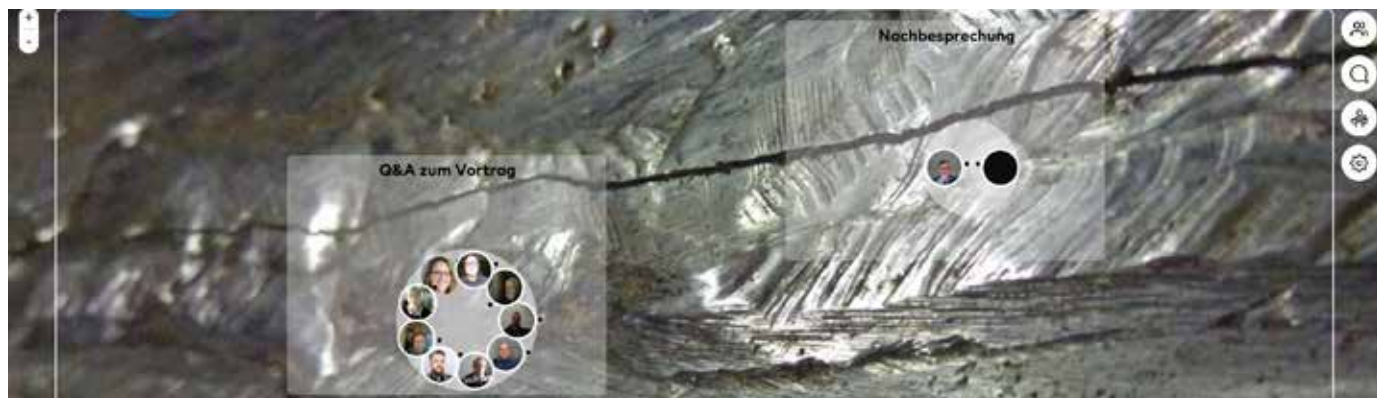
Rekordverdächtige Online-Sitzung des FA ZfP im Bauwesen

Am 10.02.2021 traf sich der DGZfP-Fachausschuss ZfP im Bauwesen (FA ZfPBau) online zu seiner 37. Sitzung. Diese war gleich in mehrerer Hinsicht rekordverdächtig: Mit über 40 Teilnehmern lag die Beteiligung gut ein Drittel höher als sonst. Auch die Zahl von insgesamt vier (!) zur Abstimmung gebrachten Merkblättern (B 02, B 03, B 11 und B 12 in Englisch) war bislang unerreicht. Das ist ein Beleg dafür, dass die Pandemiezeit die Ausschussarbeit durchaus befeuern kann. Zudem wurde in den letzten Monaten vom Unterausschuss Ausbildung ein Entwurf der DIN 4871 zur Qualifizierung und Zertifizierung

von Prüfpersonal im Bereich ZfPBau vorbereitet. Nicht zuletzt wurde das Programm der Fachtagung Bauwerksdiagnose 2022 auf den Weg gebracht. Die Bauwerksdiagnose 2020 war eine der letzten Veranstaltungen der DGZfP, die noch in Präsenz stattfand. Demnach stehen die Zeichen gut, dass die nächste Fachtagung am 10. und 11. Februar 2022 wieder unter normalen Umständen an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung in Berlin stattfinden kann – fast so als wäre nichts gewesen.

Prof. Alexander Taffe, Dr. Ernst Niederleithinger

Persönlicher Austausch – auch online möglich!



Virtuelle Nachsitzung des Arbeitskreises Berlin bot sowohl die Gelegenheit, Fragen direkt an die Vortragenden zu stellen, als auch, sich mit anderen Teilnehmenden im kleineren Kreis auszutauschen.

Februar-Sitzung erstmals mit virtueller Nachsitzung

Der Arbeitskreis Berlin lud am 9. Februar 2021 zu seiner 424. Sitzung ein. Dieses Mal stand die Veranstaltung ganz im Zeichen der Sichtprüfung. Der stellvertretende Arbeitskreisleiter, Michel Blankschän (DGZfP Ausbildung und Training GmbH), befasst sich im Rahmen seiner Promotion mit den Einflussfaktoren der Anzeigenerkennbarkeit in der visuellen Prüfung. Dabei geht es vor allem um die Schaffung einer wissenschaftlichen Grundlage zur Einordnung des Ursprungs und der Relevanz von normativen Anforderungen für die Sichtprüfung.

In seinem Vortrag stellte er den Versuchsaufbau vor und präsentierte erste Ergebnisse der noch laufenden Untersuchungen. Dabei konnte schon jetzt die Komplexität der Detektion von Fehlstellen mit dem Auge aufgezeigt werden, welche durch die Forderung einer Mindestbeleuchtungsstärke bei der Prüfung nicht ausreichend berücksichtigt werden kann.

Der Vortrag stieß bei den 66 Teilnehmenden auf großes Interesse, welches mit durchweg positivem Feedback in der anschließenden Nachbesprechung bestätigt wurde. Als Premiere wurde die virtuelle Nachsitzung auf der Konferenzplattform Wonder.me durchgeführt. Dort hatten alle Interessierten die Möglichkeit sich direkt an den Vortragenden zu wenden und mit ihm, aber auch den anderen Teilnehmenden, ins Gespräch zu kommen.

Gerade dieser persönliche Austausch kam in den vergangenen Monaten bei den Online-Arbeitskreissitzungen deutlich zu kurz. Entsprechend positiv fiel die Resonanz der Teilnehmenden auf diese Form der Nachbesprechung aus, weshalb sie auch bei zukünftigen Sitzungen wieder zum Einsatz kommen soll.

März-Sitzung in englischer Sprache

Der Arbeitskreis Berlin lud am 2. März 2021 zu seiner 425. Sitzung ein. Erneut fand die Veranstaltung als reines Online Meeting statt. Thema des Vortrages waren „besondere Phased-Array-Techniken für anspruchsvolle Anforderungen“, präsentiert von Hervé Saulais und Cyril Thibault von der Firma AOS. Ihren Sitz hat die Firma AOS/TPAC im französischen Nantes. Auf Grund der internationalen Gäste, erfolgte die Präsentation in englischer Sprache.

In gut 60 Minuten stellten die Herren Saulais und Thibault das Unternehmen kurz vor und veranschaulichten durch diverse Produktvideos die Expertise im Bereich der Ultraschalltechnik. Anschließend gaben sie Einblicke in den Entwicklungsprozess neuer, kundenspezifischer Prüflösungen. Angereichert wurde die Präsentation immer wieder mit Anwendungsbeispielen aus der Praxis, in denen die von AOS entwickelte Prüftechnik zum Einsatz kommt.

Insgesamt 49 Teilnehmende verfolgten die Präsentation mit großem Interesse. In der Nachbesprechung auf der Wonder.me-Plattform hatten die Teilnehmenden dann die Möglichkeit ihre Fragen direkt an die Vortragenden zustellen. An der Diskussion nahm auch der Geschäftsführer und Gründer von AOS/TPAC, Dominique Bracconnier, teil und gab so einen noch detaillierteren Einblick in das Unternehmen.

Michel Blankschän

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/>

Ergebnisse der Beiratswahl 2021

Die Mitglieder der Gruppen A, B, C, H, I, J und U 35 haben Anfang des Jahres ihre Beiratsvertreter auf elektronischem Wege gewählt. Die Auszählung der Wahlen erfolgte am 26. Februar bzw. 9. März 2021 und wurde von den Beauftragten des Vorstandes, Prof. Alexander Taffe und Hans-Joachim Malitte, beaufsichtigt. In der Gruppe H war zur Präzisierung des Wahlergebnisses eine Wahlwiederholung erforderlich. Dennoch hat sich dabei kein eindeutiges Votum ergeben, so dass diese Mitgliedergruppe durch drei Repräsentanten im Beirat vertreten ist.

Wir gratulieren den neu- bzw. wiedergewählten Beiräten sehr herzlich:

Gruppe A:

Behörden, Verbände, Forschungseinrichtungen und Ausbildungsstätten

Dr. Anne Jüngert	Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart
Detlef Meixner	Lehr- und Versuchsgesellschaft für Qualität (LVQ), Chemnitz

Gruppe B:

Hersteller und Lieferanten von Prüfgeräten und Zubehör

Dr. Wolfram Deutsch	KARL DEUTSCH, Wuppertal
Dr. Eberhard Neuser	Baker Hughes Digital Solutions / Waygate Technologies, Wunstorf

Gruppe C: Persönliche Mitglieder

Dr. Uwe Ewert	Teltow
Dr. Uwe Zscherpel	Gliencke

Gruppe U 35

Falk Ahrens	MQ Engineering, Rostock
Giovanni Schober	SKZ – Das Kunststoffzentrum, Würzburg

Gruppe H:

Fahrzeug-, Maschinen- und Schiffbau

Peter Jahnke	BMW, München
Karsten Sander	MEYER WERFT, Papenburg
Kilian Wendt	Feldbinder Spezialfahrzeugwerke, Winsen

Gruppe I:

Eisenbahn

Uwe Börner	DB Systemtechnik, Kirchmöser
Simon Siedlaczek	Alstom Transport Deutschland, Salzgitter

Gruppe J: Luft- und Raumfahrt

Dr. Clemens Bockenheimer	Airbus, Bremen
Dr. Stefan Neuhäusler	MTU Aero Engines, München

Die neu gewählten Beiräte müssen noch von der **Mitgliederversammlung 2021** bestätigt werden.

Die Mitgliederversammlung wird, wie im Vorjahr, als **Online-Versammlung am 10. Juni 2021** durchgeführt. Hierfür ist es wieder notwendig die Beschlussfassungen vor der Mitgliederversammlung in einem schriftlichen Abstimmungsverfahren einzuholen. Erneut gilt, dass sich 50 % der Mitglieder am Abstimmungsverfahren beteiligen müssen.

Jutta Koehn, Dr. Matthias Purschke

Veranstaltungen | Ankündigungen

Tagungen und Seminare der DGZfP

virtuell am 14./15. und 20./21. April 2021 und
vom 26. – 28. April 2022 in München

International Conference on NDE 4.0

Industrie 4.0 ist die laufende vierte industrielle Revolution, die auf Digitalisierung, digitaler Transformation, Vernetzung und Netzwerken basiert und von Daten für ihre Rückkopplungsschleifen lebt. Eine ihrer größten und wertvollsten Datenquellen ist die ZfP. Industrie 4.0 führt zu verbesserter Produktion, Design und Wartung, indem die Daten, die durch das industrielle Internet der Dinge bereitgestellt werden, in digitalen Zwillingen analysiert und in Wissen konvertiert werden. Maßnahmen wie künstliche Intelligenz, Big Data Datenverarbeitung oder Augmented Reality erlauben es, die Daten auszuwerten und zu visualisieren. Blockchains ermöglichen eine änderungssichere Speicherung und Rückverfolgbarkeit und 5G die von Industrie 4.0 benötigten drahtlosen Verbindungen. Dies wird zu großen Veränderungen für die ZfP führen.

Zu diesem Thema diskutieren Experten aus aller Welt derzeit anlässlich der ersten internationalen Konferenz. Einen Artikel dazu finden Sie in der Juni-Ausgabe 2021.

Im nächsten Jahr findet vom 26. – 28. April die Face-to-Face-Konferenz in München statt. Hierfür können bereits Beiträge angemeldet werden. Wir freuen uns, Sie 2022 in München zu treffen.

<https://conference.nde40.com>

Tagungen und Seminare der DGZfP

NEU: 10. – 15. Juli 2022, Berlin/Potsdam

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

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. Reichen Sie Ihre Beiträge bis zum 31. August 2021 ein und stellen Sie Ihre wissenschaftlichen und technischen Innovationen vor.

Alle aktuellen Informationen zur Tagung 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

10. – 11. November 2021, Berlin

Seminar des FA Ultraschallprüfung
Konventionelle und innovative Anwendungen der Ultraschallprüfverfahren

10. – 11. Februar 2022, Berlin

Fachtagung Bauwerksdiagnose

15. – 17. März 2022, Erfurt

12. Fachtagung ZfP im Eisenbahnwesen

22. März 2022, Berlin

Anwenderseminar CarbonSafe2
Entwicklung einer referenzfreien Strukturüberwachung für Faserverbundwerkstoffe

„NDT-Roadshow ONLINE“: Online-Präsentations- und Beratungsangebot

Die „NDT-Roadshow ONLINE“ ist die digitale Ergänzung zu den – in normalen Zeiten – regelmäßig durchgeführten Präsenzveranstaltungen der „NDT-Roadshow Deutschland“.

Bei den Anbietern der Online-Vorträge handelt es sich um führende Fachunternehmen aus Deutschland mit langjähriger Expertise in den jeweiligen zFP-Verfahren. Aktuell nehmen teil: PFINDER (Böblingen), BMB (Bad Rappenau), DÜRR NDT (Bietigheim-Bissingen), Laubinger+Rickmann (Nordwalde) und Rohmann (Frankenthal).

Das Programm der Online-Vorträge umfasst derzeit folgende Verfahren:

- Magnetpulver- und Eindringprüfung (PFINDER)
- Prüfdienstleistungen und Service (BMB)
- Durchstrahlungsprüfung (DÜRR NDT)
- Anlagenbau für PT und UT (Laubinger+Rickmann)
- Wirbelstromprüfung (Rohmann)

Aktuell werden 31 Themen zu verschiedenen Terminen in fünf Sprachen angeboten. Die Präsentationen der „NDT-Roadshow ONLINE“ werden in Deutsch und Englisch, sowie teilweise auch in Spanisch,

NDT ROADSHOW ONLINE

Italienisch und Französisch durchgeführt. Die Teilnahme ist kostenlos, eine vorherige Online-Registrierung ist erforderlich.

Die Online-Vorträge umfassen außerdem anschließende Frage- und Diskussionsrunden, die Raum für vertiefende Gespräche bieten.

Die „NDT-Roadshow ONLINE“ ist eine Weiterentwicklung des seit September 2020 von PFINDER durchgeführten Online-Präsentations- und Beratungsangebot der „NDT-WebSessions“. Aufgrund der sehr positiven Resonanz wurde das Verfahrensspektrum jetzt erweitert und mit weiteren Partnern ein noch umfangreicheres Programm entwickelt.

Eine Übersicht zum Gesamtangebot mit allen Anbietern, Themen und Terminen und die Möglichkeit zur Anmeldung findet sich unter:

www.ndt-roadshow-online.de

INDUSTRIAL COMPUTED TOMOGRAPHY



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA



11TH CONFERENCE ON INDUSTRIAL
COMPUTED TOMOGRAPHY 2022

School of Engineering | Wels Campus |
Austria

8th - 11th February 2022

- » Non-destructive Testing
- » 3D Materials Characterisation
- » Dimensional Measurement
- » Industry Cases

www.ict-conference.com/ict2022

Submit
your abstract until
3rd July 2021 and
participate!

Co-Organisers



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.

SCHALL 21 – virtuelle Praxis-Workshops als Herausforderung

Vom 24. bis 25. Februar 2021 fand die virtuelle Veranstaltung „SCHALL 21 – Entwicklung und Anwendung der Schallemissionsanalyse und Zustandsüberwachung mit geführten Wellen“ statt. Die Veranstaltung wurde von den Fachausschüssen Schallemissionsprüfverfahren (FA SEP) und Zustandsüberwachung (FA SHM) organisiert.

Die Begrüßung erfolgte durch Dr. Dirk Treppmann als Vorstandsmitglied der DGZfP und die beiden Fachausschussvorsitzenden (Prof. Markus Sause und Dr. Lars Schubert).

Innerhalb der gemeinsamen Veranstaltung wurde ein Überblick über die verschiedenen Anwendungen der Schallemission für die Analyse, Prüfung oder Dauerüberwachung (Monitoring) sowie für die Prüfung mit geführten Wellen gegeben.

57 Teilnehmende folgten der virtuellen Einladung. Eine Herausforderung stellte die Umsetzung der geplanten Workshops dar. Zu den Themen Schallemission, Geführte Wellen, Maschinelles Lernen und Elektromechanische Impedanz waren ursprünglich Workshops geplant, die den Umgang mit den Methoden in Form praktischer Versuche vermitteln sollten. Die Workshops wurden umgestellt und nun virtuell als Webinare durchgeführt und erfreuten sich – trotz der Einschränkungen des virtuellen Formats – großer Beliebtheit.

Die Veranstaltung wurde insgesamt von den Teilnehmenden sehr positiv aufgenommen. Unser Dank gilt neben der DGZfP für die Orga-



Begrüßung der Teilnehmenden durch Lars Schubert (Vorsitzender FA SHM), Markus Sause (Vorsitzender FA SEP) und Dirk Treppmann (Vorstand DGZfP) (v.l.)

nisation vor allem den Vortragenden und Workshoporganisatoren. Wir hoffen, dass trotz aller digitaler Möglichkeiten die nächste Veranstaltung in zwei Jahren wieder als Präsenztagung stattfinden kann.

Prof. Markus Sause, Dr. Lars Schubert

sectorcert®

MAKING LIFE LESS DANGEROUS. WWW.SECTORCERT.COM

PROVEN HEROES.
PERSONALQUALIFIZIERUNG
UND -ZERTIFIZIERUNG.
WELTWEIT.



WE GO HYBRID!

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

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

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

Dear NDT&CM participants, Dear NDT&CM community!

We are hoping that 2021 would bring improvement on the COVID front and that we would see the NDT&CM community physically in Prague, our beloved city.

Unfortunately, the situation at the beginning of 2021 is not that positive, with high numbers of new cases, strict Government regulations, lock-downs and actually stopped cross-border travel. We hope the situation will improve as we approach summer, but with the current (slow) progress with vaccination, and travel bans some big companies and Universities have issued, we would be naive to think that our NDT&CM 2021 will be a "normal" one.

Due to the unpredictable worldwide situation and ongoing travel restrictions, the Organizing Committee

decided to organize **the event in a hybrid format** (virtual and present) if possible.

Partners will have an opportunity to promote themselves online and onsite at the same time which will allow you to reach an even wider range of potential business partners. The present form may vary due to the governmental restrictions placed at the moment or be completely withdrawn.

How will it look like?

1. The paper submission and review will proceed as usual.
2. At registration, we will ask participants to select physical or virtual presence at the conference. Both physical and virtual participants will have the same access to the talks and posters at the conference.
More details and conditions about registration will be available on website in registration section soon.
3. International conference NDE & CM for Safety, the 11th workshop NDT in Progress and the NDT & CM Expo will be held in hybrid, only the 51st annual CNDT conference Defektoskopie will be held only in physical format.
4. We will follow all health and hygiene measures on site so that the event is as safe as possible.

As the majority of the NDT conferences in 2021 is cancelled or postponed, the **2nd European NDT& CM Days** will be one of the most important NDT, CM, SHM and other related branches **WORLD EVENTS** in 2021. We hope that the Conference will not only be an opportune time for exchanging research findings but also an occasion for strengthening existing contacts and establishing new ones for all participants.

Although we believe that physical participation will be possible, please follow the conference website carefully for new information and wait for the final confirmation to purchase your flight tickets.

This will be the event of the decade; we hope to see you there!



Libor Topolář
Libor Topolář
CNDT president



Pavel Mazal
Pavel Mazal
CNDT Vice president
Chairman of the Organizing committee



ABSTRACT SUBMISSION OPENS ON MARCH, 1ST.

ORGANISER'S



GUARANT
INTERNATIONAL

EF European Federation for
Non-Destructive Testing
NDT

PARTNER'S



TECH MAGAZÍN

www.endtcm21.com

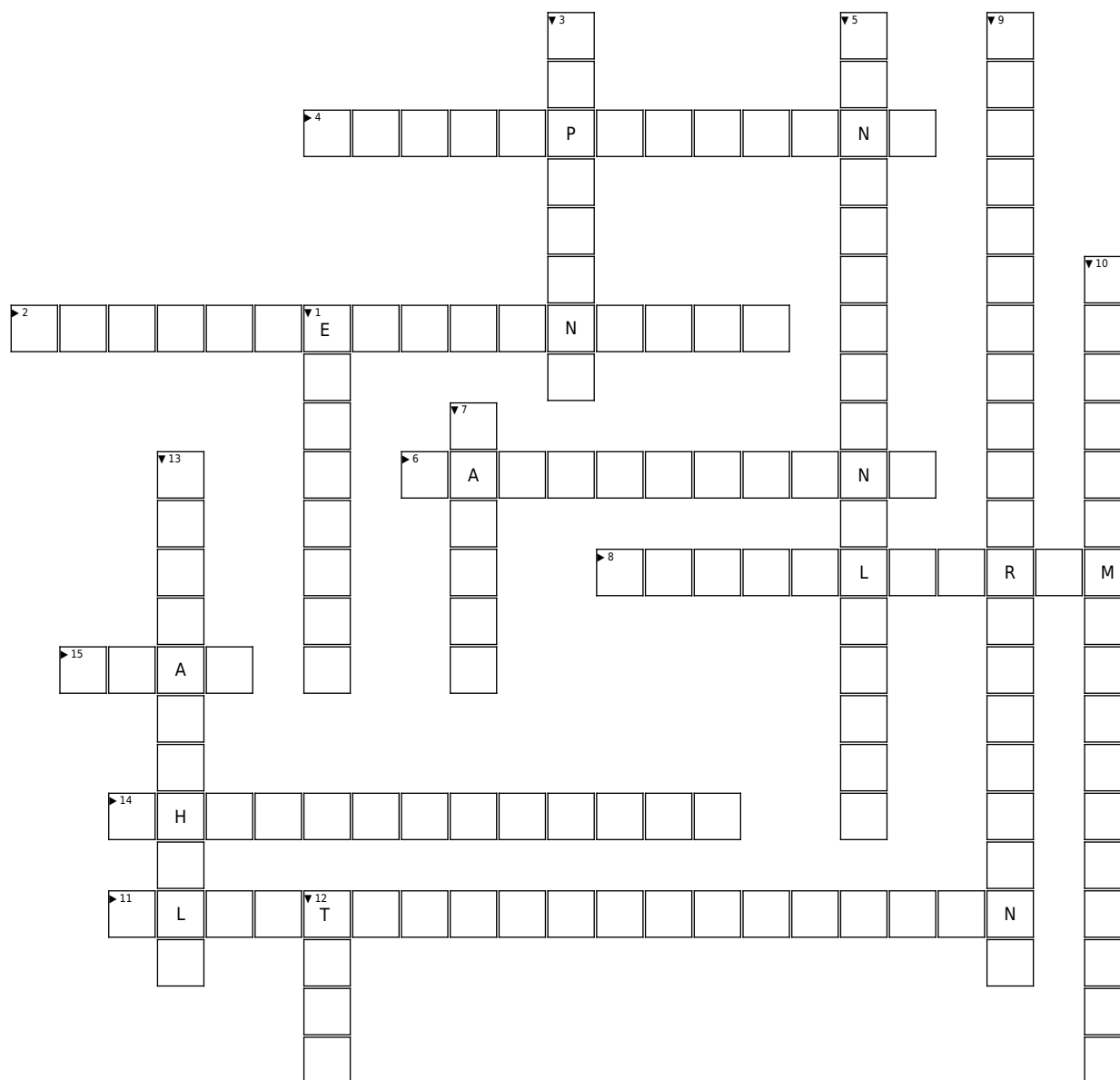
ORGANISING SECRETARIAT: GUARANT International spol. s r.o. European NDT&CM Days 2021:

Českomoravská 2510/19, Praha 9 - Libeň, Česká republika

E-mail: endtcm21@guarant.cz Tel: +420 284 001 444, Fax: +420 284 001 448

Gitterrätsel – ZfP-Edition

Möchten Sie Ihre ZfP-Kenntnisse auf lockere Art ein wenig auffrischen? Um unseren Lesern in der gegenwärtigen Krisensituation etwas Abwechslung in der ZfP-Zeitung bieten zu können, haben wir ein kleines ZfP-Rätsel vorbereitet. Viel Spaß damit!



Horizontal:

2. Welches Prüfmittel gehört, neben Eindringmittel und Entwickler, zu einer Produktfamilie
4. Eine allgemeine _____ sollte vor jeder Prüfung durchgeführt werden
6. Kreisring mit Öffnung zur Überprüfung der Sehfähigkeit
8. Als vergleichendes Prüfverfahren, ist diese Methode sogar in der Lage, Mikrogefüge zu unterscheiden
11. Röntgen- und Gammastrahlung gehören zum _____ Spektrum
14. Dieses ZfP Verfahren nutzt Infrarotstrahlung
15. Material zur Abschirmung von Arbeitsbehältern für Gammastrahler

Vertikal:

1. Hilfsmittel für die indirekte Sichtprüfung
3. Materialtrennung mittig eines gewalzten Blechs
5. Anderes Wort für Längswelle – Thema Ultraschall
7. Zwischenreiniger der Produktfamilie ISO 3452-1 IIa Klasse 2
9. Oberflächenverfahren zum Auffinden von Rissen und Materialtrennungen an ferromagnetischen Werkstoffen
10. Typischer Fehler WIG-geschweißter Schweißnähte
12. Technik der Ultraschallprüfung
13. Ein Volumenprüfverfahren

Auflösung s. S. 56

Neue Gesichter an vielen DGZfP-Standorten

In den letzten zwei Jahren hat sich viel getan. Einige Kolleg*innen wurden in den Ruhestand verabschiedet, neue Gesichter sind hinzugekommen und unterstützen unser Team an den verschiedenen Standorten. Um sie ein bisschen besser kennenzulernen, stellen sich die neuen Mitarbeiter*innen der DGZfP e. V. und der DGZfP Ausbildung und Training GmbH hier vor:



Steffen Bessert | Dozent, Ausbildungszentrum Wittenberge

Ich bin 58 Jahre alt und habe Maschinenbau im Bereich der Kernkraftwerkstechnik studiert. Nach meiner Tätigkeit in verschiedenen Prüffirmen, war ich fast 25 Jahre beim Fraunhofer IZFP in Saarbrücken in der Applikationsprüfung und -entwicklung bzw. der Qualitätssicherung tätig. Die erlangten Fähigkeiten und Erfahrungen bringe ich nun seit 01.01.2020 ins Team des Ausbildungszentrums Wittenberge als Dozent in den Verfahren MT, PT, UT und ET ein. Zusätzlich engagiere ich mich seit vielen Jahren in verschiedenen DGZfP-Fachausschüssen, seit 2016 leite ich den jetzigen FA „Anforderungen an die zerstörungsfreien Prüfverfahren“ (ehemals: UA „Messtechnische Rückführung“). In meiner Freizeit fahre ich gern Fahrrad, gehe wandern oder lese ein Buch.

Nadine Feyer | Mitglieder, Gremien und Öffentlichkeitsarbeit

Ich wurde 1991 in Berlin geboren. Nach einer Ausbildung zur Hörgeräteakustikerin entschied ich mich für ein Studium der Betriebswirtschaftslehre. In dieser Zeit bekam ich meine beiden Kinder mit denen ich zusammen mit meinem Mann im südöstlichen Berliner Umland lebe. Nach meiner Elternzeit startete ich in unserer Geschäftsstelle in Berlin-Adlershof im Bereich Mitglieder, Gremien und Öffentlichkeitsarbeit. Ansonsten lege ich gerade ein großes Erdbeerfeld an und freue mich schon auf die erste Ernte.



Silvio Georgi | Dozent, Ausbildungszentrum Magdeburg

Ich wurde 1970 geboren, bin verheiratet und habe zwei Kinder. Nach meinem Studium der Feinwerktechnik/Geräteentwicklung an der Fachhochschule Jena arbeitete ich als Konstrukteur im Gießereianlagenbau bis ich 1998 als Vertriebsingenieur für Rissprüfanlagen (MT/PT) in die ZfP einstieg. Seit dem 01.02.2021 bin ich bei der PLR Prüftechnik Linke & Rühle GmbH angestellt und unterstütze dort größtenteils das Team des DGZfP-Ausbildungszentrums Magdeburg als Dozent. Außerdem bin ich seit 2019 stellvertretender Vorsitzender des DGZfP-Fachausschusses Eindringprüfung und Magnetpulverprüfung.

Schinebayer Goldammer | DGZfP-Personalzertifizierungsstelle (DPZ)

1989 in der Mongolei geboren, kam ich 5 Jahre später nach Deutschland. Seit dem 01.05.2019 unterstütze ich die DPZ in allen Belangen rund um das Thema Zertifizierung. Ich bin ein totaler Familienmensch, liebe aber auch Konzerte & Musicals und bin sehr unternehmungslustig. Außerdem treibe ich gern Sport, egal ob Kurse im Fitnessstudio, Inliner fahren oder SUP auf dem Müggelsee.



Guido Hanspach | stellv. Schulleiter, Ausbildungszentrum Magdeburg

Seit Oktober 2020 unterstütze ich mit Freude das Team im Ausbildungszentrum Magdeburg als stellv. Schulleiter. Nach meiner Ausbildung zum Flugzeugmechaniker, Ingenieurstudium in Dresden und Wirtschaftsstudium an der Freien Universität in Berlin, war ich in verschiedenen Funktionen, zuletzt als Geschäftsführer, in Unternehmen für Mess- und Prüfdienstleistungen rund um die Schiene tätig. Meinen Lebensmittelpunkt habe ich im schönen Berliner Stadtteil Adlershof gefunden. In der Freizeit bin ich gern in der Natur sportlich aktiv. Für mich ist das ein fantastischer Ausgleich zur Bürotätigkeit. Seit mehr als 15 Jahren engagiere ich mich für die zerstörungsfreie Prüfung bei der DGZfP sowie in europäischen Normungsgremien für die Schienenprüfung im Oberbau.

Marika Köberlein | Schulungsorganisation, Ausbildungszentrum Berlin

Ich bin 48 Jahre alt, verheiratet und lebe mit meinem Mann und meiner 14-jährigen Tochter in Berlin. Seit November 2019 arbeite ich in der Schulungsabteilung der DGZfP Ausbildung und Training GmbH. Dort fühle ich mich sehr wohl, da das Aufgabengebiet sehr vielseitig ist und es täglich gilt, gemeinsam mit meinen Kolleg*innen, neue, interessante Herausforderungen zu meistern.



Robert Loewe | Dozent, Ausbildungszentrum Dortmund

Ich bin 34 Jahre alt. Privat bin ich ein sportbegeisterter Typ, der es liebt im Winter auf dem Snowboard zu stehen und im Sommer auf Reisen zu gehen. 15 Jahre war ich in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung tätig. Tiefere Einblicke erhielt ich bei einem großen Chemie-Dienstleister, wo ich die Vielseitigkeit aller ZfP Verfahren in Abhängigkeit zueinander anwenden durfte. Durch meine gesammelte Erfahrung konnte ich innerhalb des Betriebs neue Mitarbeiter an Geräten, sowie in der Durchführung der Prüfungen schulen. Diese Leidenschaft führte mich zur DGZfP wo ich das Team seitdem unterstütze.



Manuel Mosa | Dozent, Ausbildungszentrum Wittenberge

Seit dem 01.06.2019 bin ich als Dozent im DGZfP-Ausbildungszentrum Wittenberge beschäftigt. Außerdem bin ich Fachverantwortlicher für die mechanisierte Prüfung (Prüfanlagen) und stellv. Vorsitzender des UA „UT Radsatzwellen mit Längsbohrung“ im DGZfP-Fachausschuss „ZfP im Eisenbahnwesen“.

Als fachliche Leitung für die ZfP im Bereich der Berliner U-Bahn und fachlich verantwortlich für alle ZfP-Prozesse und speziell die mechanisierte Prüfung mit Schwerpunkt „Neu- und Weiterentwicklung von Ultraschall-Prüfanlagen für Radsatzwellen mit Längsbohrung“, konnte ich vielfältige Erfahrungen sammeln. Meine größte Leidenschaft gilt den Dingen, die nicht funktionieren. Daher mein Lebensmotto: „Geht nicht, gibt's nicht“.

Thomas Müller | Dozent, Ausbildungszentrum München

Ich bin 36 Jahre alt, Vater eines zweijährigen Sohnes und komme ursprünglich aus Riesa.

Nach zwei Stationen bin ich nun seit Mai 2020 bei der DGZfP und freue mich auf die Tätigkeit als Dozent. Bisher war ich im Luftfahrtsektor tätig und habe an meiner alten Wirkungsstätte an Flugzeug-Großstrukturtests gearbeitet. Nun nutze ich meine gesammelten Erfahrungen, um sie an unsere Teilnehmer weiterzugeben.

Privat spiele ich aktiv Volleyball und mache gerade meinen Angelschein.



Maria Riemer | Schulungsorganisation, Ausbildungszentrum Wittenberge

Ich bin 32 Jahre alt, wurde in Kyritz geboren und bin in der Prignitz aufgewachsen.

Bevor ich zur DGZfP kam, war ich im Assistenz- und Personalbereich eines großen Brandschutzunternehmens tätig. Im Ausbildungszentrum Wittenberge unterstütze ich seit Januar 2021 das Team bei der Schulungsverwaltung und -organisation. Ich freue mich mit einem freundlichen und kompetenten Team arbeiten zu dürfen.



Karola Schulz | Dozentin Strahlenschutz, Ausbildungszentrum Berlin

Ich bin 28 Jahre alt und wohne im schönen Potsdam.

Im Anschluss an mein Geophysik-Studium kam ich im November 2019 zur DGZfP und bin als Dozentin im Strahlenschutz tätig. Ich freue mich darauf, nun wieder vermehrt Tagungen und Seminare zu besuchen, um mich persönlich vorstellen zu können.

Wenn keine Pandemie ist, spiele ich mit meinem Team Rugby oder tanze in einer Tanzgruppe. Ansonsten verbringe ich sehr viel Zeit draußen, z. B. beim Wandern in den Bergen oder im Garten.

Benjamin Schwirkmann | Dozent, Ausbildungszentrum München

Seit September 2020 verstärke ich das Team des Ausbildungszentrums München.

Ich bin 31 Jahre alt, in München geboren und bin seit sechs Jahren glücklich verheiratet. In meiner Freizeit gehe ich gerne wandern, reise sehr gerne ins Ausland und spiele gelegentlich Golf.

Meine Erfahrung in der ZfP habe ich in einem größeren Luftfahrtunternehmen gesammelt, weshalb mein Fokus natürlich verstärkt in diesem Bereich liegt. Mir macht der Beruf als Dozent sehr viel Spaß und ich freue mich auf eine ereignisreiche Zukunft.



Julia Willich | Mitglieder, Gremien und Öffentlichkeitsarbeit

Ich bin 38 Jahre alt und bei der DGZfP für die Online- und Social-Media-Kommunikation zuständig. Ich habe in meiner Heimatstadt Berlin Wirtschaftskommunikation studiert und lebe im schönen Adlershof. Meine bisherigen beruflichen Stationen führten mich über verschiedene Medien- und Onlineunternehmen sowie eine Wirtschaftsprüfungsgesellschaft zur DGZfP, wo ich meiner Leidenschaft für gelungene (digitale) Kommunikation nachgehe. In meiner Freizeit mache ich mit meinem 4-jährigen Sohn gern Spielplätze unsicher, singe in einem Gospelchor und verbringe Zeit in der Natur – am liebsten im wald- und seenreichen Berliner Umland.

KALIBRIER-LABOR

- ULTRASCHALL-PRÜFGERÄTE UND -PRÜFKÖPFE GEMÄSS DIN EN 12668-1 / 12668-2
- WIRBELSTROM-PRÜFGERÄTE GEMÄSS DIN EN ISO 15548-1

*Wir freuen uns auf
Ihre Anfrage!*



ULTRASCHALL-LABOR



- ULTRASCHALL-SCANANLAGE FÜR PLANPARALLELE UND LEICHT GEKRÜMMTE BAUTEILE.

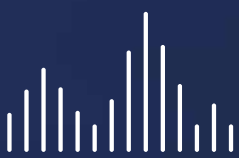
In Squirter-Technik oder Trockenankopplung mittels Rollenprüfköpfen für perforierte Sandwichpaneele oder offene Deckschichten. Impuls-Echo- und Durchschallungstechnik.

Max. Bauteilaufnahme: 2.000 x 3.000 mm.



- ULTRASCHALL-SCANANLAGE FÜR WELLEN / ROHRE.

Die Mantelfläche des Rohres wird beim Scan als Rechteck abgebildet. C- und D-Scan Auswertung. Impuls-Echo und Durchschallungstechnik. Max. Bauteilaufnahme: 2800 x 300 mm


HÜNEFELD

NON-DESTRUCTIVE TESTING

IHR NDT-PROFI AM BODENSEE



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.



ZfP Kurs- und Prüfungstermine der Stufen 1 und 2

Termine von Mai bis Oktober 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
UT1	10.05. – 26.05.2021			
UT1 Praktikum	27.05. – 31.05.2021	01.06. – 02.06.2021		VOEST/Linz
ET1	21.06. – 30.06.2021	01.07. – 02.07.2021		VOEST/Kindberg
UT1	14.06. – 27.06.2021			
UT1 Praktikum	28.06. – 30.06.2021	01.07. – 02.07.2021		VOEST/Kindberg
UT1	28.06. – 09.07.2021			
UT1 Praktikum	12.07. – 14.07.2021	15.07. – 16.07.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
TT1	19.07. – 23.07.2021	26.07.2021		VOEST/Linz
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

Kombikurse (Qualifizierungsstufe 1 und 2):

Verfahren	Termin	Prüfung	2. Prüfung (opt.)	Veranstalter/Ort
MT1/2	03.05. – 11.05.2021	12.05.2021	17.05.2021	VOEST/Linz
VT1/2	17.05. – 21.05.2021	25.05.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
VT1/2	07.06. – 11.06.2021	21.06. – 22.06.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
PT1/2	14.06. – 18.06.2021	21.06. – 22.06.2021		TPA-KKS/TÜV-A/Wien
VT1/2	05.07. – 09.07.2021	12.07.2021	13.07.2021	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

Qualifizierungsstufe 2:

Verfahren	Termin	Prüfung	2. Prüfung (opt.)	Veranstalter/Ort
RT-S 2	03.05. – 07.05.2021	08.05.2021		ÖGI/Leoben
VT2	07.06. – 09.06.2021	21.06. – 22.06.2021	23.06. – 24.06.2021	VOEST/Linz
MT2	10.06. – 15.06.2021	21.06. – 22.06.2021	23.06. – 24.06.2021	VOEST/Linz
PT2	16.06. – 18.06.2021	21.06. – 22.06.2021	23.06. – 24.06.2021	VOEST/Linz
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

Requalifizierungstermine:

Vorbereitungskurs	Requalifizierungsprüfung	Veranstalter/Ort
03.05. – 05.05.2021	06.05. – 07.05.2021	TPA-KKS/TÜV-A/Wien
26.05. – 27.05.2021 (UT)	28.05.2021	gbd/Dornbirn
27.05.2021 (MT/PT/VT)	28.05.2021	gbd/Dornbirn
09.06. – 10.06.2021 (UT)	11.06.2021	gbd/Dornbirn
10.06.2021 (MT/PT/VT)	11.06.2021	gbd/Dornbirn
26.07. – 28.07.2021	29.07. – 30.07.2021	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
UT3	03.05. – 07.05.2021	08.05.2021	Puchberg/Schneeberghof
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	06.05. – 07.05.2021	08.05.2021	Puchberg/Schneeberghof
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 (ohne Luftfahrt)	18.01. – 20.01.2021	22.01.2021
VT 1 & 2	17.05. – 21.05.2021	25.05.2021
VT 1 & 2	08.11. – 12.11.2021	16.11.2021
UT E	06.01. – 08.01.2021	(keine Prüfung)
UT 1	08.03. – 19.03.2021	06.04.2021
UT 2	25.10. – 05.11.2021	29.11.2021
UT R (Bahn)	01.03. – 05.03.2021	Prüfungsdatum wird während des Kurses fixiert
UT R (Bahn)	06.12. – 10.12.2021	Prüfungsdatum wird während des Kurses fixiert
PT 1	11.01. – 13.01.2021	15.01.2021
PT 1	23.08. – 25.08.2021	27.08.2021
PT 2	25.01. – 28.01.2021	01.02.2021
PT 2	06.09. – 09.09.2021	13.09.2021
MT 1	29.03. – 01.04.2021	07.04.2021
MT 1	22.11. – 25.11.2021	30.11.2021
MT 2	12.04. – 15.04.2021	19.04.2021
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
ET 1&2 (EN4179) ¹⁾	08.03.2021 – 16.03.2021	17.03.2021
ET 3 (EN4179) ¹⁾	07.06.2021 – 10.06.2021	11.06.2021
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 / Vufflens-la-Ville / Bellinzona

Kurs	Datum	Prüfung	Repetitionstag
RT 1	08.11. – 19.11.2021	10.12.2021	09.12.2021
RT 2-F	01.02. – 12.02.2021	05.03.2021	04.03.2021
RT 2-D	01.02. – 16.02.2021	05.03.2021	04.03.2021
RT 2-D (bei vorhandener RT 2-F Qualifizierung)	08.02. – 16.02.2021	05.03.2021	04.03.2021
VT 1&2 Sw, (d) Kursort Basel	12.04. – 14.04.2021	30.04.2021	29.04.2021
VT 1&2 Sw, (d) Kursort Basel	29.11. – 01.12.2021	03.12.2021	02.12.2021
VT 1&2 Sw, (d) Kursort Dagmersellen	08.02 – 10.02.2021	12.02.2021	11.02.2021
VT 1&2 Sw, (d) Kursort Rheineck	18.10. – 20.10.2021	22.10.2021	21.10.2021
VT 1&2 Sw, (f) Kursort Vufflens-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
Filmbetrachtung	26.04. – 28.04.2021	(keine Prüfung)	

FUJIFILM
Value from Innovation



Innovative digitale Plattform für universelle radiografische Prüfungen

FUJIFILM Europe GmbH • Heesenstraße 31 • 40549 Düsseldorf

☎ +49 (0)211 5089 141

✉ ipd_feg@fujifilm.com

Premiere: Erste Schulung RT FDI in Hamburg

Im Ausbildungszentrum Hamburg/Helling fand vom 22. Februar bis 4. März 2021 die erste Schulung RT FDI (RT film and digital interpretation) statt.

Die Teilnehmenden – vorwiegend Schweißaufsichtspersonal, Abnehmer, Sachverständige und Prüfverantwortliche – sind nach erfolgreichem Abschluss in der Lage, Durchstrahlungsaufnahmen an Schweißnähten zu bewerten. Sie müssen selbst keine Röntgenaufnahmen anfertigen. Ihre Arbeit beschränkt sich auf das Erkennen, Klassifizieren und Bewerten von Unregelmäßigkeiten in Schweißnähten anhand der klassisch mit Film oder mit digitalem Filmsatz getätigten Aufnahmen.

In der Vergangenheit fanden bereits ähnliche Schulungen statt. Diese beinhalteten jedoch ausschließlich die Aus- und Bewertung von Schweißnähten auf Röntgenfilmen.

Der Begriff RT FDI ist im Entwurf der neuen DIN EN ISO 9712 erstmalig geprägt worden. Die Ausbildungszeit ist mit 9 Tagen angegeben. Die neue Schulung ist nach DIN EN ISO 9712 zertifizierbar und ist hinsichtlich des Schulungsumfangs vergleichbar mit einer Stufe 2-Ausbildung.

Die Teilnehmenden müssen im Rahmen der Qualifizierungsprüfung eine allgemeine theoretische, eine spezielle theoretische und eine aus drei Teilen bestehende praktische Prüfung absolvieren. In der



Teilnehmer bei der Auswertung einer digitalen Röntgenaufnahme

Foto: Patrick Schüle

praktischen Prüfung werten die Teilnehmenden Filme und digitale Aufnahmen aus und prüfen die dazugehörigen Protokolle auf Plausibilität. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn 70 Prozent der gestellten Aufgaben richtig beantwortet bzw. bearbeitet wurden.

Weitere Termine zu anstehenden RT FDI-Schulungen finden Sie unter: www.dgzfp.de/RT

Patrick Schüle, Julia Willich

NDT Master®-Titel der DGZfP

Die Grundausbildung der Stufe 3 (kurz BC) wird in mehreren Teilabschnitten (Module) angeboten. Das Modul 1 unserer BC-Schulung ist ein Pflichtmodul und bildet die Grundlage für die Stufe 3-Ausbildung und ist Voraussetzung für die Zertifizierung in der Stufe 3. Es werden Grundkenntnisse zu Werkstoffen, Herstellungsverfahren und Fehlerarten sowie zur Personalqualifikation vermittelt und die wichtigsten Prüfverfahren in Theorie und Praxis vorgestellt. Die Schulung wendet sich sowohl an erfahrene Stufe 2-Prüfer als auch an Nachwuchs-Führungskräfte, die zukünftig als Prüfaufsicht, ZfP-Verantwortliche, Technische Leiter, Qualitätsmanager oder Abnehmer tätig werden sollen. Darüber hinaus ist die Schulung Modul 1 auch für interessierte Personen geeignet, die einen Überblick über Grenzen und Möglichkeiten von verschiedenen zerstörungsfreien Prüfmethoden haben möchten.

Eine Stufe 3-Person muss über umfangreiche Kenntnisse verfügen, um ihre verantwortungsvolle Aufgabe wirksam ausüben zu können. Dazu ist übergeordnetes ZfP-Fachwissen notwendig. Die Module 2 und 3 der BC-Schulung widmen sich daher der systematischen Auswahl geeigneter Prüfverfahren, stellen fortgeschrittene Prüfverfahren vor und beleuchten Fragen der Laborakkreditierung und internationalen Personalqualifikation.

Die Module 2 und 3 der BC-Schulung sind in Bezug auf eine Zertifizierung nach DIN EN ISO 9712 nicht zwingend erforderlich, jedoch eine Voraussetzung für den Erwerb des DGZfP-Titels „NDT Master®“. Neben der Schulung sind dafür eine erfolgreiche Prüfung zu den Modulen M1 und M2/3 und der Erwerb der Qualifikation der Stufe 3 in zwei Hauptverfahren bei der DGZfP erforderlich.

Was ist neu?

Neu ist ab April 2021, dass auch Personen, die ihre Ausbildungen bei einer anderen anerkannten Schulungsstätte absolviert haben, den DGZfP-Titel „NDT Master®“ erwerben können, wenn sie die folgenden Voraussetzungen erfüllen:

- Die Prüfung zu den Grundlagen der Stufe 3 muss bei einer, für die ISO 9712 national akkreditierten Stelle (z. B. TÜV Nord, SECTOR Cert, TÜV Rheinland, ÖGfZP, SGZP, BINDT/PCN usw.) absolviert worden sein.
- Die Schulung zu den Grundlagen der Stufe 3 muss nachweislich 80 Stunden Schulungszeit umfasst haben und bei einer anerkannten Schulungsstätte erfolgt sein.
- Es müssen zwei gültige Stufe 3-Zertifikate von einer, für die ISO 9712 national akkreditierten Stelle (z. B. TÜV Nord, SECTOR Cert, TÜV Rheinland, ÖGfZP, SGZP, BINDT/PCN usw.) vorliegen und regelkonform bei der DGZfP rezertifiziert werden.
- Die Schulungen BC Modul 2 und 3 inklusive erfolgreicher Prüfung müssen bei der DGZfP absolviert werden.

Unsere aktuellen Schulungstermine finden Sie unter:

www.dgzfp.de/schulungen

Für Fragen steht Ihnen unsere Schulungsabteilung gern zur Verfügung. Sie erreichen uns unter 030 67807-130 oder per E-Mail unter: ausbildung@dgzfp.de

Karina Bachmann, Susanne Zeidler

Norm-Entwurf DIN EN ISO 9712:2021-02 verfügbar

Die Revision der DIN EN ISO 9712 beschäftigt die gesamte ZfP-Welt schon seit längerem. Im Juni 2020 referierte Dr. Ralf Holstein (Geschäftsführer der DGZfP Ausbildung und Training GmbH) im Online-Arbeitskreis über den aktuellen Stand der Überarbeitung und die zukünftigen Auswirkungen auf die Zertifizierung von ZfP-Personal. Einen Mitschnitt davon finden Sie auf unserem YouTube-Kanal: www.youtube.com/user/DGZfPBerlin

Nun liegt der Öffentlichkeit ein Norm-Entwurf DIN EN ISO 9712:2021-02 vor. Stellungnahmen wurden auf nationaler Ebene eingesammelt, Anfang März 21 bei einer Sitzung des DIN NMP AA 08-21 intensiv erörtert und zu einem deutschen Kommentar verarbeitet. Alle Einsprüche und Kommentare werden nun auf ISO-Ebene diskutiert und fließen mehr oder weniger in den finalen Entwurf der Norm ein.

Die DIN EN ISO 9712 legt die grundlegenden Anforderungen für die Qualifizierung und Zertifizierung von Personal, das industrielle zerstörungsfreie Prüfungen ausführt, fest. Der Begriff „industriell“ bedeutet den Ausschluss der Anwendung für das Gebiet der Medizin.

Gegenüber der Vorgängerversion DIN EN ISO 9712:2012-12 wurden folgende wesentliche Änderungen vorgenommen:

- Verantwortlichkeiten der Zertifizierungsstelle, der autorisierten Qualifizierungsstelle, des Prüfungszentrums und des Arbeitgebers klarer formuliert
- Anforderungen an die Ausbildungs- und Erfahrungszeiten überarbeitet
- Anforderungen an die Sehfähigkeitsprüfung überarbeitet
- Anforderung an die Dokumentation beim Arbeitgeber überarbeitet
- Anforderungen an die Erneuerung von Zertifikaten verschärft
- viele weitere technische und redaktionelle Änderungen
- weitere technische und redaktionelle Änderungen



Erscheinungsdatum: Januar 2021

Sprachen: Deutsch, Englisch

Preis: 128,00 Euro

Zu beziehen über: www.beuth.de

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 10x24 cm ist er ein optimaler digitaler Filmsatz 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



Brennfleck-Vermessung von Röntgenröhren – Einfach und Digital

Klaus Bavendiek

KOWOTEST GmbH, Langenfeld, Deutschland

Kontakt E-Mail: kb@kowotest.de

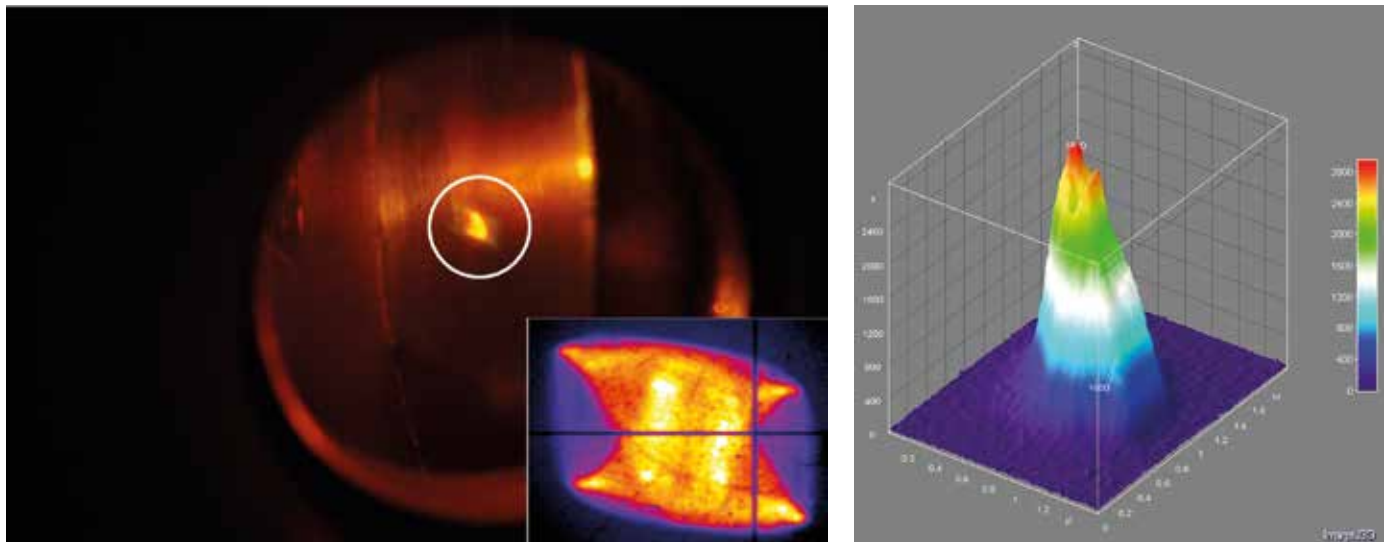


Fig. 1: Foto von einem aktiven realen Brennfleck mit 2D Ausdehnung und 3D Intensität Plot aus Brennfleckkamera

1. Einführung

Die Röntgenprüfung wird vielfach verwendet, um sicher zu stellen, dass Bauteile keine internen Fehler enthalten. In der Regel werden die Röntgenstrahlen von einer Röntgenröhre emittiert, durchdringen den Prüfling, werden vom Detektor aufgenommen und heute auf dem Computer als Bild dargestellt. Die Röntgenkomponenten sind regelmäßig auf Degradation zu prüfen, z.B. wie in der ASTM E2737, der DIN 25435-7 oder auch für akkreditierte Prüflabore nach DIN EN ISO 17025 gefordert. Oft liegt dabei das Augenmerk auf dem Detektor, aber wenn die Bildschärfe nachlässt, ist meist der Brennfleck der Röhre das Problem. Hier ist es hilfreich zu wissen, wie der Brennfleck aussieht. Das gleiche Bestreben haben auch Entwickler und Hersteller der Röntgenröhren, ist doch ihr Ziel ein kleiner und möglichst runder Brennfleck mit hoher Dosisleistung.

2. Motivation

Für die Abbildung der Brennflecke von Mini-Fokus Röhren haben sich Lochkameras nach dem Prinzip der Camera Obscura durchgesetzt; traditionell haben sie eine Halterung an der Röhre, das Pinhole (meist aus Wolfram oder Gold-Platin Legierung) und am anderen Ende die Aufnahme für einen Zahnarzt-Film oder -Speicherfolie. Die Auswertung, z.B. nach ASTM E1165 oder EN12543-2, ist mit solcher Technik zeitaufwändig und fehleranfällig – und wird daher von vielen Firmen nur ungern gemacht. Für mobile Systeme ist diese Technik so aufwendig, dass sie kaum Anwendung findet.

Der Schritt zu einer einfachen und digitalen Lösung soll die Akzeptanz erhöhen und die Bereitschaft fördern, dem Brennfleck mehr Aufmerksamkeit zu schenken. Optimal wäre eine Lösung, die auch im Feld schnell zu Ergebnissen führt.



Fig. 2: Beispiele für eine traditionelle Lösung mit Zahnarzt-Film Technik

Für die Entwickler von Röntgenröhren ist es sehr vorteilhaft, ein Abbild und zusätzlich die Intensitäts-Verteilung des Brennflecks zu haben, um den Brennfleck an die Anforderungen eines digitalen Systems anzupassen. Die Entwicklung geht von den klassischen Röhren mit 2 festen Brennflecken hin zu Röhren mit formbaren Brennflecken. Dadurch kann der Bereich der Mini-Fokus-Röhren auf Brennflecke kleiner als 300 μm erweitert werden, ohne die kontinuierliche Strahlformung wie bei μ -Fokus-Röhren machen zu müssen. Die verschiedenen Entwicklungsstadien mit hoher Präzision ständig und schnell überwachen zu können, ist ein großer Vorteil in der Entwicklung und spart signifikant Kosten.

3. Normen für die Brennfleck-Vermessung der verschiedenen Röhrentypen

Damit Kunden Röhren verschiedener Hersteller miteinander vergleichen können, sind die Messverfahren für die Bestimmung der Brennfleckgrößen genormt, in Europa z.B. in der EN12543 in 5 Teilen oder in der ASTM E1165 (Mini-Fokus) und E2903 (μ -Fokus). Die Normen basieren noch auf der Filmtechnik, da die hohe notwendige Ortsauflösung vor einigen Jahren nur vom Film gewährleistet werden konnte. Mit den hoch auflösenden Speicherfolien und neuesten digitalen Detektoren können seit einiger Zeit auch digitale Bilder von Brennflecken produziert werden. Daher wurden vor ca. 10 Jahren tiefgreifende Untersuchungen gemacht, wie die Vermessung genauer und reproduzierbarer mit der digitalen Technik gemacht werden kann [1]. Das Verfahren mit dem Auf-Integrieren von Linienprofilen in X- und Y-Richtung wurde 2012 in der ASTM E1165 [2] eingeführt und hat sich als sehr stabil erwiesen, so dass es auch in der EN12543-2 seinen Niederschlag gefunden hat [3].

Die Lochkamera Methode in der ASTM E1165 und in der EN12543-2 hat sich als der Standard etabliert, da der Teil 1 der EN12543 (Scan-Verfahren) mangels verfügbarer Hardware heute kaum noch realisiert werden kann.

Die ASTM E1165 bietet für Anwender noch eine „User-Methode“ im Anhang – dort wird mit einer Kante eines Lochpenetrameters unter definierten Bedingungen die Unschärfe in X- und Y-Richtung gemessen und aus der Unschärfe, dem Lochdurchmesser und den Detektorparametern die Brennfleckgröße ermittelt. Dieses Verfahren liefert als Ergebnis die Brennfleckgröße, gibt aber keinen Aufschluss über die Intensitäts-Verteilung – und das kann einen großen Unterschied ausmachen, wie Fig. 3 zeigt.

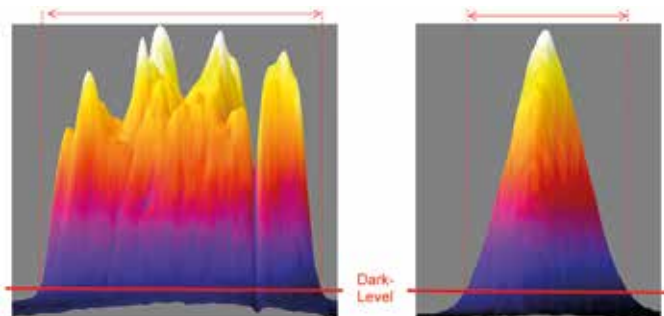


Fig. 3: Intensitätsverteilungs-Unterschiede bei Brennflecken

Die Intensitätsdichte beim linken Brennfleck ist mehr als doppelt so hoch wie beim rechten Brennfleck, wo nur ein kleiner Bereich im Zentrum eine hohe Intensitätsdichte hat. Bei gleicher normativer Größe wären die Bilder, die mit der linken Röhre produziert wären, signifikant heller bzw. deutlich weniger verrauscht.

War die ASTM E1165 bis 2008 erst ab 300 μ m und die EN12543-2 ab 200 μ m zugelassen, konnte durch verbesserte Technik der Messbereich bis 125 μ m (so nun in der ASTM E1165-20) aus dem Jahr 2020 erweitert werden. Zu den Verbesserungen gehören ein kleinerer Pinhole-Durchmesser, eine bessere Bildaufnahme-Technik sowie Korrektur-Maßnahmen in der Software.

Für kleinere Brennflecke – meist bei μ -Fokus-Röhren – hält die EN 12543 den Teil 5 sowie die ASTM die E2903 vor. Beide Normen sind quasi identisch und nutzen die Kantenmethode. Die Normen gelten von 5 μ m bis 300 μ m Brennflecke.

Unterhalb von 5 μ m führt die Kantenmethode zu großen Abweichungen. Daher wird im Rahmen eines EU-Förderprojektes eine

neue Methode entwickelt [4], die auch dort zuverlässig funktioniert, so dass die Benutzer nicht nur auf die JIMA Targets zurückgreifen müssen, die teilweise sehr schwache Kontraste liefern und bei höheren Energien schlichtweg vollständig durchstrahlt werden. Diese Methode soll als Teil 6 der EN12543 eingeführt werden.

Ergänzung: Die User-Methode im Anhang der ASTM E1165 soll bei der Überarbeitung der EN12543 hier ebenfalls eingeführt werden und die bisherige Kantenmethode an einem Zylinder im Teil 4 ersetzen, die bisher kaum Verwendung fand.

Erklärungen zu den Normen und deren Anwendung sind im X-Ray-Forum zu finden [5].

4. Digitaler Ansatz

Das Lochkamera Verfahren mit Film hat jahrelang gute Ergebnisse geliefert, hat aber auch Nachteile. Zum Einen dauert es lange, bis der Film entwickelt ist, zum Zweiten gibt es Schwankungen je nach Filmcharge und zum Dritten kamen vor ca. 15 Jahren Brennflecke mit Seitenflügeln auf, bei denen das Verfahren mit der 10 % Schwelle unrealistische Ergebnisse liefert und für die neue Verfahren notwendig wurden. Zudem hat sich herausgestellt, dass die Verfahren bei höheren Energien als 200 kV ungenau werden, aber die Effekte konnten nicht genau Ursachen zugeordnet werden. Weiterhin hat die Genauigkeit bei Brennflecken kleiner als 0,6 mm stark abgenommen. Der Schritt weg von der Filmauswertung hin zu Speicherfolien oder digitalisierten Filmen hat etwas mehr Genauigkeit gebracht und den Weg für neue Auswerteverfahren ermöglicht, die das Seitenflügel-Problem adressieren. Diese Verfahren mit den integrierten Linienprofilen (ILP) haben bereits ihren Niederschlag in den Normen gefunden.

Die anderen Probleme bedurften aber noch intensiveren Untersuchungen, die im nächsten Kapitel vorgestellt werden.



Fig. 4: Beispiel für digitales Brennfleckkamera System mit kompaktem hochauflösenden Detektor

Fortschritte bei den Detektoren für die Zahnmedizin erlauben inzwischen eine Auflösung, die an den Film heranreicht (20 µm Pixelgröße) und die strukturierten Szintillatoren haben auch bei höheren Energien einen akzeptablen Wirkungsgrad. In der neuen Generation mit 14-Bit-Wandlern ist der Dynamik-Umfang auf 57 dB angestiegen und mit Bildintegration werden die 60 dB überschritten. Die Gleichförmigkeit des CMOS Sensors im Detektor erlaubt es, auf eine aufwändige Gain-Korrektur des Detektors zu verzichten. Da der Detektor auch noch recht kompakt ist, wird mit ihm erstmals eine rein digitale Brennfleckkamera ermöglicht, die robust ist und eine einfache Handhabung erlaubt (s. Fig. 4).

Initiale Tests mit einer Mechanik, die für den Filmeinsatz gebaut wurde, haben schnell zu Verbesserungen geführt, da Änderungen sofort im Bild zu sehen sind. Probleme in der Bildqualität konnten so schnell adressiert und gegensteuernde Maßnahmen ergriffen werden. Final sieht die digitale Brennfleckkamera nur noch äußerlich wie ihre analoge Schwester aus, innerlich hat sich viel getan.

5. Probleme bei der Bildauswertung

Mit der neuen digitalen Brennfleckkamera haben sich schnell folgende Probleme gezeigt:

- (1) Neben dem Signal vom Brennfleck hat sich das Grundsignal neben dem Brennfleck auf über 50 % vom Gesamt-Signal addiert (Fig. 5).
- (2) Neben dem Brennfleck Signal gibt es ein Plateau mit abfallenden Kanten, das eine Hintergrund-Subtraktion, wie in den Normen gefordert, nahezu unmöglich macht (Fig. 7).
- (3) Die Brennfleckgröße wird mit höherer Energie größer – das sollte nicht so sein (Fig. 8).
- (4) Kleine Brennflecke (unterhalb 300 µm) werden fast unabhängig von ihrer Größe „vermessen“ (Fig. 9).
- (5) Das ILP Verfahren „versagt“ bei sehr große Doppel-Linien Brennflecken (Fig. 10).

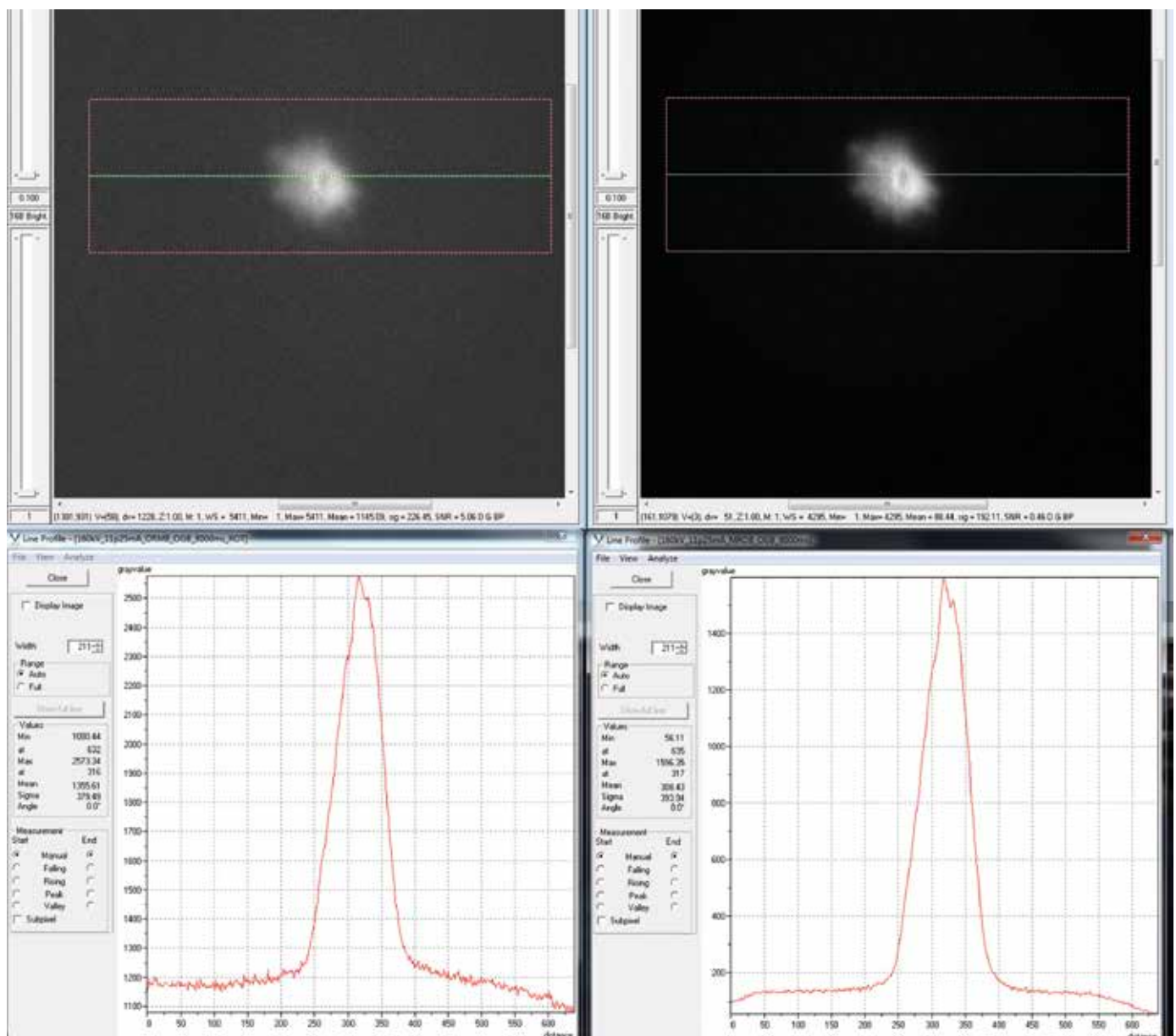


Fig. 5: Signal Brennfleckkamera ohne (links) und mit Verbesserung (rechts)

Als Haupt-Ursache für das Problem (1) konnte Streustrahlung im Rohr hinter dem Pinhole ausgemacht werden. Eine Neben-Ursache ist Strahlung, die im Bereich vor dem Pinhole entsteht und ebenfalls durch das Pinhole gelangt.

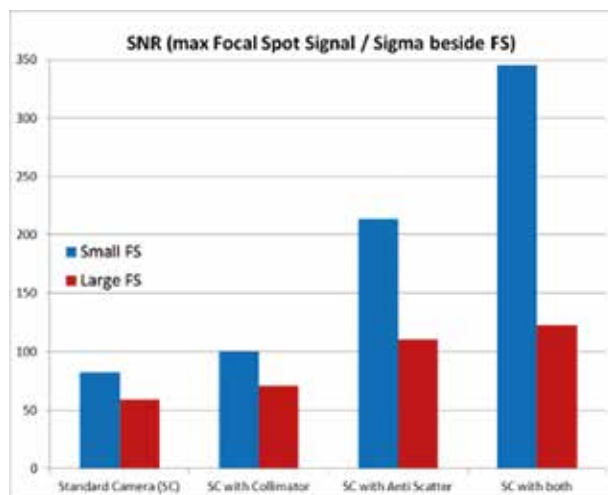
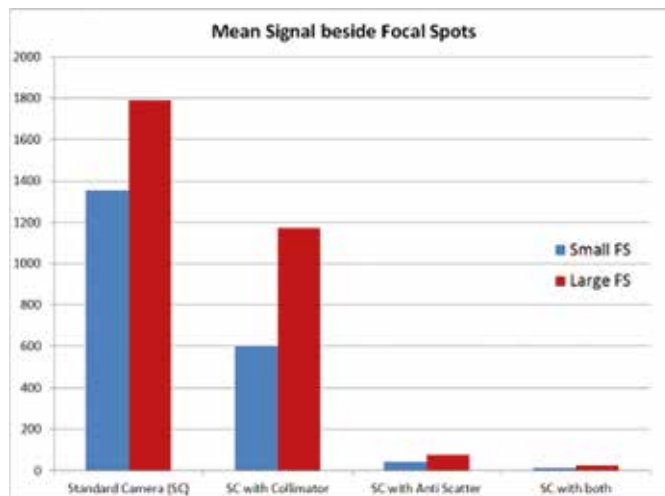


Fig. 6: Auswirkung der mechanischen Abschirmungen vor und hinter dem Pinhole

Durch eine massive und schwere Streustrahl-Abschirmung im hinteren Teil (Anti-Scatter) kann das Streusignal um den Faktor 10 reduziert werden. Der Kollimator zwischen Röhre und Pinhole stellt nicht nur die genaue Ausrichtung der Kamera zur Röhre sicher, er reduziert auch das Streusignal um weitere 40 %. Durch beide Maßnahmen kann das SNR im Bild mehr als verdoppelt werden, gerade für kleine Brennflecke ist der Gewinn am größten.

Als Haupt-Ursache für das Problem (2) wurde die Durchstrahlung des Pinholes selbst identifiziert; Indiz dafür ist auch, dass das Plateau mit der Energie in die Höhe steigt. Das verwendete Pinhole ist zwar aus einer Gold-Platin-Legierung (Au/Pt - 90/ 10 %), aber die Dicke von 1,5 mm schirmt auch nicht unendlich ab. Ein weiteres Problem bei der Durchstrahlung sind die abfallenden Flanken durch die Trichterform der Pinhole Bohrung, die eine algorithmische Festlegung der Startpunkte für die Background Subtraction erschwert. Hier kann nur eine Software Lösung Abhilfe schaffen (s. nächstes Kapitel).

Als Haupt-Ursache für das Problem (3) konnten wir den Kupfer-Vorfilter ausmachen, der vor dem Detektor montiert war (s. Fig. 8).

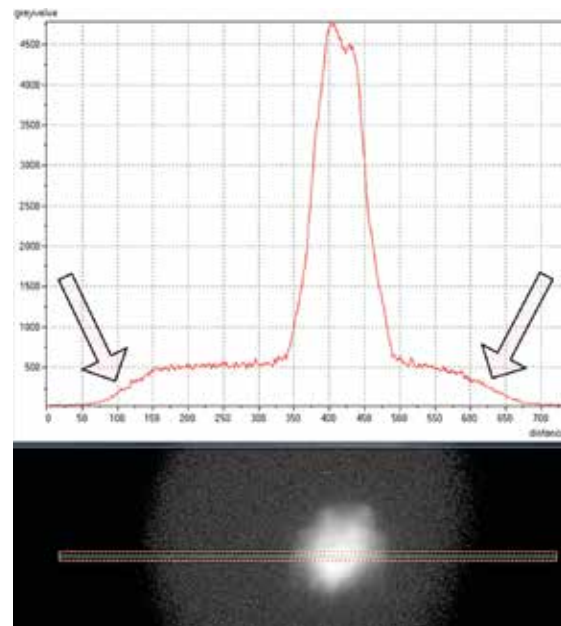


Fig. 7: Plateau im Bild rund um den Brennfleck



Fig. 8: Gemessene Brennfleckgröße einer COMET MXR225/11 (kleiner Brennfleck) bei verschiedenen kVs

Der Vorfilter bringt für die Anwendung nur Nachteile, das Signal wird reduziert (das geforderte SNR von 50 ggf. verfehlt) und der Brennfleck wird mit zunehmender Energie größer gemessen. Eine Kontroll-Messung mit der User Methode der ASTM E1165 hat gezeigt, dass der Brennfleck seine Größe kaum messbar mit der Energie ändert. Daher ist nach der Überarbeitung der ASTM E1165 im letzten Jahr der Vorfilter für digitale Kameras nicht mehr zugelassen.

Als Haupt-Ursache für das Problem (4) konnten wir „Imperfections“ in der Mechanik ausmachen. Die Normen waren so zu interpretieren, dass eine maximale Vergrößerung von 3 notwendig ist. Damals hatten die Väter der Norm noch im Kopf, dass 300µm der kleinste Brennfleck sein soll. Es kann aber recht leicht berechnet werden, dass für einen 150µm Brennfleck bereits eine Vergrößerung von 6:1 notwendig ist, um den Fehler im normativen Rahmen zu halten. Bei einem 50µm Brennfleck (FS20) - eigentlich nicht mehr von der Norm abgedeckt - wäre bereits eine Vergrößerung von 9:1 notwendig und auch dann wäre der Messfehler schon außerhalb der Toleranz.

Das folgende Bild zeigt die Messergebnisse einer modernen Röhre mit einem 50µm, 130µm und 200µm Brennfleck bei der Vergrößerung 3 (oben) und 6 (unten) und bei 168kV sowie 225kV. Der grüne Balken zeigt den Sollwert an, der blaue die Brennfleck Länge und der rote die Brennfleck Breite.

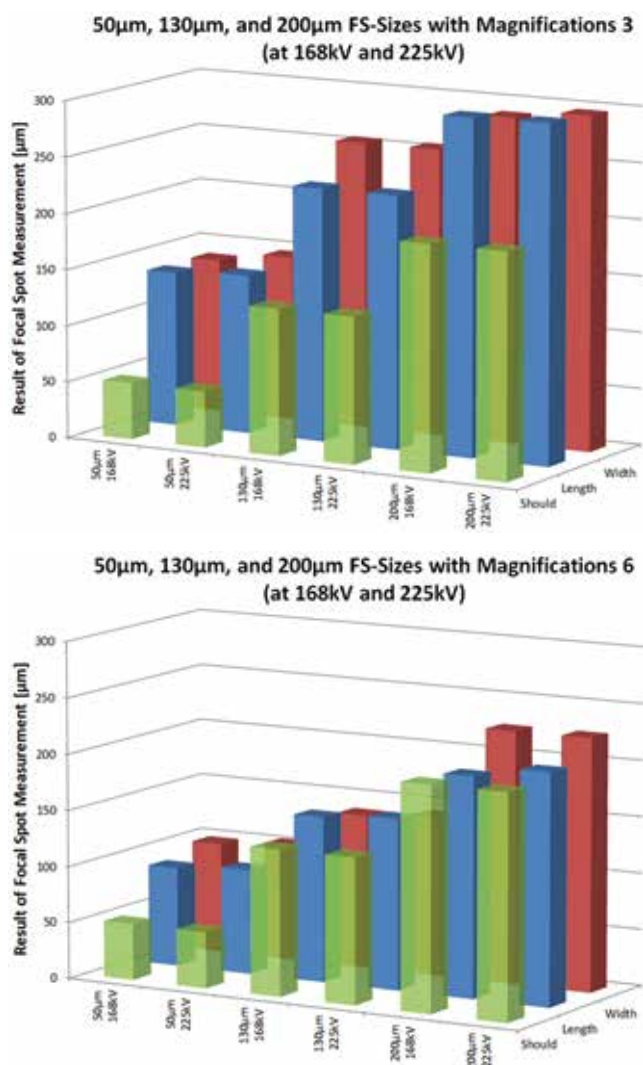


Fig. 9: Einfluss der Vergrößerung auf das Messergebnis

Oben ist zu sehen, dass eine zu kleine Vergrößerung keine sinnvollen Ergebnisse bringt, die Brennflecke werden deutlich zu groß ausgegeben. Bei Vergrößerung 6 passen sowohl der 200µm als auch der 130µm Brennfleck sehr gut zum Soll; für den 50µm Brennfleck ist aber die Vergrößerung 6 noch zu klein.

Da gerade zum Thema Vergrößerung viel Unsicherheit bei den Anwendern bestand, hat die Neuerung der ASTM E1165-20 [2] nun eine Tabelle als Fig. 7, die dem Anwender ansagt, welche Vergrößerung er für welche Brennfleckgröße oder -Klasse verwenden sollte. Gleichzeitig enthält die Tabelle noch Daten zu den Messabweichungen bei den verschiedenen Konfigurationen. Die sich aus den Anforderungen ergebende Vielfalt an Vergrößerungen trägt die Kowospot Kamera Rechnung, indem sie modular aufgebaut ist und mit ein paar Standard-Elementen passend konfiguriert werden kann.

Das unerwartete Problem (5) hat sich bei Messungen an der BAM in Berlin mit sehr großen Doppellinien Brennflecken gezeigt. Hier führte das Verfahren mit den integrierten Linienprofilen mit seiner unteren Grenze bei 16% und oberen Grenze bei 84% zu falschen Ergebnissen, da die Intensitäts-Maxima außerhalb dieses Bereiches liegen und damit zu viel Signal nicht mit erfasst wird.

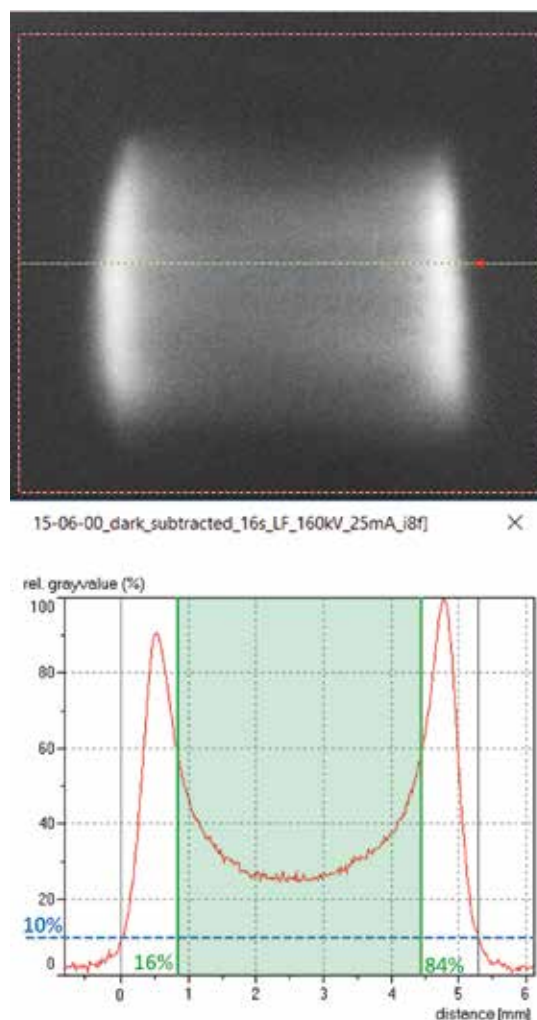


Fig. 10: Doppel-Linien-Brennfleck mit Intensitäts-Maxima außerhalb des grünen Messbereiches

Dieses Problem ist aus mathematischen Gründen nicht mit dem normativen ILP Verfahren zu lösen, hier muss es eine alternative Software Lösung geben (s. nächstes Kapitel).

6. Erweiterung der Prüffähigkeit durch Software

Durch Software kann die Messfähigkeit des Systems Brennfleckkamera erweitert werden. Neben bekannten Funktionen wie Detektor-Korrekturen und Bildintegration für ein ausreichendes SNR ist die automatische Berechnung der optimalen Belichtungszeit pro Einzelbild quasi notwendig für die grundsätzliche normkonforme Funktion.

Als Beispiel seien hier sehr großflächige Brennflecke angeführt, die relativ wenig Signal pro Pixel liefern. Hier kann mit einer automatischen Funktion gleichzeitig die optimale Integrationszeit (hier 5s) sowie die notwendige Anzahl von Frames für ein ausreichendes SNR (hier 4) ermittelt werden.

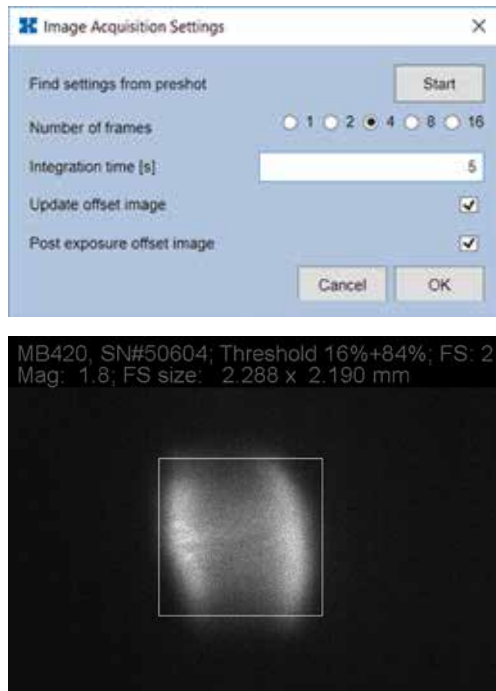


Fig. 11: Menü für die Bildaufnahmeparameter; Beispiel für großen Brennfleck

Da bei längeren Belichtungszeiten die Gefahr besteht, dass sich der Detektor erwärmt und das Offset Bild driftet, ist für ein gutes Ergebnis das Einziehen von neuen Offset Bildern vor und nach dem Einziehen der Brennfleck Bilder hilfreich.

Die im vorherigen Kapitel angesprochenen Probleme, die nicht durch die Hardware allein gelöst werden können, können aber durch spezielle Algorithmen in der Software entschärft werden.

Für das Problem (2) mit Fig. 7, das Plateau mit den abfallenden Rändern, kann keine einheitliche Schwelle für die Background Subtraction gefunden werden, aber Versuche haben gezeigt, dass mit einem iterativen Prozess sehr gute Schwellen für die Background Subtraction gefunden werden können. Diese werden so gesetzt, dass auch die Gradienten am Rand des Plateaus berücksichtigt werden.

Das Problem mit den großen Doppellinien-Brennflecken kann mit der untersten Einstellung im Dialog von Fig. 12 abgeschwächt werden. Dabei werden – in Abweichung zu der Norm – die Schwellen statt der normativen 16 % und 84 %, auf 4 % und 96 % nach außen geschoben, so dass nun die Haupt-Intensitäten der Doppellinien mit in dem Auswertebereich des Linienprofils sind. Fig. 13 zeigt, dass die Brennfleck Form mit diesem erweiterten Auswertebereich viel besser getroffen wird.

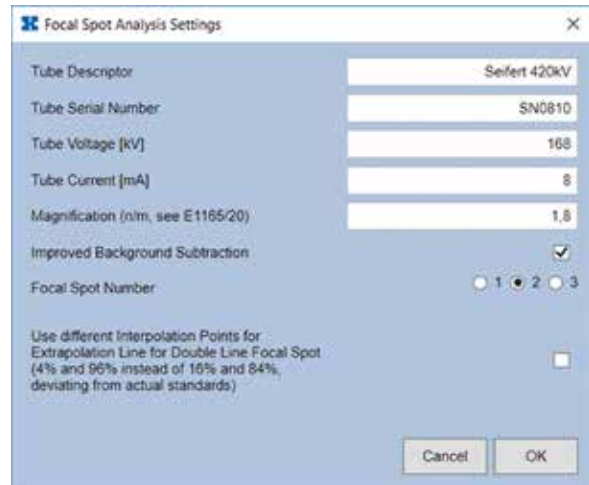


Fig. 12: Sonderfunktionen wie Improved Background Subtraction und Doppellinien-Brennfleck-Behandlung

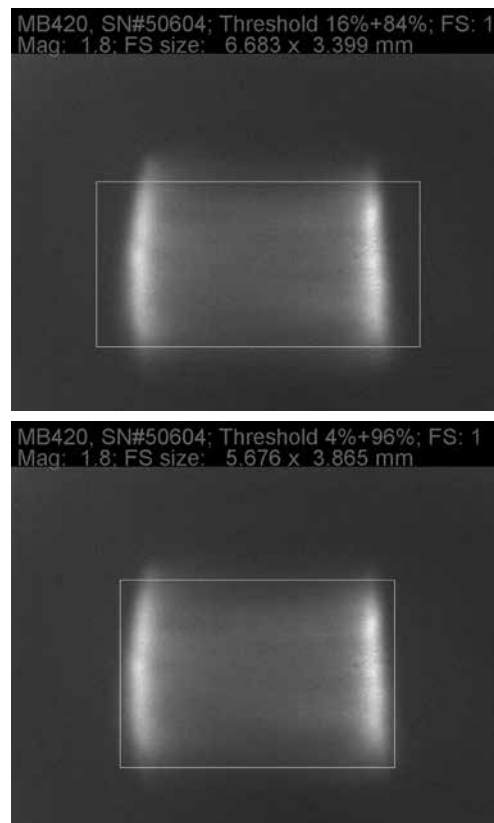


Fig. 13: Unterschied zu den erweiterten Auswertebereichen mit dem ILP-Verfahren

7. Brennfleck-Vermessung in der Praxis

Die neue digitale Brennfleckkamera ist schon an mehreren Stellen getestet worden, zuerst bei YXLON in Hamburg mit einer Standard 225 kV HP11-Röhre und mit einer COMET Prototypen-Röhre mit kleinen Brennflecken. Die Aufnahmen mit der Standard-Röhre konnten innerhalb von wenigen Sekunden erstellt werden. Durch das Abspeichern der Ergebnisse in Tabellen unter dem jeweiligen Röhrennamen und Röhren-ID kann nun die Brennfleck-Form über die Lebensdauer dieser Röhre verfolgt werden. Bei der Prototypen-Röhre ergaben sich interessante Rückschlüsse auf die Form und Intensitäts-Verteilung bei den verschiedenen Brennflecken.

Ein Serienmodell ähnlicher Bauart wurde kürzlich an der BAM in Berlin getestet und hat die Ergebnisse des Tests bei YXLON in Hamburg bestätigt.

Bei einem realen Einsatz zur Abnahme einer Röntgenröhre durch einen Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS wurde die digitale Brennfleckkamera erfolgreich zur Vermessung einer 320kV Röhre COMET MXR320 HP11 bei einem Endanwender genutzt. Die innerhalb sehr kurzer Zeit erzielten Messergebnisse konnten zur vollsten Zufriedenheit des Kunden erstellt werden. Dabei hat sich auch eine hohe Stabilität der Messwerte gezeigt – selbst bei sehr großen Energie- und Röhrenstrom-Unterschieden (Fig. 14).

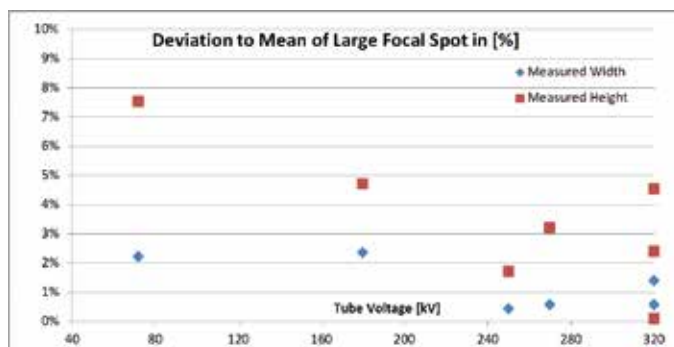
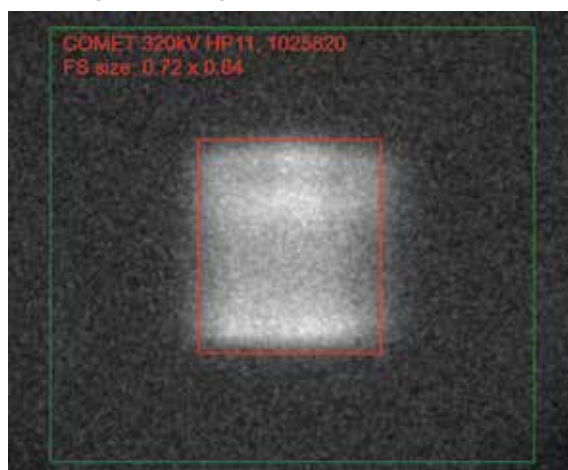


Fig. 14: Messergebnis bei 320 kV, 4,5 mA (oben) und Genauigkeit der Messergebnisse von 72 kV – 320 kV

Bei 320 kV wurde mit verschiedenen Strömen gemessen, daher sind bei 320 kV mehrere Ergebnisse eingetragen. Die Abweichung vom Mittelwert aller Messungen liegt fast immer unter 5% – nur bei 72 kV/2,25 mA ist in der Höhe ein 7,5% höherer Wert zu verzeichnen. Da die Brennfleck Klassen einen Bereichsumfang von fast 30% haben, sind diese Abweichungen gering und führen zu keiner anderen Brennfleckklasse – alle Ergebnisse liegen in der FS7. Damit ist gezeigt, dass im Gegensatz zu herkömmlichen Brennfleckkameras diese digitale Brennfleckkamera auch für Energien oberhalb von 200 kV ohne signifikante Einbuße an Messgenauigkeit geeignet ist.

Als Worst-Case wurde an der BAM in Berlin eine alte 420 kV Röhre aus den 80'er Jahren mit der digitalen Brennfleckkamera getestet. Durch die automatische Ermittlung der optimalen Aufnahmeparameter konnten die von der Norm geforderten SNR Werte (bei 16s Integrationszeit mit jeweils 8 Frames) erreicht werden. Um der Brennfleckkamera das Leben zu erschweren, wurde die Vergrößerung bei 1,8 belassen und es wurden sowohl Bilder mit dem 30 µm Pinhole als auch mit dem 100 µm Pinhole gemacht. Trotz des im

Verhältnis zum Brennfleck extrem kleinen 30µm Pinholes als auch der Vergrößerung gelang es, normkonforme Bilder zu produzieren. Allerdings hat die Auswertung beim großen Brennfleck das Doppel-Linien Problem von Fig. 13 offenbart. Der kleine normative 3 mm Brennfleck (nach der 10% Filmauswertung von 2011) wurde mit 2,3 mm * 2,2 mm recht gut bestimmt (s. Fig. 11).

8. Zusammenfassung und Ausblick

Die Fortschritte der digitalen Detektoren haben eine vollständig digitale Brennfleckkamera ermöglicht, mit der Brennfleck Aufnahmen innerhalb von wenigen Sekunden erfolgen können. Die stark verbesserte Technik hat es ermöglicht, den Bereich der Brennfleckgrößen nach unten zu erweitern, so dass nun Brennflecke ab 100µm sicher und normkonform schnell vermessen werden können. Durch einen kleinen „Software Trick“ können auch die Größe der alten Doppellinien Brennflecke mit dem ILP Verfahren visuell stimmig ermittelt werden. Parallel dazu werden/wurden die Brennfleck Normen angepasst und tragen dem Fortschritt Rechnung.

Die Auswerte-Software kann sicherstellen, dass ein Brennfleck über die Lebensdauer der Röhre kontinuierlich überprüft und die Degradation über die Lebensdauer dokumentiert wird.

Der digitale Detektor kann problemlos über dem USB-Anschluss eines Laptop- oder Tablett-PCs mit Strom versorgt werden; dort kann auch die Software laufen. Damit ist der Einsatz im Feld nun kein Problem mehr, die Brennfleck Messung kommt nun einfach zu der Röhre - und die normkonforme Auswertung gleich mit.

9. Danksagung

An dieser Stelle danke ich Dr. Uwe Zscherpel von der BAM in Berlin für die Unterstützung bei den Messungen und für die sehr hilfreichen Diskussionen.

Weiterhin danke ich der Firma YXLON in Hamburg für die Unterstützung und speziell Thorsten Klatt für seine Geduld bei den vielen Mess-Sessions.

Außerdem danke ich Michael Salamon vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Fürth für das Feedback und die Zurverfügungstellung der Messdaten von seinem Kundeneinsatz.

10. Referenzen

- [1] New measurement methods of focal spot size and shape of X-ray tubes in digital radiological applications in comparison to current standards.
Klaus Bavendiek, Uwe Heike, Uwe Zscherpel, Uwe Ewert and Adrian Riedo, WCNDT 2012, Durban, South Africa WC-NDT 2012 (http://www.x-ray-forum.de/WCNDT_Paper346_WE_MR21_A_BavendiekEtAl.pdf)
- [2] ASTM E1165-20, Standard Test Method for Measurement of Focal Spots of Industrial X-Ray Tubes by Pinhole Imaging
ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. United States
- [3] EN 12543-2 Non-destructive testing—Characteristics of focal spots in industrial X-ray systems for use in nondestructive testing—Part 2: Pinhole camera radiographic method
Available from European Committee for Standardization (CEN), Avenue, Marnix 17, B-1000, Brussels, Belgium, <http://www.cen.eu>.
- [4] EMPIR-project NanoXSpot
(<https://www.ptb.de/empir2019/nanoxspot/home/>)
- [5] X-Ray Forum – Focal Spots
(<https://www.x-ray-forum.net/22161106nx65772/standards-for-focal-spot-measurement-for-ndt-f92/>)



Keinen Plan von Digitalisierung?

Frag Buddy!

Digitalisierung spart Zeit. Prüfbilder lassen sich ortsunabhängig betrachten und auswerten. Außerdem können sie bauteil- und anlagenbezogen archiviert werden und stehen per Knopfdruck zur Verfügung. Das garantiert kurze Entscheidungsprozesse.

www.dimate.de



 **DIMATE**

Schallemissionsprüfung an großmaßstäblichen Laborproben aus Beton

Gerd Manthei¹, Marcel Walther², Manuel Koob¹, Jens Minnert¹, Markus Blatt¹

¹ THM · Technische Hochschule Mittelhessen, 35390 Gießen

² Technisches Rathaus der Stadt Nidda, 63667 Nidda

Kontakt E-Mail: gerd.manthei@me.thm.de

Kurzfassung. Der Einsatz von zerstörungsfreien Prüfverfahren kann Aufschluss über Vorgänge im Inneren von Strukturen geben. Die Schallemissionsprüfung gehört zu den zerstörungsfreien Prüfverfahren, mit denen Materialschäden noch während der Entstehung erkannt werden können. Durch die Schädigung von Strukturen wie z. B. in Betonbauteilen entstehen beim Versagen von Materialien unter Belastung elastische Wellen, die sich im Bauteil ausbreiten. Diese SE-Signale können von SE-Sensoren, die auf der Oberfläche des Bauteils angebracht sind, detektiert werden, wodurch der Zustand des Materials und der Ort des Versagens nachvollzogen werden können.

Dieser Bericht fasst die jüngsten Anwendungen von SE-Messungen an großmaßstäblichen Laborproben aus Stahlbeton zusammen. Das erste Beispiel beschreibt SE-Messungen während eines Zug-Ermüdungsversuchs an einer großflächigen Stahlbetonprobe, um das Ermüdungsverhalten eines eingebetteten Betondübels zu untersuchen. Das zweite Beispiel befasst sich mit SE-Messungen während eines dynamischen Dreipunkt-Biegeversuchs zur Untersuchung des Ermüdungsverhaltens einer vorgespannten Eisenbahnschwelle aus Stahlbeton. Das dritte Beispiel beschreibt einen Full-Scale-Test, der an einem Flachdecken-Betonprobekörper durchgeführt wurde. Die Länge und die Breite des Probekörpers betragen 2,8 m × 2,8 m. Ziel der Untersuchungen ist die Entwicklung und Optimierung neuer Einbauteile, um den Durchstanzwiderstand zu erhöhen und eine wirtschaftliche Lösung zu bieten.

Einleitung

Heute macht bereits die Bautätigkeit an bestehenden Bauwerken einen großen Teil des Bauvolumens aus und wird in Zukunft noch weiter an Bedeutung gewinnen. Dazu sind Kenntnisse zum aktuellen Zustand der vorhandenen Bausubstanz erforderlich, um über Erhalt oder Neubau entscheiden zu können. Im Allgemeinen beschränkt sich die routinemäßige Zustandserfassung bei Stahlbetontragwerken hauptsächlich auf visuelle Inspektion mit wenigen technischen Hilfsmitteln. In vielen Fällen ist eine visuelle Begutachtung notwendig und oft auch hinreichend. Damit sind aber nur solche Schäden sichtbar, die an der Oberfläche des Bauteils auftreten. Schäden im Inneren des Bauwerks bleiben jedoch unentdeckt oder werden nur verspätet erkannt, wenn zum Beispiel der Schaden an der Oberfläche zum Vorschein kommt.

Die Technische Hochschule Mittelhessen (THM) ist die drittgrößte Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Deutschland und die größte in Hessen. Am Institut für Konstruktion und Tragwerk (IKT) des Fachbereichs Bauwesen wird ein Material- und Bauteilforschungszentrum (MFZ) für den Raum Mittelhessen aufgebaut. Das MFZ wird als übergeordnete Organisation über den Instituten (Forschung) und den Fachbereichen (Lehre) angesehen. Das mittelfristige Ziel ist eine leistungsfähige Forschungsinfrastruktur zu etablieren, die den mittelhessischen Unternehmen im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsprojekten zur Verfügung steht. An diesem Zentrum spielt auch die Anwendung der ZfP eine wichtige Rolle. Dafür stehen ein Messsystem für kombinierte Schallemissions- und Durchschallungsmessungen mit 16 Empfangs- und 8 Sendekanälen (Hersteller Fa. GMuG), ein 8-Kanal-Schallemissionssystem Typ AMSY-6 (Hersteller Fa. Vallen), ein Ultraschallmesssystem Typ Pundit PD8000 (Hersteller Fa. Proceq) und weit über 60 SE- und Ultraschallsensoren zur Verfügung. Desweiteren steht ein optisches Bildkorrelationssystem Typ Q400 (Hersteller Fa. LIMESS) zur kontaktlosen flächenhaften Messung von Verformung und Dehnung zur Verfügung (siehe www.thm.de/bau/forschung/institute/institut-fuer-konstruktion-und-tragwerk/das-institut)

Der Einsatz von zerstörungsfreien Prüfverfahren gibt Aufschluss über Vorgänge im Inneren von Bauteilen. Die Schallemissionsprüfung (SEP) gehört zu den zerstörungsfreien Prüfverfahren, mit denen Materialschäden schon während der Entstehung erkannt werden können. Es ist jedoch zu beachten, dass nur aktive oder wachsende Risse Schallemission emittieren. Das Verfahren ist dennoch vielversprechend zur Zustandsbeurteilung von Stahlbetontragwerken und wird immer häufiger im Rahmen des sogenannten „Structural Health Monitoring (SMH)“ eingesetzt. Beim SHM mit der SEP werden z. B. der Zustand von Strukturen, die ständig unter Belastung stehen, kontinuierlich überwacht. Ono [1,2] gibt in seinen Arbeiten einen Überblick über die Bewertung der strukturellen Integrität mit der SEP. Bei der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (DGZfP) (www.dgzfp.de) sind auf dem Gebiet der Zustandsüberwachung von Strukturbauteilen mit ZfP im Wesentlichen die drei Fachausschüsse „Zustandsüberwachung“, „Schallemissionsprüfung“ und „ZfP im Bauwesen“ aktiv.

Entwicklung der SEP im Bauwesen

Als Beginn der systematischen Materialuntersuchung mit der SEP werden gemeinhin die von Kaiser 1950 an der Technischen Hochschule München durchgeführten Arbeiten betrachtet [3]. Er untersuchte das SE-Verhalten verschiedener, vorwiegend metallischer Werkstoffe im Zugversuch. Dabei versuchte er einen Zusammenhang zwischen der Spannungs-Dehnungscharakteristik eines Werkstoffs und der Frequenz der emittierten Geräusche zu finden. Als Ursache für das Auftreten der Geräusche in metallischen Werkstoffen erkannte Kaiser plastische Verformungen. Aus der Irreversibilität plastischer Verformungen schloss er darauf, dass auch das Phänomen der Schallemission irreversibel ist. Dass dem so ist, konnte er anhand von Versuchen belegen, wobei Geräusche erst nach dem Überschreiten der bisherigen Maximallast auftraten. Dieser Effekt wurde später nach seinem Entdecker als Kaiser-Effekt bezeichnet. Rüschi [4] setzte an der Technischen Hochschule in München die

Arbeit von Kaiser fort. In ersten Versuchen an Betondruckprismen (100 mm × 150 mm) untersuchte er 1959 die Festigkeit, das Verformungsverhalten und die SE-Aktivität unter Kurzzeit- und Dauerstandsbelastung sowie unter zyklischer Belastung. Es folgten in den 60er- und 70er-Jahren viele weitere Untersuchungen, bei denen die SEP zur Detektion von Rissbildung in Beton eingesetzt wurde. Eine gute Übersicht über Literatur aus dieser Zeit gibt die von Drouillard angefertigte spezielle Bibliographie aus dem Jahr 1986 [5]. Weitere Literatur ab 1982 bis heute ist in dem frei zugänglichen Journal of Acoustic Emission (JAE) zu finden (www.aewg.org/jae.htm). Auch in Fachbüchern sind viele Anwendungen dargestellt. Als Beispiel sei hier das Buch von Große & Ohtsu [6] genannt. Heutzutage ist die Anwendung der SEP an Betonbauteilen ein fester Bestandteil jeder nationalen und internationalen SE-Konferenz. Insbesondere im Rahmen der internationalen Tagungen der amerikanischen Arbeitsgruppe „Acoustic Emission Working Group (AEWG)“, der japanischen Arbeitsgruppe „Japanese Committee on Acoustic Emission (JCAE)“ und der europäischen Arbeitsgruppe „European Working Group on Acoustic Emission (EWGAE)“. Zur Förderung des internationalen Austausches wurden von den drei Arbeitsgruppen AEWG, JCAE und EWGAE das „International Institute of Innovative Acoustic Emission (IIIAE)“ gegründet (<http://iiiae.org/about.html>).

Zielsetzung und Durchführung der Versuche

Dieser Beitrag beschreibt die Anwendung der SEP an großmaßstäblichen Laborproben, wie z. B. an plattenförmigen Großproben oder Trägern. An diesen Bauteilen findet Rissbildung und -fortschritt überwiegend bei statischen und zyklischen Druck/Zug- und Biegebelastungen statt. Die Beurteilung des Verformungs- und Tragverhaltens basiert auf der Messung von Kraft- und Weggrößen unter einer Normbelastung. Diese wird jeweils mit speziellen Lasteinleitungsvorrichtungen aufgebracht. Um die Schädigung des Tragwerks durch den Belastungsversuch zu verfolgen, werden zur Überwachung der Rissbildung zusätzlich SE-Messungen vorgenommen. Zielsetzung der SE-Messungen ist es daher, durch kontinuierliche Auswertung der SE den Beginn der ersten Rissbildung zu erkennen und bis zum Versagen zu verfolgen. Aufgrund der ausreichenden Probenabmessungen ist auch eine drei-dimensionale Ortung der SE-Ereignisse und damit der Risse möglich. Auch die Gefahr eines plötzlichen, spröden Versagens kann auf diese Weise erkannt werden.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über Probengeometrie und Durchführung der SE-Messungen an drei großmaßstäblichen Laborproben aus Stahlbeton. Im ersten Beispiel (Tabelle 1a) wird im Rahmen eines Forschungsvorhabens am Fachbereich Bauwesen der Technischen Hochschule Mittelhessen ein innovatives Hybridfachwerk mit geringem Materialeinsatz entwickelt [7–11]. Im Rahmen des Vorhabens soll erforscht werden, ob das Hybridfachwerk bei der Erstellung des Turms von Windkraftanlagen eingesetzt werden kann. Bei Windkraftanlagen wird der Turm hohen dynamischen Beanspruchungen ausgesetzt. Bei einer nominellen Lebensdauer von 20 Jahren treten mehr als $2 \cdot 10^8$ Lastspiele auf, wodurch die Ermüdungsgrenze der eingesetzten Baustoffe erreicht werden kann. In diesem Vorhaben werden im Beton eingelassene Verankerungen (sogenannte Betondübel) bei dynamischer Zugbeanspruchung untersucht. Dabei werden in Versuchsserien Testkörper hinsichtlich Spannungen, Rissbildung, Grenztragkräfte und Ermüdungsverhalten untersucht. Kommt es zum Versagen der hochbeanspruchten Verankerung, so geht die Bildung von Mikrorissen der eigentlichen Schädigung im Innern der Struktur, z. B. im Übergangsbereich zwi-

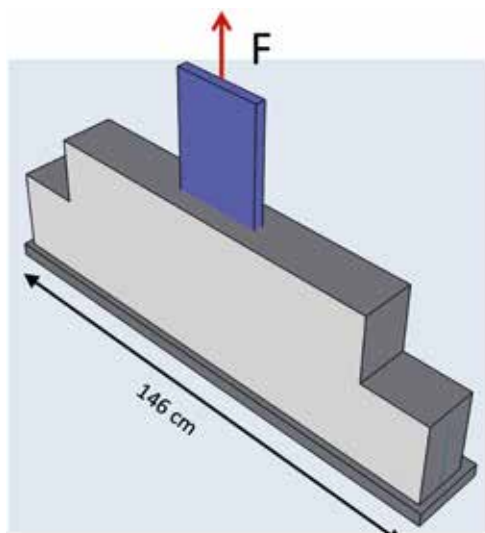
schen Beton und Stahlbauteil, voraus. SE-Messungen wurden während des dynamischen Ausziehversuchs eines Betondübels durchgeführt. Der Versuch wurde in mehreren Phasen vorgenommen. Nach dem Aufbringen einer statischen Vorlast von 80 kN erfolgte die dynamische Belastung des Probekörpers in einem kraftgeregelten Auszugversuchs des Betondübels bei 8 Hz und einer Ausschlagskraft von ± 36 kN bei einer mittleren Zugkraft von 44 kN.

Im zweiten Beispiel (Tabelle 1b) wird die Rissbildung einer vorgespannten Betonschwelle während eines statisch und dynamisch belasteten Dreipunkt-Biegeversuchs angelehnt an DIN EN 13230-4 [12] durch SE-Messungen aufgezeichnet und das Risswachstum ausgewertet. Hintergrund der Untersuchungen ist, dass Spannbetonschwellen auf einem verdichteten Schotteroberbau die Basis des Gleisbaus in Deutschland sowie in anderen Ländern bilden. Stahlbeton hat sich hierbei als Baustoff für den Schwellenbau in den letzten Jahrzehnten bewährt. Es kommt aber immer wieder vor, dass korrekt nach dem Stand der Technik hergestellte Bahnschwellen Schäden aufweisen, deren Ursachen nicht eindeutig sind. Mit den Anforderungen aus Geschwindigkeiten von bis zu 280 km/h und Achslasten von 25 t sind Bahnschwellen über ihre Lebensdauer großen dynamischen Belastungen ausgesetzt. Im Schienennetz der Deutschen Bahn sind derzeit ca. 80.000.000 Schwellen verbaut, davon sind ca. 2 % schadhaft. Rund 1,4 Mio. Schadsschwellen fallen auf Betonschwellen zurück, die mit Spannstahl im direkten Verbund hergestellt wurden [13]. Ein Großteil dieser geschädigten Schwellen weist Längsrisse entlang des Spannstahls auf, die nicht auf Materialschäden zurückzuführen sind. Daher ist unklar, ob die bei diesen Schwellen eingehaltenen Regeln der Technik zum Verbundverhalten (u.a. die Vorgabe zur Einhaltung der Randabstände) für diese hochbelasteten Bauteile ausreichend sind. Die Feststellung, Beurteilung sowie Instandsetzung von Rissen in Betonschwellen bis hin zum Einzelschwellenaustausch ist sehr aufwendig und kostenintensiv. Daher wird mit der SEP die Ermüdungsrissbildung in Spannbetonschwellen untersucht, um einen besseren Einblick in das Schadverhalten zu erhalten. Die kraftgeregelte Belastung der Schwelle wurde in zwei Phasen durchgeführt. In der ersten Phase wurde eine schrittweise, statische Belastung bis zu einer Last von 120 kN aufgebracht. Nach Entlastung der Schwelle wurde die dynamische Lastaufbringung gestartet. Der dynamische Versuchsablauf wurde mit einer Unter- bzw. Oberlast von 15 bzw. 60 kN gestartet. Bei etwa 4.000 Zyklen wurden die Last auf 10 bzw. 80 kN geändert. Ab 8.000 Zyklen wurde die Schwelle mit einer Unterlast von 5 kN und Oberlast von 85 kN belastet. Während des Experiments wurde die Lastfrequenz von zunächst 1 Hz bis 4 Hz variiert. Der Versuch wurde bei ca. 14.800 Zyklen gestoppt [14–16].

Das dritte Beispiel (Tabelle 1c) beschreibt einen Full-Scale-Test (Maßstab 1:1), der an einem Flachdecken-Betonprobekörper durchgeführt wurde. Ziel der Untersuchungen ist die Entwicklung und Optimierung neuer Einbauteile, um den Durchstanzwiderstand zu erhöhen und eine wirtschaftliche Lösung zu bieten. An der THM im Fachbereich Bauwesen wurde eine innovative Durchstanz- und Verbundbewehrung mit L-Blechen (sog. CLIXS®) entwickelt [17]. Das System besteht aus gestanzten und gebogenen Stahlblechen mit eingehängten Bügeln aus konventionellem Bewehrungsstahl. Dieses System wird für Flachdecken eingesetzt. Flachdecken werden in der Praxis häufig gewählt, da die Herstellung sehr wirtschaftlich ist. Um die Standsicherheit nachzuweisen, müssen Flachdecken auch für den Durchstanzwiderstand bemessen werden. Hierfür wurde das Tragverhalten des Durchstanz- und Verbundbewehrungssystems untersucht (www.bauingenieur24.de/url/700/2237).

Tabelle 1: Übersicht über Probengeometrie und Durchführung der SE-Messungen an drei großmaßstäblichen Laborproben aus Stahlbeton.

(a) Ausziehversuch



Probenabmessung:

Stahlbetonprobe mit Abmessungen von 146 cm × 45 cm × 16 cm mit einem 61 cm langen, 26 cm breiten und 2 cm dicken Betondübel (blau) aus S355JR.

Durchführung:

Ausziehversuch bei 8 Hz der Ausschlagskraft F von ± 36 kN, mittleren Zugkraft von 44 kN, obere und untere Zugkraft 80 bzw. 8 kN, 10 Belastungszyklen mit jeweils 10.000 Schwingspielen, Resttragkraft 161 kN.

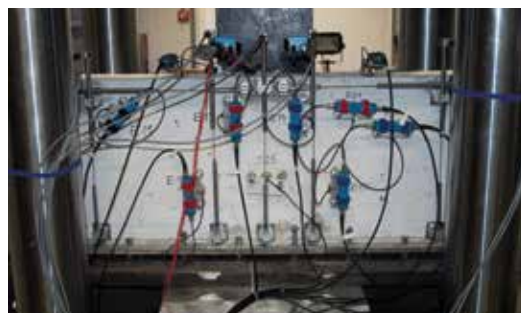
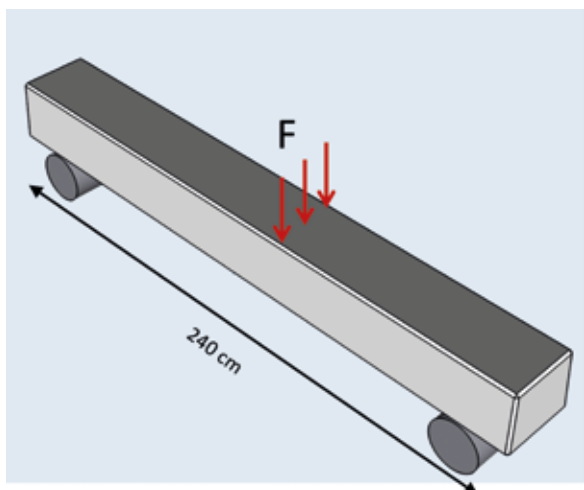


Foto von der Vorderansicht der Probe im eingebauten Zustand mit angekoppelten SE-Sensoren und induktiven Wegaufnehmern [7–11].

(b) Dreipunkt-Biegeversuch



Probenabmessung:

Spannbeton-Weichenschwelle mit Abmessungen von 240 cm × 30 cm × 21,5 cm, 12 Spannstäbe $\varnothing 8$ mm im sofortigen Verbund vorgespannt.

Durchführung:

Dreipunkt-Biegeversuch bis zu einer statischen Prüfkraft F von 120 kN, untere und obere Druckkraft von 8 kN bis 85 kN bei 1 Hz bis 4 Hz, Auflagerabstand 2,0 m.

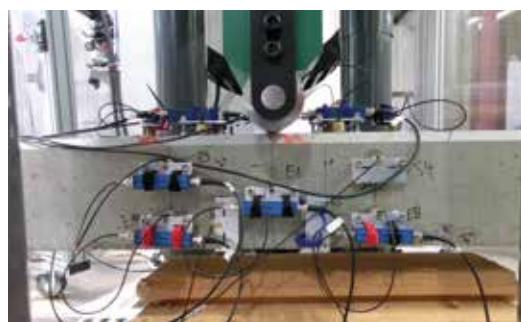
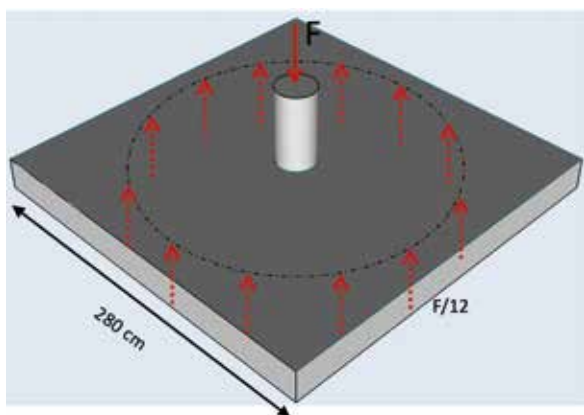


Foto von der Weichenschwelle im eingebauten Zustand mit angekoppelten SE-Sensoren [14–16].

(c) Durchstanzversuch



Probenabmessung:

Stahlbeton Flachdeckenprobe mit Abmessungen von 280 cm × 280 cm × 25 cm

Durchführung:

Durchstanzversuch mit einer Druckkraft F von 50 kN bis 1.000 kN in 10 rampenförmigen Belastungszyklen. Lagerung der Probe durch 12 kreisförmig angeordnete Hydraulikzylinder an der Unterseite.



Foto von der Seitenansicht des Deckenknotens im eingebauten Zustand mit angekoppelten SE-Sensoren [17].

Die Länge und die Breite des Probekörpers betragen $2,8\text{ m} \times 2,8\text{ m}$, und die Dicke des Deckenknotens beträgt $0,25\text{ m}$. Die Druckkraft wurde mit 12 an der Unterseite des Probekörpers kreisförmig angeordneten Hydraulikzylindern (rote gestrichelte Pfeile in Tabelle 1c) aufgebracht. Während der Druckprüfung lag die Belastung zwischen 10 kN und 1.000 kN bei zehnmaliger Wiederholung. Am Ende der Prüfung wurde eine Resttragfähigkeit von etwa 1.727 kN gemessen.

Beschreibung der SE-Messungen

Zur Rissdetektion und dreidimensionalen Ortung der SE-Quellen wurden 16 SE-Sensoren an zugänglichen Flächen der Probekörper angebracht. Die Anordnung der SE-Sensoren wurde so gewählt, dass im Bereich der Lasteinleitung in dem die größten Verformungen und Risse zu erwarten sind, eine gute Überdeckung mit SE-Sensoren in alle Koordinatenrichtungen vorlag. Die Sensoren wurden mit Blechen und Schrauben am Prüfling fixiert. Als Kopplermittel zwischen Sensoren und Betonoberfläche dient ein hochzähes Vakuumpfett, um die akustische Leitfähigkeit zu verbessern. Mit zusätzlich angebrachten Ultraschallsendern konnten Durchschallungsmessungen zur Messung der Schallgeschwindigkeiten in Längs- und Querrichtung des Prüfkörpers durchgeführt werden. Bei den SE-Sensoren handelt es sich um speziell für Beton entwickelte breitbandige SE-Sensoren mit einer Messfrequenz bis ca. 200 kHz . Für die Messung an diesem Prüfkörper konnte ein 16-Kanalgerät zur kombinierten Anwendung von Schallemission und Durchschallung (Hersteller: Fa. GMuG) herangezogen werden, das die Signale sehr hochfrequent mit einer Abtastfrequenz von 10 MHz und einer Auflösung von 16 bit digitalisierte. Die Signale wurden um 40 dB (Faktor 100) vorverstärkt und anschließend bandpassgefiltert. Die untere und obere Eckfrequenz des Bandpasses war auf 20 bzw. 200 kHz eingestellt.

Der Schwerpunkt der Auswertung lag in der dreidimensionalen Ortung der SE-Ereignisse zur Bestimmung der räumlichen Verteilung der Risse. Dazu wurde ein von der Fa. GMuG entwickeltes automatisches Ortungsprogramm verwendet. Das Verfahren nutzt dabei sicher erkannte Longitudinal(L)- und Transversal(T)welleneinsatzzeiten. Eine Ortung war gültig, wenn der berechnete Ortungsfehler unterhalb einer Fehlergrenze von einigen mm bzw. cm lag und das Ereignis mit mehr als fünf L- und T-Welleneinsätzen zusammen geortet wurde. Der berechnete Ortungsfehler ist das Residuum, also der Mittelwert der Abweichungen zwischen gemessenen und theoretischen Einsätzen. Der wirkliche Ortungsfehler kann jedoch doppelt so groß sein. Ereignisse, die diese Kriterien nicht erfüllten, wurden verworfen.

Abbildung 1 stellt beispielhaft die an allen 16 Kanälen gemessenen Signale eines Ereignisses im Zeitausschnitt von ca. $1,6\text{ ms}$ dar. Am Ende der Signalspur ist das Maximum in Volt angegeben. Die automatisch bestimmten und zur Ortung herangezogenen Einsätze der L- und T-Welle sind oberhalb des Signalzuges durch einen grünen vertikalen Strich markiert. Die nach der Ortung berechneten Ankunftszeiten der L- und T-Welle sind unterhalb des Signalzuges durch einen roten vertikalen Strich markiert. Das gezeigte SE-Ereignis wurde mit zehn L- und zwei T-Welleneinsatzzeiten zusammen geortet. Zur Ortung wurden die gemessene L-Wellengeschwindigkeit von $3,6\text{ mm}/\mu\text{s}$ und T-Wellengeschwindigkeit von $2,1\text{ mm}/\mu\text{s}$ verwendet. Das Ereignis hat die Koordinaten $x = 61,1\text{ cm}$, $y = 2,8\text{ cm}$ und $z = 24,6\text{ cm}$. Der berechnete Ortungsfehler liegt bei $2,7\text{ cm}$. Die gute Übereinstimmung zwischen den markierten und berechneten Einsatzzeiten lässt erwarten, dass auch der wirkliche Ortungsfehler

im Bereich des berechneten Fehlers liegt. Dieser Ortungsfehler konnte durch künstlich erzeugte SE-Quellen mit Bleistiftminenbruch vor dem Versuch bestätigt werden.

Ergebnisse der SE-Messungen

Abbildung 2 zeigt den zeitlichen Verlauf der kumulierten Zahl der Ortungen (rote Kurve) und Kraft (schwarze Kurve) gegenüber der Zeit für den Ausziehversuch (a), statischer (b) und dynamischer (c) Dreipunkt-Biegeversuch und Durchstanzversuch (d). Insgesamt konnten während des Ausziehversuchs 9.132, während des statischen und dynamischen Dreipunkt-Biegeversuchs zusammen 9.146 und während des Durchstanzversuchs 574 Ereignisse geortet werden.

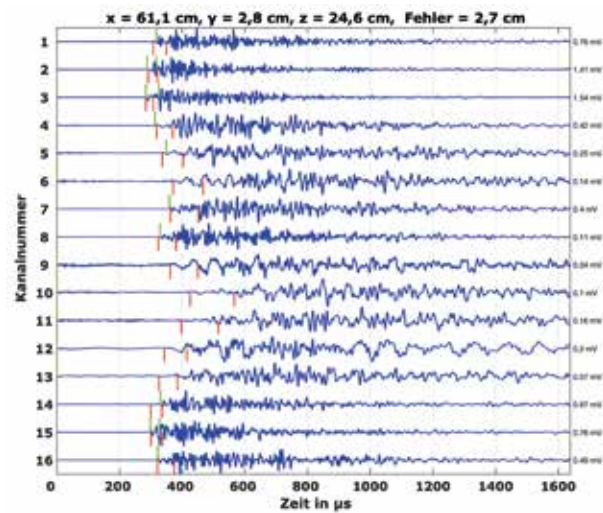


Abbildung 1: Signale eines Ereignisses an allen 16 Kanälen. Das Ereignis wurde mit den zehn markierten (grüne vertikale Striche) L- und zwei T-Einsätzen zusammen geortet. Die roten vertikalen Striche markieren die berechneten Einsatzzeiten.

Die Teilbilder zeigen, dass die Schallemissionsaktivität unmittelbar mit der Belastung einsetzt und während des Versuchs stetig zunimmt. Der treppenförmige Verlauf der SE-Aktivität rührt daher, dass in den Halt- und Entlastungsphasen die Aktivität aussetzt und erst wieder mit Zunahme der Belastung einsetzt. Am Ende des Versuchs können nur noch wenige SE-Ereignisse geortet werden, was sicher darauf zurückzuführen ist, dass die Schädigung der Probe zugenommen hat und klaffende Risse die Schallausbreitung zu einigen Sensoren behindern. Trotzdem ist noch ein leichter Anstieg der Ortungsrate am Ende der Versuche bei der Bestimmung der Resttragfähigkeit zu erkennen.

Ortungsergebnisse

Abbildung 3 zeigt die Lage der Ortungen, die bei dem Ausziehversuch an dem Probekörper aus Stahlbeton registriert wurden, in Projektion auf die Vorderseite (a) und Oberseite (b), in einer vergrößerten Darstellung der Vorderseite im Bereich von $x = 40\text{ cm}$ bis $x = 100\text{ cm}$ zusammen mit der Kontur des einbetonierten Teils des Betondübels (c) und in Projektion auf die Rückseite des Probekörpers (d) zusammen mit dem Foto des Probekörpers nach dem Versuch (nochmals verkleinert oben links). Die Lage der SE-Sensoren und Ultraschallsendern ist durch rote bzw. gelbe Punkte mit Zahlen gekennzeichnet. Das Koordinatensystem ist so orientiert, dass die z-Achse vertikal verläuft. Der Ursprung des Koordinatensystems liegt in der unteren linken Ecke der Vorderseite (x-z-Ebene). Die Teilabbildungen zeigen, dass die Ortungen wolkenartig hauptsächlich im

Randbereich des eingelassenen Betondübels auftreten. Auffällig ist, dass etwa drei Viertel (etwa 6.700) der Ereignisse am linken Rand in zwei Ortungsschwerpunkten verteilt liegen. Die Vorderansicht (a) ist in einer vergrößerten Darstellung (c) im Koordinatenausschnitt von $x = 40$ cm bis $x = 100$ cm zusammen mit der Kontur des einbetonierten Teils des Betondübels zu sehen.

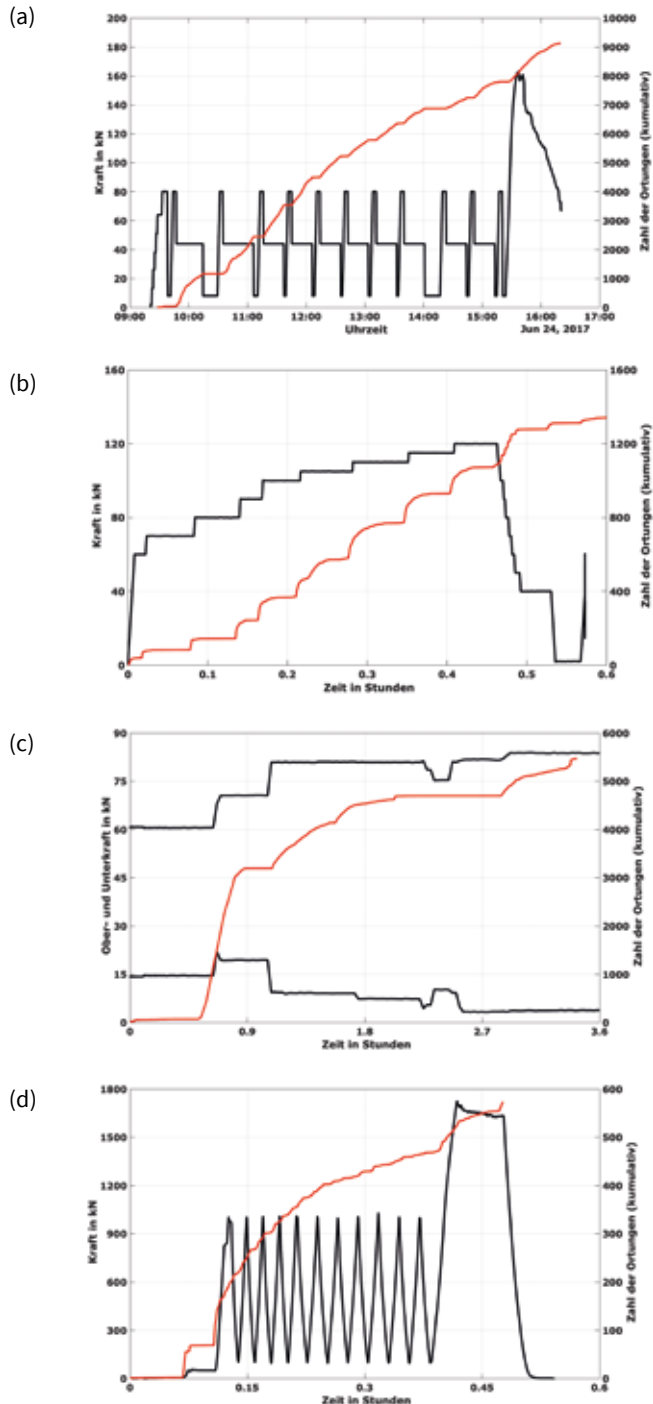


Abbildung 2: Zeitlicher Verlauf der kumulierten Zahl der Ortungen (rote Kurve) und Kraft (schwarze Kurve) gegenüber der Zeit für den dynamischen Ausziehversuch (a), den Dreipunkt-Biegeversuch bei statischer Vorbelastung (b) und anschließender dynamischer Druckbelastung (c) und Durchstanzversuch (d).

Aus dieser Teilabbildung ist zu entnehmen, dass die Ortungsschwerpunkte aus den Vergusstaschen der klothoidenförmigen Aussparungen des Dübels stammen. Die Ortungen sind allerdings

nicht auf Flächen auszumachen, sondern sind eher wolkenartig verteilt. Abbildung 3d zeigt ein Foto der Rückseite des Probekörpers nach dem Versuch zusammen mit den Ortungen (grüne Punkte) in Projektion auf diese Seite.

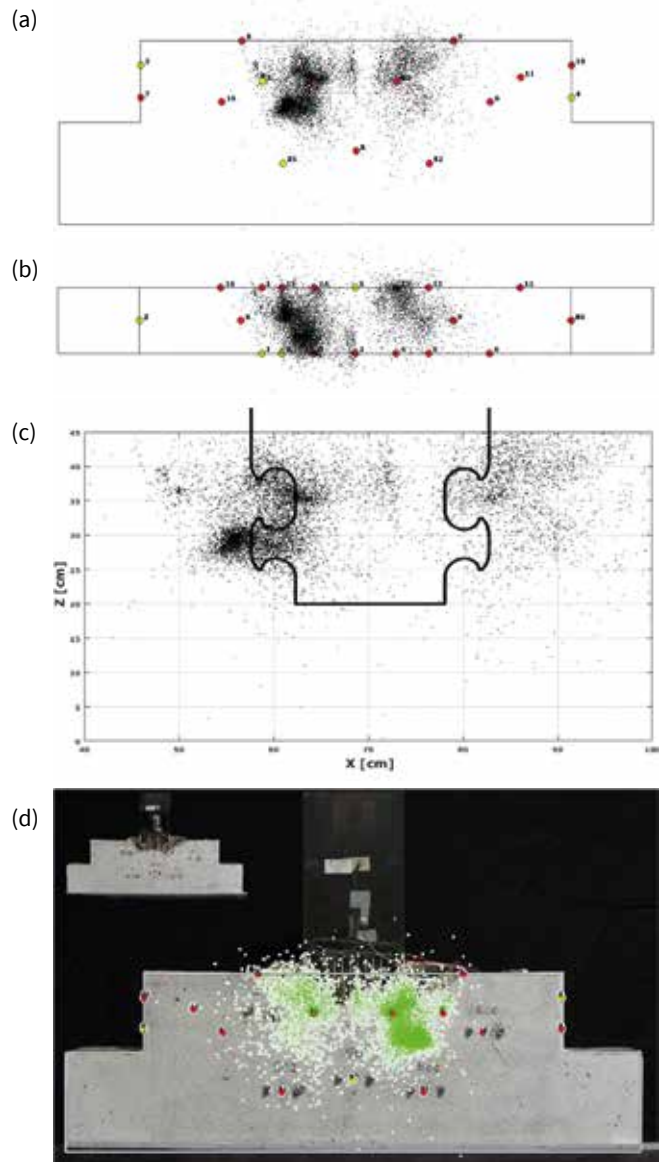


Abbildung 3: Lage der georteten 9.132 Ereignisse, die bei dem Ausziehversuch an dem Probekörper aus Stahlbeton registriert wurden, in Projektion auf die Vorderseite (a) und Oberseite (b), in einer vergrößerten Darstellung der Vorderseite im Bereich von $x = 40$ cm bis $x = 100$ cm zusammen mit der Kontur des einbetonierten Teils des Betondübels (c) und in Projektion auf die Rückseite des Probekörpers (d) zusammen mit dem Foto des Probekörpers nach dem Versuch (nochmals verkleinert oben links).

Es ist zu beachten, dass die beiden auffälligen Ortungsschwerpunkte jetzt auf der rechten Seite liegen. Da die vielen Ereignisse die Rissstruktur verdecken ist oben links in Abbildung 3d zur besseren Übersicht der Probekörper nach dem Versuch verkleinert dargestellt. Dieses verkleinerte Foto zeigt im Bereich des Lasteintrages am Betondübel deutliche Ausbrüche des Betons, die weit über die Breite des Betondübels hinausgehen und ca. 15 cm in den Probekörper hineinragen. Diese Ausbrüche werden gut durch Ortungen belegt. Nach Aussage der Schallemission setzt sich jedoch die geschädigte Zone noch unterhalb der Ausbrüche, etwa bis zum unteren Ende des Betondübels, fort.

Während des Dreipunkt-Biegeversuchs wurden etwa 103.000 Ereignisse aufgezeichnet. Von diesen konnten etwa 10 Prozent gültig geortet werden. Aus den Zeitresiduen der P- und S-Welleneinsatzzeiten wurde bei diesen Messungen der theoretische Ortungsfehler mit 5 mm berechnet und als Abbruchkriterium festgelegt. Jedoch zeigen die Bleistiftminenbrüche, dass der wahre Ortungsfehler bei ca. 3 cm liegt, d.h. 6 Mal größer als der berechnete Ortungsfehler [14–16].

Abbildung 4 zeigt die 9.146 georteten SE-Ereignisse unter Verwendung von mindestens 6 P- und S-Welleneinsätzen, die auf drei Koordinatenebenen (Draufsicht: x-y-Ebene und zwei Seitenansichten: x-z-Ebene und y-z-Ebene) projiziert werden. Die Kontur der Spannbetonschwelle wird durch schwarze Linien und die Positionen der SE-Sensoren durch rote Punkte mit Sensornummern dargestellt. Die Darstellungen zeigen die wolkenförmige Verteilung der Ereignisse. Die größte Anhäufung der SE-Ereignisse tritt direkt unter der Lasteinleitung auf. Die Schwelle erfährt in Feldmitte die größte Verformung und durch die Zugbeanspruchungen des Bauteils treten Biegerisse senkrecht zur Bauteilachse auf. Links und rechts der größten Ansammlung deuten schwache SE-Ereignisse auf zwei weitere Anhäufungen hin, die in etwa im gleichen Abstand parallel zum Hauptriss auftreten.

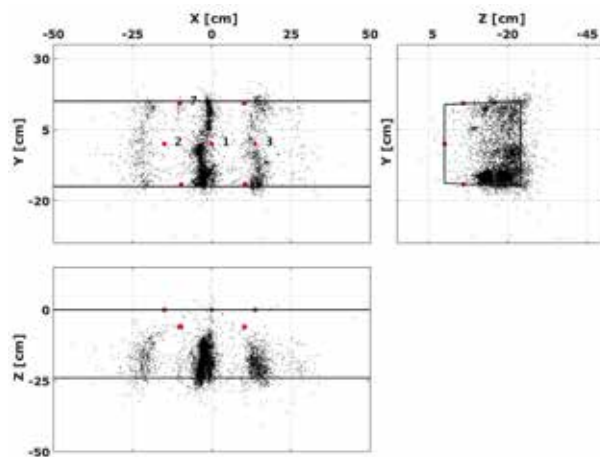


Abbildung 4: Projektion der lokalisierten SE-Ereignisse (schwarze Punkte) des Dreipunkt-Biegeversuchs an der Weichenschwelle in der Draufsicht (x-y-Ebene) und zwei Seitenansichten (x-z-Ebene und y-z-Ebene). Die Kontur der Probe wird durch schwarze Linien dargestellt; die Positionen der SE-Sensoren durch rote Punkte.

Abbildung 5 zeigt die lokalisierten SE-Ereignisse (Projektion auf die x-z-Ebene) in sechs aufeinanderfolgenden Phasen des Risswachstums während der dynamischen Belastung der Weichenschwelle. In den Teilbildern (a) bis (f) sind etwa die gleiche Anzahl von Ereignissen dargestellt. Durch den Einsatz der SE-Aktivität kann der Rissentstehungsprozess durch die Ortung von Mikrorissen beobachtet werden. Die Rissentstehungsphase ist in den Abbildungen 5a und 5b durch die konzentrierte Verteilung der SE-Ereignisse dargestellt. Durch die SE-Aktivität ist ein Wachstum des Hauptrisses von unten nach oben gut zu beobachten (siehe Abbildung 5c bis 5f). Die Schallemission zeigt an, dass mit voranschreitendem Riss nicht nur die Risspitze aktiv ist, sondern immer wieder SE-Ereignisse auf der gesamten Rissfläche auftreten. Es ist auch zu sehen, dass die beiden Nebenrisse (Abbildung 5e und 5f) vornehmlich am Ende des Versuchs entstehen.

Die Ortungsausbeute bei dem Durchstanzversuch an dem Flachdecken-Betonprobekörper war bei Weitem nicht so hoch, wie bei

den beiden vorhergehenden Versuchen. Das liegt hauptsächlich an dem hohen Anteil an Durchstanz- und Verbundbewehrung sowie den vielen Einbauteilen, die eine Ausbreitung der Schallwellen stark behindern.

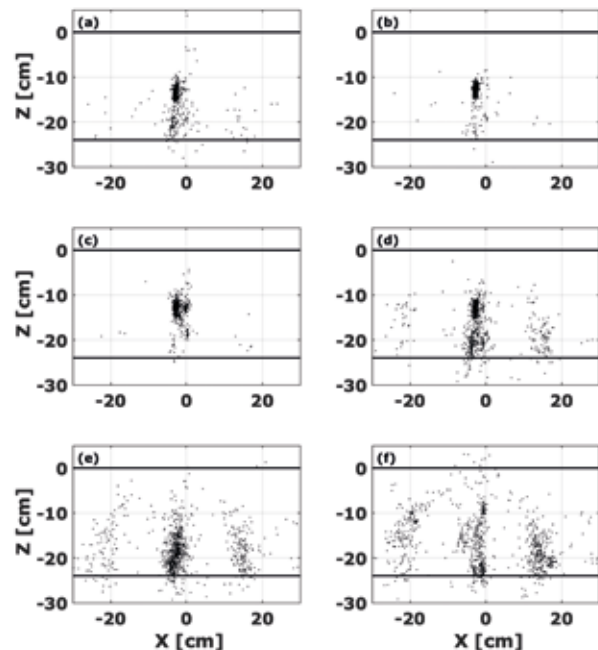


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf der SE-Ereignisse während der dynamischen Belastung, die den Rissentstehungsprozess in der Betonprobe darstellen.

In Abbildung 6 sind 574 geortete SE-Ereignisse wieder in den drei Projektionsebenen (vergleiche Abbildung 4) dargestellt. Aus dieser Abbildung ist zu entnehmen, dass die meisten Ortungen auf einer kreisförmigen Fläche mit einem Durchmesser von ca. 1,25 m in Probenmitte liegen. Die Ortungen sind allerdings nicht auf Rissflächen auszumachen, sondern sind eher wolkenartig verteilt.

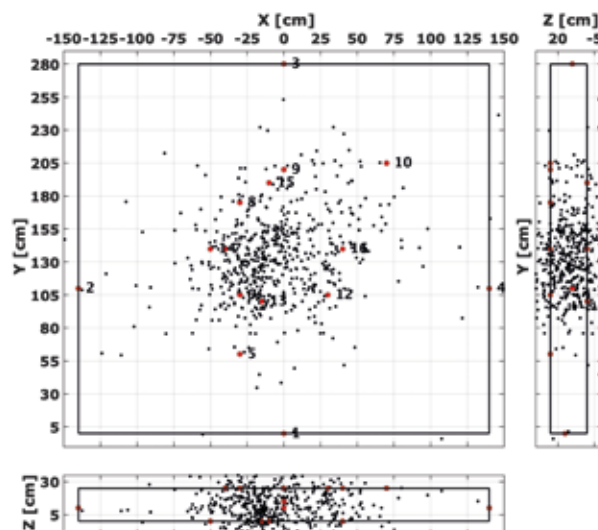


Abbildung 6: Projektion der lokalisierten SE-Ereignisse (schwarze Punkte) des Durchstanzversuchs in der Draufsicht (x-y-Ebene) und zwei Seitenansichten (x-z-Ebene und y-z-Ebene). Die Kontur der Probe wird durch schwarze Linien dargestellt; die Positionen der SE-Sensoren durch rote Punkte.

Viele Ereignisse werden außerhalb der Probe geortet, was auf eine geringe Ortungsgenauigkeit aufgrund der durch die Bewehrung gestörten Wellenausbreitung hinweist. Die meisten Ortun-

gen liegen im Bereich, in dem die Probe durch Durchstanzversagen zerstört wurde. Durchstanzversagen tritt im Wesentlichen bei punktgestützten Platten wie z.B. Flachdecken oder Bodenplatten mit geringer Dicke auf. Merkmal des Durchstanzversagens, ist das Herausdrücken eines kegelartigen Stumpfes, aus dem belasteten Plattenstück. Dieser Durchstanzkegel wird anhand der SE-Ortungen nicht sichtbar.

Verifizierung der SE-Ergebnisse

Zur Verifizierung der Ergebnisse der SEP wurden Berechnungen zum Auszieh- und Dreipunkt-Biegeversuch mit dem Finite-Elemente-Programm ATENA durchgeführt. Durch die integrierten Materialmodelle kann ein realitätsnahes Verhalten des Modells abgebildet werden. Mit dem Programm ATENA kann die Tragfähigkeit von großen Bauteilstrukturen und den zu erwartenden Versagensmechanismus zuverlässig berechnet werden [18].

In Abbildung 7 ist das Ergebnis der nichtlinearen Finite-Elemente-Berechnung der Verankerung im Beton (Ausziehversuch) dargestellt. Die Abbildung zeigt die verbleibende Zugfestigkeit des Betons nach der statischen Belastung. Die Zugfestigkeit ist in Projektion auf einen vertikalen Querschnitt in der Mitte der Betondübelverankerung in einer perspektivischen Ansicht dargestellt. In dieser Abbildung zeigt die rote Farbe Bereiche ohne Risse im Beton an, während in den blau eingefärbten Bereichen die Tragfähigkeit durch Rissbildung im Beton deutlich verringert ist. Das bedeutet, dass in diesen Bereichen die Betonstruktur geschädigt ist und keine Zugkraft übertragen werden kann. Im Vergleich zu den Ergebnissen der SE-Messungen trat der größte Teil der SE-Ereignisse in den Bereichen hoher Schädigung auf, in denen die Tragfähigkeit sehr gering ist (blaue Bereiche in Abbildung 7). Nach den Ergebnissen der SE-Ortung setzt sich die geschädigte Zone unterhalb der Klothoidenaussparung fort, etwa bis zum unteren Ende des Betondübel.

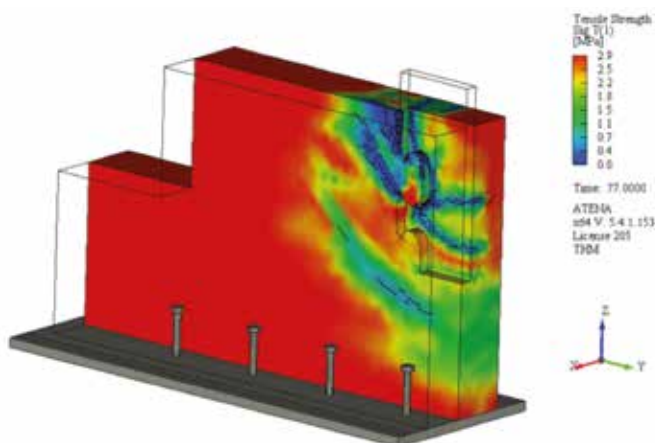


Abbildung 7: Darstellung der Ergebnisse der nichtlinearen Finite-Elemente-Berechnungen der Zugfestigkeit in Projektion auf einen vertikalen Querschnitt in der Mitte der Betondübelverankerung (Ausziehversuch) in einer perspektivischen Ansicht.

Für den Dreipunkt-Biegeversuch der Weichenschwelle ist das Ergebnis der nichtlinearen Finite-Elemente-Berechnung in Abbildung 8 dargestellt. Die Abbildung zeigt die Biegespannung in einem späteren Stadium der Belastung, vor dem endgültige Versagen der Schwelle. Im Modell wurde von einer Betondruckfestigkeit von etwa 60 MPa ausgegangen. Die Überschreitung der Betonzugfestigkeit führt zu einem makroskopischen Risswachstum in Schwellenmitte, direkt unter der Lasteinleitung. Die Rissbildung entsteht in

der Zugzone (auf der Unterseite der Schwelle) und wächst durch die zyklische Belastung in vertikaler Richtung. Die makroskopische Rissbildung wird von vielen kleinen Mikrorissen begleitet, die sich in Bereichen mit höheren Zugspannungen bilden (kurze schwarze Linien in Abbildung 9). Durch die innere Vorspannung werden diese Risse „überdrückt“, so dass oberflächlich keine aufgehende Risse sichtbar sind.

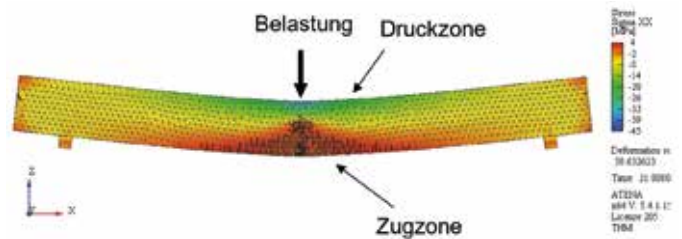


Abbildung 8: Darstellung der Ergebnisse der nichtlinearen Finite-Elemente-Berechnungen des Dreipunkt-Biegeversuchs der Weichenschwelle mit Markierung der Druck- und Zugzone.

Zusammenfassende Diskussion

In den durchgeführten experimentellen Untersuchungen wurde die Rissbildung in großmaßstäblichen Laborproben aus Stahlbeton während eines Ausziehversuchs, eines zyklischen Dreipunkt-Biegeversuchs und eines Durchstanzversuchs mit Hilfe der Schallemissionsanalyse untersucht. Die hier beschriebenen SE-Messungen zeigen, dass Rissbildung bei statisch und dynamisch beanspruchten Probekörpern aus Stahlbeton verfolgt werden kann. Diese Rissbildung wird durch die Schallemission empfindlich angezeigt. Dabei ging es hauptsächlich um die Lokalisierung der Risse.

Die Ergebnisse der SE-Messungen beim Ausziehversuch zeigen, dass die SE-Aktivität mit Beginn der dynamischen Belastung einsetzt. Die Ortungen sind wegen der begrenzten Ortungsgenauigkeit nicht auf Flächen auszumachen, sondern sind eher wolkenartig am linken und rechten Rand des Betondübel im Bereich der Aussparungen verteilt. Die Lage der SE-Ereignisse lässt darauf schließen, dass durch den Formschluss zwischen Beton und dem Betondübel im Bereich der Aussparungen Spannungskonzentrationen auftreten, in denen sich unter Ermüdungsbeanspruchungen vermehrt Mikrorisse ausbilden.

Bei dem Dreipunkt-Biegeversuch beginnt die SE-Aktivität unmittelbar mit der zyklischen Druckbelastung. Die SE-Ereignisse wurden überwiegend in der Zugzone detektiert, da es hier zur Überschreitung der Betonzugfestigkeit kommt. Bei der Weichenschwelle konnte die Rissbildung an der Oberfläche der Probe erst zeitverzögert wahrgenommen werden. Dies lässt sich auf die interne Vorspannung durch die Spannstäbe (hohe Zugfestigkeit von 1.500 MPa) zurückführen. Im Verlauf der Versuchsdurchführung zeigte sich eine sehr intensive SE-Aktivität durch das Wachstum der Biegerisse. Bei weiterer Belastung entstehen in der Zugzone weitere kleine Biegerisse, die zu zusätzlichen makroskopischen Rissen parallel zum ersten Hauptriss führen. Die Ergebnisse konnten mit einer nichtlinearen FE-Berechnung verifiziert werden. Aufgrund der weiteren hochzyklischen Belastung versagte die Spannbetonschwelle letztendlich durch Überschreitung der Betondruckspannung.

Auch bei dem Durchstanzversuch konnte die Größe der kreisförmigen geschädigten Zone beim Durchstanzversagen mit der SEP nachgewiesen werden. Diese entsteht hauptsächlich beim Herausdrücken eines kegelartigen Stumpfes aus dem belasteten Plattenstück.

Bei einer zyklischen Beanspruchung finden im Beton Ermüdungserscheinungen statt, die auf eine irreversible Verformung und auf einen Steifigkeitsverlust zurückzuführen sind. Insbesondere durch die Überschreitung des Verformungsvermögens des Zementsteins entstehen Mikrorisse, die eine Abnahme der Steifigkeit zur Folge haben.

Abschließend ist anzumerken, dass durch die Versuche an großmaßstäblichen Laborproben aus Stahlbeton wertvolle Erfahrungen hinsichtlich der Rissbildung in Beton mit der SEP gesammelt werden konnten. Unter Berücksichtigung der wahren Ortungsfehler muss das Verfahren und die gewählten Parameter weiterhin an die Betoneigenschaften angepasst werden. Damit dienen die Versuche als Basis für kontinuierliche in-situ SE-Messungen an Betonstrukturen analog zum Structural Health Monitoring [19].

Danksagung

Die in diesem Beitrag beschriebenen Arbeiten zu dem Ausziehversuch wurden von der Technischen Hochschule Mittelhessen zusammen mit der Fertigteilfirma Oberhessisches Spannbetonwerk (Nidda) durchgeführt. Dieses Projekt (FKZ / Projekt-Nr. 13FH012IX4) wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Deutschland, gefördert.

Des Weiteren wurde der andere Teil der Arbeiten mit Mitteln des Strategischen Forschungsfond der Technischen Hochschule Mittelhessen unterstützt.

Referenzen

- [1] Ono, K., *Structural Integrity Evaluation Using Acoustic Emission*. J. Acoust. Emiss. 2007, 25, 1–20.
- [2] Ono, K., *Review on Structural Health Evaluation with Acoustic Emission*. Appl. Sci. 2018, 8, 958, doi:10.3390/app8060958.
- [3] Kaiser, J., *Untersuchungen über das Auftreten von Geräuschen bei Zugversuchen*, Dissertation an der TU München, 1950, Germany.
- [4] Rüsch, H., *Physikalische Fragen der Betonprüfung*, Zement-Kalk-Gips, Vol. 12, No. 1, Bauverlag GmbH, Wiesbaden, 1959, 1–9.
- [5] Drouillard, T.F., *AE Literature – Concrete*, J. Acoust. Emiss. 1986, 5, 103–109.
- [6] Grosse, C.U., Ohtsu, M., *Acoustic Emission Testing*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
- [7] Koob, M., Minnert, J., *Untersuchungen einer Betondübelverankerung unter dynamischen Einwirkungen für den Einsatz bei Windenergieanlagen*, Proceedings 21. DAST-Kolloquium, Kaiserslautern, Germany, 2018, 146–151.
- [8] Koob, M., Wolff, D., Minnert, J., *Innovative Hybrid-Tower for Onshore Wind Energy Plants*, CPI – Concrete Plant International, Edition 1/2015, pp 152–156.
- [9] Manthei, G., Koob, M., Minnert, J., *Acoustic Emission Measurements During a Tensile Fatigue Test in Reinforced Concrete*, 33rd European Conference on Acoustic Emission Testing, 12–14 September, Senlis, France, 2018.
- [10] Manthei, G., Koob, M., Marx, D., Minnert, J., Philipp, J., *Neue Methoden der Schadensanalyse*, in: Minnert, J. (Hrsg.), 14. Giessener Bauforum, Shaker Verlag Aachen, 2017, 121–129.
- [11] Manthei, G., Koob, M., Minnert, J., *Anwendung der Schallemissionsanalyse bei zughafter Ermüdungsbeanspruchung eines scheibenförmigen Probekörpers aus Stahlbeton*, 22. Kolloquium Schallemission und 3. Anwenderseminar Zustandsüberwachung mit geführten Wellen, Karlsruhe, Berichtsband der DGZfP, 2019.
- [12] DIN EN 13230-4, *Bahnanwendungen-Oberbau-Gleis und Weichenschwellen aus Beton – Teil 4: Spannbetonschwellen für Weichen und Kreuzungen*, Beuth Verlag, Berlin, 2016.
- [13] Hentschel, V., *Fahrwegstrategie der DB Netz AG – Anlagenverfügbarkeit im Lebenszyklus*, 3. Symposium Lebenszyklus System Betonschwelle 2017, Betonschwellenindustrie e.V., 2017.
- [14] Walther, M., Manthei, G., Koob, M., Minnert, J., *Anwendung der Schallemissionsanalyse zur Überwachung von Spannbetonschwellen unter statischer und dynamischer Belastung*, 22. Kolloquium Schallemission und 3. Anwenderseminar Zustandsüberwachung mit geführten Wellen, Karlsruhe, Berichtsband der DGZfP, 2019.
- [15] Manthei, G., Koob, M., Walther, M., Minnert, J., Moriya, H., *Acoustic Emission Measurements During Three-Point Bending Fatigue Test on a Prestressed Reinforced Concrete Railroad Sleeper*, Progress in Acoustic Emission XIX, Proc. International Acoustic Emission Conference, Sapporo, Japan, 2018, 1–9.
- [16] Manthei, G., Walther, M., Minnert, J., *Untersuchung der Rissbildung in Gleis- und Weichenschwellen aus vorgespanntem Stahlbeton mit Hilfe der Schallemissionsanalyse*, 11. Fachtagung ZfP im Eisenbahnwesen, 10.–12. März, Erfurt, Berichtsband der DGZfP, 2020.
- [17] Günther, G., Cramer, J., *Neue Durchstanz- und Verbundbewehrung mit L-Bleichen*, Beton- und Stahlbetonbau 112, 2017, 7, 414–424, doi:10.1002/best.201700020.
- [18] Červenka, V., Jendele, L., Červenka, J.: *Dokumentation „ATENA Theory“*, Červenka Consulting, 2018.
- [19] Manthei, G., Plenk, K., *Review on In Situ Acoustic Emission Monitoring in the Context of Structural Health Monitoring in Mines*, Applied Sciences, 8, 1595, 2018, doi:10.3390/app8091595.

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

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

ZfP 4.0 aus der Sicht der ZfP-Community: Umfrageergebnisse, Herausforderungen und Perspektiven

Marija Bertovic¹, Sascha Feistkorn², Daniel Kanzler³, Bernd Valeske⁴ und Johannes Vrana⁵

¹ Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin

² SVTI Schweizerischer Verein für technische Inspektionen – Nuklear-inspektorat, Wallisellen

³ Applied Validation of NDT, Berlin

⁴ Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP), Saarbrücken

⁵ Vrana GmbH, Rimsting

Kontakt E-Mail: marija.bertovic@bam.de

Kurzfassung. Im vorliegenden Artikel werden die Ergebnisse des Fragebogens der DGZfP zur Thematik „ZfP 4.0“ vorgestellt und diskutiert. Die Befragung zielte darauf ab, das allgemeine Verständnis der ZfP-Community zur Begrifflichkeit „ZfP 4.0“ herauszuarbeiten und daraus Bedarfe und Handlungsempfehlungen für die identifizierten Herausforderungen abzuleiten. Außerdem zeigt sich aus Sicht der Autor*innen, dass relevante Terminologien zu dem Themenkomplex Digitalisierung einer weiteren Klärung bedürfen, was im Bericht aufgegriffen wird. Im Ausblick zu den angelaufenen Arbeiten im nationalen Fachausschuss ZfP 4.0 und in den sich etablierenden internationalen Fachkreisen werden daraus abgeleitete Perspektiven für die Zukunftsgestaltung vorgestellt.

1. Einleitung

Ein Jahrzehnt ist es her, dass der Begriff „Industrie 4.0“ erstmals eingeführt wurde. Damit wurde der Eintritt der Industrie in eine neue Ära markiert – eine Ära der digitalen Transformation. Wie jede industrielle Revolution zuvor war auch die vierte industrielle Revolution durch eine neue Schlüsseltechnologie gekennzeichnet, nämlich die der cyber-physischen Systeme. Die erste industrielle Revolution war geprägt von der Erfindung der Dampfmaschine (die die Mechanisierung ermöglichte), die zweite von der Elektrizität (die die Massenproduktion ermöglichte) und die dritte von der Erfindung digitaler Technologien (die die Automatisierung ermöglichte). Analog zu den industriellen Revolutionen hat die zerstörungsfreie Prüfung (ZfP) ihre eigene Revolution erlebt: Die erste ZfP-Revolution war mit Werkzeugen wie Linsen oder Stethoskopen verbunden, die es ermöglichten, die menschlichen Sinne zu schärfen; in der zweiten machte die Wellenumwandlung das Unsichtbare sichtbar und bot so einen „Blick“ in Bauteile; die dritte ZfP-Revolution war mit der Automatisierung, Digitalisierung und Rekonstruktion verbunden; und die vierte ist mit dem Einsatz von cyber-physischen Systemen verbunden [1]. Während der gesamten industriellen Entwicklung war die ZfP maßgeblich an der Qualität und damit am Erfolg der hergestellten Güter beteiligt.

Die cyber-physische Revolution bietet neue Möglichkeiten und bringt neue Herausforderungen für die ZfP. Die Ergebnisse der Prüfung müssen einer vernetzten Produktionsumgebung so zur Verfügung gestellt werden, dass diese für Feedbackschleifen ausgewertet werden können. Die Prüfbarkeit muss im Design mitberücksichtigt werden und die Zuverlässigkeit der Prüfaussagen wird einen immer größeren Stellenwert gewinnen. ZfP 4.0-Systeme und Methoden werden so zu einem zentralen Element der digitalen Ökosysteme (Industrie 4.0-Welt) und der damit verknüpften Daten- und Kreislaufwirtschaft [2].

Um die anstehenden Herausforderungen von ZfP 4.0 zu adressieren, wurde 2017 der DGZfP-Fachausschuss „ZfP 4.0“ mit den Unterausschüssen (UA) „Schnittstellen, Dokumentation“, „Mensch-

Maschine-Interaktion (MMI)“, „Ausbildung“ und Arbeitsgruppe „Additive Fertigung“ gegründet. Die Ziele und Handlungsfelder der Unterausschüsse wurden in den ersten Sitzungen festgelegt, d. h. der UA „Schnittstellen, Dokumentation“ hatte zum Ziel, Datenformate zu definieren, die ZfP mit dem industriellen Internet der Dinge, mit digitalen Zwillingen, mit Algorithmen der künstlichen Intelligenz, mit Augmented-Reality-Plattformen usw. zu verbinden [1], [3], [4]; der UA MMI sollte Empfehlungen für die Implementierung und Zuverlässigkeit der Mensch-Maschine-Systeme erarbeiten und Inhalte für die Ausbildung bereitstellen; und der UA „Ausbildung“ sollte neue Konzepte, Inhalte und Themen für die Ausbildung entwickeln. Und obwohl die Unterausschüsse klar definierte Ziele hatten, wurde in einigen Unterausschüssen bemängelt, dass es kein einheitliches Grundverständnis darüber gibt, was genau ZfP 4.0 ist. Um den Informationsstand, die Herausforderungen und die Bedürfnisse der deutschsprachigen ZfP-Community zu ermitteln und eine Fragestellung für die Unterausschüsse zu formulieren, wurde vom UA „Mensch-Maschine-Interaktion“ eine Umfrage erstellt.

Ziel dieses Fragebogens war es, den aktuellen Stand in der praktischen Anwendung von ZfP 4.0-Prüfsystemen zu erfassen und Herausforderungen bei der zukünftigen Entwicklung und Implementierung zu identifizieren. Basierend auf den Rückmeldungen werden sich die Tätigkeiten im Fachausschuss „ZfP 4.0“ und den zugehörigen Unterausschüssen und Arbeitsgruppen orientieren, mit dem Ziel die Werkzeuge zu erarbeiten, die die Einführung von ZfP 4.0-Prüfsystemen erleichtern.

Der folgende Text bietet eine Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Umfrage, die in den Sommermonaten 2020 durchgeführt wurde. Die Ergebnisse der Umfrage und diese Veröffentlichung dokumentieren den Status zum Zeitpunkt der Umfrage. Dabei ist zu berücksichtigen, dass zum Zeitpunkt der Befragung zwar allen Anwendern die digitale Transformation bereits deutlich bewusst war, die Wucht und Dynamik des Digitalisierungsprozesses insbe-

sondere unter dem Einfluss der Corona-Pandemie und der resultierende Wandel von Technologie und Arbeitsabläufen sich aber erst in den Anfängen abgezeichnet hatte. Ein Jahr später ist inzwischen sicherlich das erlebte und gefühlte Bild dessen, was mit dem Begriff „ZfP 4.0“ verknüpft wird, deutlich geschärft und viele Aspekte davon sind bereits im Alltag angekommen. Die Welt zu „ZfP 4.0“ ist heute deutlich klarer konturiert. Insbesondere zu den Begrifflichkeiten und Terminologien hat sich nicht zuletzt auch durch die Treffen, Arbeitsgruppen und Symposien im Fachausschuss ZfP 4.0 und zu NDE 4.0 ein gemeinsames Verständnis entwickelt und es ist eine deutliche Klärung eingetreten (vgl. auch Abschnitt 4).

2. Methode

2.1. Fragebogen

Für die vorliegende Studie wurde ein Fragebogen mit 51 Fragen entwickelt. Die Fragen wurden in folgende Kategorien gegliedert, um die Sichtweise und den Bedarf der deutschsprachigen ZfP-Community in der ZfP 4.0-Thematik zu erfassen:

- Fragen zu der Person, zum Unternehmen und zum ZfP-Bereich (11 Fragen)
- Grad der Automatisierung/Digitalisierung (10 Fragen)
- ZfP 4.0 (13 Fragen)
- Ausbildung (2 Fragen)
- Mensch-Maschine-Interaktion (8 Fragen)
- Zuverlässigkeit (7 Fragen)
- Bedarfsermittlung (2 Fragen)

Dazu wurden verschiedene Arten von Fragen verwendet: offene Fragen, Multiple-Choice-Fragen sowie Bewertungen auf einer Skala von 1 bis 5. Der Fragebogen wurde in deutscher Sprache verfasst und über das Online-Umfragetool LamaPoll an alle Mitglieder der DGZfP-Fachausschüsse sowie an die deutschsprachige ZfP-Community über LinkedIn verteilt. Die Umfrage war zur Teilnahme im Zeitraum von Juni bis August 2020 freigeschaltet.

2.2. Teilnehmer

Insgesamt haben 223 Teilnehmer an der Befragung teilgenommen, von denen 81 den Fragebogen komplett ausgefüllt haben. Die meisten Teilnehmer sind in keinen ZfP-Verfahren qualifiziert oder zertifiziert, weisen jedoch einen großen Erfahrungsschatz auf (mehr als 70 % der Teilnehmer haben mehr als 7 Jahre Erfahrung). 48 % der Teilnehmer haben eine Leitungsfunktion, rund 38 % sind Wissenschaftler und Prüfer; Prüfaufsicht, Systementwickler und Ausbilder sind mit jeweils 20 – 30 % der Teilnehmer vertreten. Die Mehrheit der Teilnehmer ist in der Forschung und Entwicklung tätig (ca. 54 %), gefolgt von ZfP-Beratung, Ausbildung und Training, Luft- und Raumfahrt sowie Öl und Gas (jeweils ca. 40 – 45 %). Die große Mehrheit der anderen Branchen ist mit mehr als 20 % der Teilnehmer vertreten (siehe Abbildung 1).

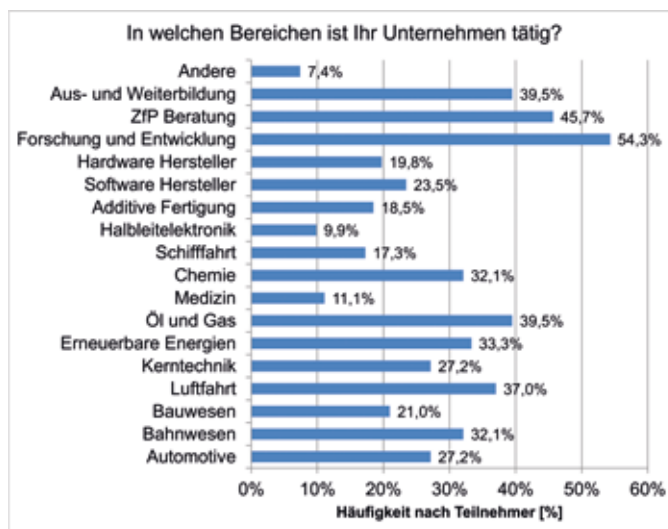


Abbildung 1: Bereiche, in denen die Unternehmen der Teilnehmer tätig sind. Bei dieser Frage waren mehrere Antworten pro Teilnehmer möglich.

3. Ergebnisse

3.1. Grad der Automatisierung/Digitalisierung

Einen relevanten Einfluss auf das Verständnis über die „ZfP 4.0“ hat der Grad der Automatisierung bzw. der Digitalisierung eines Unternehmens, welches Dienstleistungen in der zerstörungsfreien Prüfung anbietet. In diesem Kapitel wird ein Überblick über diese Aspekte des Fragebogens gegeben.

Zunächst wollten wir herausfinden, wie hoch der allgemeine Automatisierungsgrad in den Organisationen der Teilnehmer ist. 64 % aller Befragten gaben an, dass in Ihrem Unternehmen automatisierte ZfP-Prüfungen – hauptsächlich Ultraschall, Wirbelstrom sowie Radiographie – durchgeführt werden, wobei 52 % mit der Effizienz der automatisierten Prüfsysteme zufrieden oder sehr zufrieden sind. Der höchste Grad der Automatisierung kann hierbei der Datenaufnahme mit 71 % zugeschrieben werden, gefolgt von der automatisierten Fehlerdetektion mit 40 %, siehe auch Abbildung 2.

Die Erfahrung mit automatisierten Prozessen wird dabei im Bereich der Datenaufnahme von ca. 51 % und im Bereich der Datenauswertung von ca. 47 % der Befragten als erfahren bis sehr erfahren eingeschätzt. Ein vergleichsweise geringer Grad der Automatisierung kann den Aspekten „Vorbereitung“ (bei ca. 13 % der Befragten automatisiert) und „Dokumentation“ (bei ca. 21 % der Befragten automatisiert) zugeordnet werden (siehe Abbildung 2), sodass die Erfahrung in der Automatisierung dieser Prozesse zusammenfassend von 41 % (Vorbereitung) bzw. 42 % (Dokumentation) der Befragten als gering eingeschätzt wurde (Bewertung der Erfahrung mit 1 oder 2).

Dies wird durch einen vergleichsweise geringen Grad der Digitalisierung – im Durchschnitt schätzen 14 % (Datenaufnahme, Dokumentation) bis maximal 39 % (Training) der Befragten ein, auf analoge oder eher analoge Prozesse zurückzugreifen – unterstrichen (siehe Abbildung 3). Der höchste Grad der Digitalisierung liegt mit 30 % (Bewertung mit digital) im Bereich der Dokumentation, gefolgt von der Datenauswertung mit 28 % sowie der Datenaufnahme mit 25 %, vor.

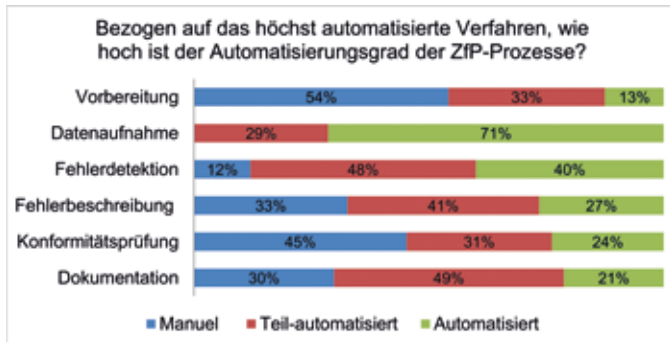


Abbildung 2: Überblick über den Grad der Automatisierung

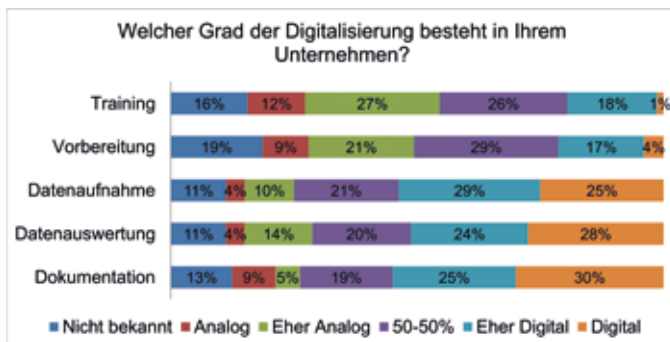


Abbildung 3: Überblick über den Grad der Digitalisierung

Insgesamt scheint der aktuelle Grad der Automatisierung von den Prozessbeteiligten größtenteils als gut betrachtet zu werden, da der Bedarf an einer zusätzlichen Automatisierung manueller Prüfungen nur durch 9 von 28 Befragten bejaht wurde (32%).

Potential wurde im Bereich der Digitalisierung erkannt, wobei einheitliche Datenformate und Schnittstellen, die Datensicherheit und eine darauf basierende Interoperabilität zwischen allen am Prozess Beteiligten als relevant betrachtet werden.

Um den Automatisierungsgrad und das Vorhandensein von ZfP 4.0-Technologien zu verstehen, wurde den Teilnehmern eine Liste verschiedener Technologien (von der Automatisierung bis hin zu cyber-physischen Systemen) angeboten und sie wurden gebeten, zu notieren, ob diese Technologien geplant, entwickelt, getestet, implementiert werden, ob sie bereits im Einsatz sind oder gar nicht in ihren Organisationen vorhanden sind. Abbildung 4 zeigt den kumulativen Status der Planung, Entwicklung und Nutzung von verschiedenen ZfP 3.0 und 4.0-Technologien. Zu den Technologien, die am häufigsten geplant werden, gehören Internet of Things, predictive maintenance und digitale Signatur. In der Entwicklung sind vor allem der digitale Zwilling, maschinelles Lernen und Big Data Management. Bereits im Einsatz sind Technologien wie elektronische Dokumentation, automatisierte Fehlerdetektion und Datenaufnahme sowie Fernwartung.

3.2. ZfP 4.0 – Themenfelder und Herausforderungen

Der Fragenkomplex „ZfP 4.0“ analysiert einerseits die Begriffswelten, die mit dem Schlagwort „ZfP 4.0“ zum Zeitpunkt der Befragung verknüpft wurden und untersucht andererseits konkrete technologisch-fachliche Herausforderungen sowie Bedarfe und Erwartungen, welche mit der Transformation und Entwicklung an zukünftige ZfP-Systeme im Zeichen der Digitalisierung sowohl für Forschung und Entwicklung als auch für die Applikation gestellt werden. Die Antworten zum Begriff „ZfP 4.0“ spiegeln ein sehr breitbandiges und vielschichtiges Bild im (damaligen) Verständnis

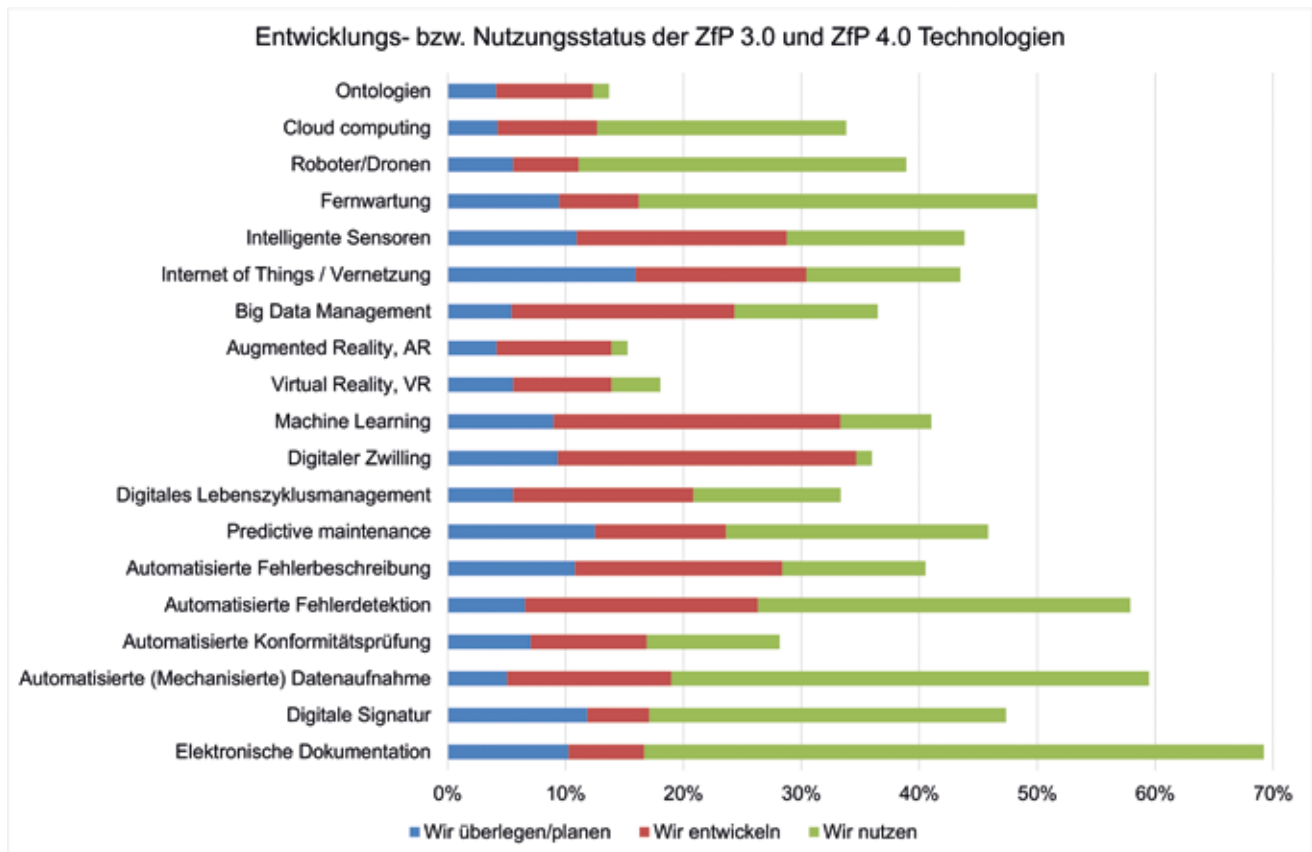


Abbildung 4: Status der Planung, Entwicklung und Nutzung von ZfP 3.0 und 4.0 Technologien

zu dem Schlagwort „ZfP 4.0“ wider, welches von den Befragten mit ganz unterschiedlichen Facetten belegt wird. Zu nennen sind in diesem Kontext und in der Summe der Freitextantworten insbesondere die zentrale Rolle von Daten, deren Vernetzung und Fusion sowie auch von ZfP-Systemen und -Verfahren. Auch die Rolle von stark automatisierten und digitalisierten Arbeits- und ZfP-Prozessabläufen inkl. dem Ersetzen von Papierdokumenten wird häufig genannt. Begrifflichkeiten wie „Fernsteuerung“ und „Remote Control“ über das Internet ergänzen dieses Bild. In diesem Zusammenhang wird zudem neben dem Datenthema von den Befragten die zunehmende Bedeutung von künstlicher Intelligenz (KI) häufig hervorgehoben, welche für zukünftige „smarte“ ZfP 4.0-Systeme erwartet wird (von der Verfahrensauswahl und Parametrierung, über die Datenerfassung bis zur Datenauswertung). Die Abbildung 5 zeigt die am häufigsten genannten, Begriffe bei der Frage nach der Definition von ZfP 4.0 als Wortwolke.



Abbildung 5: Wortwolke zur Frage „Was verstehen Sie unter ZfP 4.0“? Je größer das Wort, desto häufiger wurde es genannt.

Entsprechend geben in diesem Verständnis zur Thematik „ZfP 4.0“ rund 70 % der Befragten an, bereits aktuell an der Entwicklung von ZfP 4.0-Systemen zu arbeiten oder diese bereits einzusetzen. Als „klassische“ ZfP-Methoden, welche von dieser Transformation hin zu ZfP 4.0 betroffen sind, werden am häufigsten genannt: RT und Röntgen-CT, UT und akustische Prüfung/Klangprüfung, IR, ET und insbesondere Zustandsüberwachung bzw. SHM.

Als Herausforderungen bei der Implementierung und Entwicklung von ZfP 4.0-Technologien werden in der Befragung dominant drei Felder zurückgemeldet. Dazu gehören (1) „Akzeptanz“; (2) „einheitliche Datenformate“, die entsprechende „Datenbasis“ sowie „Schnittstellen und Kompatibilität mit anderen Systemen“ und (3) „Normen und Standardisierung“ sowie die „Zulassung“ von ZfP 4.0-Systemen.

Als Hauptbedarfe bei den Verfahren und bei den Prozessen für die Entwicklung und Implementierung in den Unternehmen werden mit abnehmender Antworthäufigkeit aufgeführt: Ultraschallprüfung, Röntgenprüfung, Datenauswertung und Datendokumentation. Diese leiten sich gemäß der erlaubten Mehrfachnennungen aus der Unternehmensstrategie ab (55 %) sowie aus den Kundenerwartungen (47 %) und dem erhöhten Sicherheits-/Absicherungsbedürfnis der Prüfung (42 %). Zum Zeitpunkt der Befragung scheint der in die Alltagsprozesse und -technologien bereits eingeflossene Anteil an ZfP 4.0-Ansätzen noch wenig ausgeprägt und umgesetzt bzw. überhaupt verfügbar zu sein. Lediglich 30 % haben daher die Antwort zur Zufriedenheit mit den ZfP 4.0-Lösungen im Unternehmen überhaupt beantwortet. Diese Rückmeldungen fielen allerdings durchweg positiv aus (70 % schätzen sich als zufrieden oder sehr zufrieden ein).

Dennoch werden der Implementierung von ZfP 4.0-Systemen große Vorteile zugesprochen, und es wird erwartet, dass die Unternehmen sowohl bei der Prüfung selbst wie auch bei der Datenauswertung von diesen neuen Technologien profitieren werden. Besondere Vorteile verspricht man sich dabei von einer höheren Effizienz (46 % der Befragten), im Hinblick auf erweiterte Aussagen der Befundung und Bewertung (42 %) oder auch bezüglich der Reduzierung bzw. Eliminierung des menschlichen Fehlers in der Prüfung (35 %). Insgesamt sieht die überwiegende Mehrheit der Befragten mit rund 73 % sehr deutliche Vorteile durch die Einführung von ZfP 4.0-Tools in der ZfP, wobei als größte Herausforderungen die Verfügbarkeit von Daten, die Akzeptanz von zunehmend KI-gestützten und autonom arbeitenden Systemen sowie die Standardisierung von „smarten“ ZfP 4.0-Systemen angeführt werden.

Gerade dem Thema der Anwendung und der Integration von KI-Methoden im Rahmen von ZfP 4.0 für die Prüfprozesse und Prüftätigkeiten wird große Beachtung geschenkt. Besonders vorteilhaft wird der Nutzen der künstlichen Intelligenz für die Datenauswertung und Dokumentation bewertet und die Befragten sprechen sich für den Einsatz von KI in diesen Bereichen der ZfP aus. Dagegen halten die Befragten derzeit noch weniger vom Einsatz der KI-Methoden für die Prüfvorbereitung oder im Zuge der Datenaufnahme. Das mag sich in ähnlicher Form auch im Vertrauen in KI-gesteuerte Prozesse bei der ZfP ausdrücken. Methoden der künstlichen Intelligenz wird für Prozesse der Prüfvorbereitung nur wenig vertraut; rund 38 % sehen dies skeptisch. Dagegen wird der KI bei der Datenauswertung und Dokumentation ein deutlich höheres Vertrauen zugesprochen (knapp 50 % vertrauen der KI in diesen Bereichen).

3.3. Mensch-Maschine-Interaktion

Das Ziel dieser Gruppe von Fragen war es, herauszufinden, wie die ZfP-Gemeinschaft die Rolle des Menschen in der ZfP 4.0 sieht sowie die wichtigsten Herausforderungen im Zusammenhang mit der Mensch-Maschine-Interaktion zu identifizieren.

Die Teilnehmer waren der Meinung, dass die Rolle des Menschen in der ZfP 4.0 im Vergleich zu den aktuellen ZfP-Praktiken signifikant abnehmen wird. Jedoch sollte der Mensch in der ZfP 4.0 mit den KI-Systemen zusammenarbeiten und nicht durch sie ersetzt werden, d. h. kein einziger Teilnehmer war der Meinung, dass die KI-Systeme die Prüfaufgabe komplett übernehmen sollten. Fast 47 % gaben an, dass sich Menschen und KI-Systeme gegenseitig ergänzen sollten, indem sie an unterschiedlichen Aufgaben arbeiten, während rund 40 % der Teilnehmer den Menschen durch die KI-Systeme unterstützt sehen. Wer die Verantwortung für die eventuellen Fehler des Systems tragen soll ist eine wiederkehrende Frage in der ZfP-Community, die selbst die Juristen zu dieser Zeit nicht beantworten können. Wenn dazu gefragt, berichten die Teilnehmer, dass die Prüfer eher als Systeme für mögliche Fehler des gemeinsamen Mensch-Maschine-ZfP-Ergebnisses verantwortlicher sind und der Hersteller/Programmierer wird für verantwortlicher gehalten als der Anwender. Obwohl sich nur 2 von 78 Teilnehmern vollständig auf KI-Systeme verlassen würden, würden sich über 40 % der Teilnehmer eher auf die Systeme verlassen und rund 21 % eher nicht. Das lässt schlussfolgern, dass in dieser Phase der Entwicklung, das Vertrauen in KI-gesteuerte Systeme noch nicht hoch genug ist.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Umfrage war die Identifizierung der Aufgaben, bei denen die Teilnehmer es für wahrscheinlich halten, dass Prüfer durch KI-Systeme ersetzt werden. Analog zu der Sichtweise, welche ZfP-Aufgaben am ehesten von KI profitie-

ren würden (siehe Kapitel 3.2), wird erwartet (siehe Abbildung 6), dass die Vorbereitung am wenigsten wahrscheinlich von KI übernommen werden kann; wohingegen KI bei der Datenaufnahme und Dokumentation eher als Ersatz für Menschen angesehen wird. Die Erklärungen der Teilnehmer hierfür sind z. B., dass KI nur unterstützend eingesetzt wird, dass die kritischen Fälle den Menschen überlassen werden und dass es stark von der Zuverlässigkeit des Systems abhängt. Dies legt nahe, dass das Vertrauen in KI-Systeme in hohem Maße davon abhängt, wie zuverlässig diese Systeme sein werden und dass es immer Aufgaben geben wird, bei denen Menschen aufgrund ihrer Fähigkeit, variable manuelle Aufgaben auszuführen und komplexere Probleme zu lösen, überlegen sein werden.

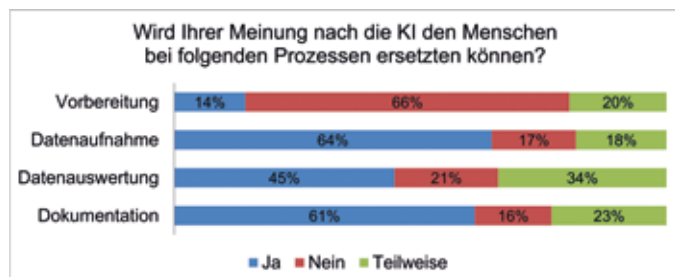


Abbildung 6: Einschätzung der Teilnehmer (Anteil in %) bei welchen ZfP-Prozessen die KI die Menschen ersetzen könnte

Außerdem wurden den Teilnehmern mehrere Aussagen vorgelegt und gefragt, inwieweit sie diesen zustimmen. Die Ergebnisse zeigen, dass es nach Meinung der Teilnehmer sehr wichtig ist, die Mensch-Maschine-Interaktion bei der Entwicklung und Umsetzung von ZfP 4.0-Systemen in die Praxis zu berücksichtigen. Außerdem hält es die ZfP-Community für wichtig, Hard- und Software gemeinsam mit den Nutzern zu entwickeln. Zum größten Teil stimmten die Teilnehmer auch zu, dass ihnen die Konzepte der Usability (Benutzerfreundlichkeit, Gebrauchstauglichkeit) sowie des nutzer-zentrierten Designs bekannt sind. Die geringste Übereinstimmung gab es mit der Aussage, dass KI-Systeme dafür entwickelt werden, um menschliche Fehler zu vermeiden, sondern eher, um die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von menschlichen Fehlern zu reduzieren. Die Teilnehmer stimmten eher zu, dass die Systeme so entwickelt werden sollten, dass sie die Menschen bei der Entscheidungsfindung unterstützen und helfen, Fehler zu vermeiden. Akzeptanz neuer Technologien und die Aufteilung der Verantwortung zwischen dem Menschen und den KI-unterstützten Systemen werden als große Herausforderungen gesehen.

Und schließlich wurden die Teilnehmer in einer offenen Frage gefragt, welche Herausforderungen sie in Bezug auf die Mensch-Maschine-Interaktion erwarten. Die Antworten der 50 Teilnehmer, die diese Frage beantworteten, wurden nach Schlüsselwörtern kodiert und dann die Häufigkeit der Schlüsselwörter in den Antworten der Teilnehmer gezählt. Die, am häufigsten genannte, Herausforderung, die von 21 Teilnehmern genannt wurde, war die Akzeptanz von ZfP 4.0-Systemen, gefolgt von Vertrauen (N=5), Balance zwischen Menschen und KI (N=4) und Benutzerfreundlichkeit (N=4). Weitere Herausforderungen sind Verantwortung, Haftung, der Mensch; neue Anforderungen, Verlust von Fertigkeiten und Zuverlässigkeit; Randbedingungen und Effizienz.

3.4. Zuverlässigkeit

In vielen Branchen wurde die Zuverlässigkeitsbewertung von Prüfverfahren in Form von Richtlinien und Normen übernommen. Auch

viele wissenschaftliche Veröffentlichungen nehmen immer mehr die Zuverlässigkeitsprüfung in den Fokus.

Dieser Umstand führt dazu, dass das Thema Zuverlässigkeit von Prüfsystemen immer mehr Aufmerksamkeit und Betrachtung erfährt. Im Fragebogen hat sich zu diesem Thema gezeigt, dass 90 % der Befragten die Zuverlässigkeit bei der ZfP 4.0 als wichtig bzw. sehr wichtig einschätzen. Bezogen auf den Prozess der Prüfung hat hierbei die Datenauswertung die oberste Priorität.

Die Zuverlässigkeit spielt bei allen Beteiligten eine hohe bis sehr hohe Rolle und es besteht der Wunsch der Unterstützung. Allerdings soll die Unterstützung in der Zuverlässigkeitsprüfung nach Meinung der befragten Personen nicht zwangsläufig mit neuen Standards und Prozessen für die Validierung einhergehen. Denn so stellen auch Dienstleistungen zur Unterstützung der Bestimmung der Messunsicherheit und Zuverlässigkeit von KI-Systemen für viele Unternehmen eine Option dar (> 60 %).

Hinsichtlich des Vorgehens innerhalb der Zuverlässigkeitsbewertung ist Folgendes festzustellen: Interne Vorgehensweisen und Prozesse zur Validierung von zerstörungsfreien Prüfsysteme werden von der Mehrheit der befragten Unternehmen genutzt (77 %), wohingegen die Übertragung auf die Validierung von KI-gestützten ZfP-Systemen schwerfällt bzw. in vielen Fällen nur begrenzt übertragbar ist. An dieser Stelle lässt sich lediglich vermuten, dass von dem großen Portfolio an Bewertungswerkzeugen nur eine geringe Menge bekannt ist und noch weniger probabilistische Methoden tatsächlich aktiv eingesetzt werden.

3.5. Bedarfsermittlung

Im letzten Teil des Fragebogens wurden die Teilnehmer gefragt, welche Unterstützung von den Unterausschüssen des Fachausschusses ZfP 4.0 wünschenswert wäre. Dazu wurden die Teilnehmer gebeten, die Wichtigkeit mehrerer vorgeschlagener Maßnahmen zu bewerten sowie in einer offenen Frage ihre eigenen Bedürfnisse aufzuschreiben.

Hinsichtlich der Mensch-Maschine-Interaktion wurde die größte Bedeutung der Bestimmung der Zuverlässigkeit des gesamten Mensch-Maschine-Systems beigemessen. Auch die anderen vorgeschlagenen Maßnahmen wurden von den Teilnehmern als sehr wichtig empfunden: Bestimmung der Messunsicherheit KI-gestützter ZfP-Systeme, Techniken für die optimale Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion sowie Empfehlungen für das Design, Entwicklung und Umsetzung neuer Mensch-Maschine-Systeme hinsichtlich der Aufteilung der Aufgaben zwischen Menschen und KI-Systemen, Verantwortlichkeiten und Akzeptanz. Andere Ideen für den UA MMI umfassen Richtlinien zur Mensch-Maschine-Interaktion, Empfehlungen für die Validierung neuer Systeme sowie ein Infoblatt über den Umgang der Menschen mit eventuellen Fehlern des KI-Systems.

Prozesse und Standards für die Validierung, hauptsächlich der Datenauswertung, im Kontext der ZfP 4.0 zu entwickeln, welche die Plausibilität und Nachvollziehbarkeit der Prüfergebnisse – Stichwort „erklärbare KI“ – fördern, wurde als ein weiterer Bedarf für den UA MMI und die, im UA Schnittstellen neu gegründete, Arbeitsgruppe „AI“ für unterschiedliche Aspekte identifiziert. Basierend darauf ist eine objektive Leistungsbewertung von großem Interesse, um die Zuverlässigkeit sowie die Messunsicherheit quantifizieren zu können und damit den Geltungsbereich der Anwendung von ZfP 4.0-Prüfsystemen sicher zu definieren.

Aus den Antworten der Befragten kann für den UA Ausbildung ein Bedarf abgeleitet werden, Unterstützung bei der Automatisierung und Digitalisierung im Bereich der Prüfvorbereitung und der Dokumentation zu leisten. Ein erster Schritt wäre es, ein digitales Ausbildungsmodul zum Stand der Technik zu entwickeln und einen Ausblick in die ZfP 4.0 zu geben.

4. Diskussion der Ergebnisse und Ausblick

4.1. Diskussion der Ergebnisse

Nach Meinung der Autoren verdeutlicht die Befragung, dass der Wert der Automatisierung vom überwiegenden Teil der Befragten erkannt und als ausreichend sowie unbestritten bezeichnet wird. Damit scheint eine relevante Voraussetzung für die Anwendung und Akzeptanz weiterer automatisierender Prozesse – wie beispielsweise der durch KI unterstützten Datenauswertung – grundsätzlich gegeben.

Auch wenn die ZfP-Gemeinschaft auf einer gewissen Ebene glaubt, dass mit ZfP 4.0 die Rolle des Menschen und damit auch die Wahrscheinlichkeit menschlicher Fehler reduziert wird, zeigen die Antworten in dieser Umfrage ein sehr hohes Bewusstsein für die Notwendigkeit, den Menschen zusammen mit dem ZfP 4.0-System zu berücksichtigen. Das heißt, die Community hat klar zum Ausdruck gebracht, dass es wichtig ist, die Mensch-Maschine-Interaktion bei der Entwicklung und Implementierung von ZfP 4.0-Methoden zu berücksichtigen und wünscht sich, dass der UA MMI Empfehlungen zu diesem Thema entwickelt.

Die Rolle des Menschen wird sich verändern. In Übereinstimmung mit der Mehrheitsmeinung geht allerdings niemand davon aus, dass der Mensch komplett aus der ZfP-Prüfung gestrichen wird, sondern dass der Mensch mit ZfP 4.0-Systemen arbeitet und von diesen unterstützt wird. Das Vertrauen in diese Systeme ist derzeit nicht sehr hoch, da Standards fehlen, ebenso wie Methoden zur Bestimmung der Zuverlässigkeit der neu entwickelten Methoden. Deshalb wurde die Zuverlässigkeit des „gesamten Mensch-Maschine-Systems“ als eines der wichtigsten Ziele identifiziert, die der UA MMI verfolgen sollte.

Und schließlich wurde die größte Herausforderung für die Implementierung und den Einsatz von ZfP 4.0-Systemen in der Akzeptanz gesehen. Der UA MMI sollte daher Strategien entwickeln, um die Akzeptanz zu verstehen und zu erhöhen. Die Literatur zur Akzeptanz neuer Technologien zeigt, dass es vielversprechend ist, das Vertrauen und die Akzeptanz zu erhöhen, wenn Technologien gemeinsam mit dem Nutzer entwickelt werden (nutzer-zentrierter Ansatz) und die Technologien benutzerfreundlich sind [5].

Hinsichtlich des Themas Zuverlässigkeit kann zusammengefasst gesagt werden, dass der Wunsch nach Validierungsverfahren besonders für die Datenauswertung bereits stark vorhanden zu sein scheint, dass es jedoch an Plattformen fehlt, innerhalb derer der aktuelle Stand der Technik für die Validierungsmöglichkeiten diskutiert werden kann.

Wird der aktuelle Stand der Wissenschaft betrachtet, so zeigt sich, dass die Zuverlässigkeitsbewertungen für Prüfverfahren mit KI-unterstützten Fehlerdetektion und Fehlercharakterisierung häufig auf probabilistische Verfahren, wie die Receiver Operating Characteristics oder die Probability of Detection, fokussiert werden [6]. Hierbei handelt es sich also zurzeit noch um ein großes Feld, in dem viel entwickelt und geforscht wird. Ein ideales Anwendungsfeld für innovative Ansätze im Kontext der „ZfP 4.0“ und deren Validierung

wird in der zerstörungsfreien Prüfung im Bauwesen (ZfPBau) gesehen, da normative Barrieren nahezu nicht vorhanden sind. Dies ermöglicht es, vielversprechende Konzepte wie beispielsweise Künstliche Intelligenz zu implementieren, um effiziente Lösungen für die Baupraxis zur Verfügung zu stellen [7]–[9].

Als Ausblick aus dem Fragebogen lässt sich ableiten, dass eine Plattform erstellt werden muss, welche die Chance eröffnet, über das Thema der Zuverlässigkeit weiter zu diskutieren und mögliche Werkzeuge für die KI-Validierung vorzustellen. Hierfür ist ein „International Workshop on Reliability of NDE“ (der jedoch mit der WCNDT auf 2022 verschoben wurde) eine wichtige Institution sich mit dem Themenbereich Zuverlässigkeit intensiv zu beschäftigen. Weiterhin sollte ein nationales Gremium angestrebt und nicht außer Acht gelassen werden.

Als Erfolgsfaktor zählt bei den oben genannten Plattformen, den Vorstellungen der Industriebranche zu entsprechen und ein Validierungsverfahren zu entwickeln, dass im realen Fall einsetzbar ist. Die Einsetzbarkeit bezieht sich einerseits auf die Kosten, die innerhalb der Validierung anfallen und andererseits auf die Parametrisierung hin zu einem speziell eingesetzten Prüfprozess.

Der Fragebogen hat sich als wertvolles Werkzeug erwiesen, um den aktuellen Stand in der praktischen Anwendung von ZfP 4.0-Prüfsystemen zu erfassen und Herausforderungen bei der zukünftigen Entwicklung und Implementierung zu identifizieren. Eine ähnliche Studie wurde von Vrana und Singh [10] durchgeführt: im Rahmen eines Design-Thinking-Ansatzes wurde eine Umfrage in den sozialen Medien durchgeführt, um die Herausforderungen der ZfP bzw. den Nutzen von ZfP 4.0 zu verdeutlichen. Aus solchen Studien ließ sich ableiten, wie die ZfP 4.0 Gremien helfen können, diese Herausforderungen zu meistern und was wir in unserer ZfP 4.0-Community an Erwartungen und Herausforderungen an die ZfP-Welt von morgen stellen [2].

4.2. Ausblick

Im Konzept von ZfP 4.0 verschwimmen die Grenzen zwischen ZfP und Industrie 4.0. Sie erfordert ernsthafte Konnektivität von Technologie und Prozessen. Die digitale Transformation ist keine Umstellung über Nacht. Es ist eine Reise voller Herausforderungen und Unsicherheiten. Sie ist nur möglich, wenn wir alle zusammenarbeiten und so die Zukunft der ZfP gestalten. In diesem Transformationsprozess ist der fortwährende Dialog zwischen Wissenschaft, Industrie und Dienstleistern in der nahen Zukunft essenziell, der durch die Gremienarbeit in Verbindung mit dem Fragebogen angestoßen werden soll.

Auf diesen ersten Schritten zur ZfP 4.0 wurden Special Issues zu „ZfP 4.0“ der Journale [Materials Evaluation](#) (Ausgabe 78(7), 2020), [Research in Nondestructive Evaluation](#) (Ausgabe 31(5-6), 2020) und [Journal of Nondestructive Evaluation](#) (Ausgabe 40(28): Trends in NDE 4.0: Purpose, Technology, and Application, 2021) zusammengestellt. Zudem wird im April 2021 die erste internationale Konferenz zu ZfP 4.0 stattfinden (2021.nde40.com) und in der ersten Jahreshälfte 2021 das „[Handbook NDE 4.0](#)“ im Springer Verlag erscheinen. Das Thema Zuverlässigkeit wird innerhalb der Specialist international Group „NDT Reliability“ des International Committee for Non-Destructive Testing (ICNDT) weiter diskutiert werden. Darüber hinaus wird die nächste Sitzung des UA MMI die Ergebnisse der Umfrage nutzen, um konkrete Schritte zu definieren, die sich mit den Fragen der Mensch-Maschine-Interaktion und der Zuverlässigkeit des gesamten Mensch-Maschine-Systems befassen.

Mit der vierten Revolution, der cyber-physischen Integration, wird das Verständnis der Unterschiede zwischen „Digitization“, „Digitalization“ und digitaler Transformation kritisch. Auch wenn beide wenig gemeinsam haben, unterscheiden leider die meisten Sprachen, unter anderem Deutsch, Spanisch und Japanisch, nicht zwischen diesen beiden Begriffen. Die einzige Gemeinsamkeit der beiden Begriffe: „Digitalization“ setzt „Digitization“ voraus und beides ist die Grundlage für die digitale Transformation.

Im Einzelnen: „Digitization“ ist die Wandlung analoger Information in digitale. „Digitalization“ ist der Prozess der Nutzung digitalisierter Informationen zur Vereinfachung bestimmter Vorgänge und digitale Transformation nutzt digitale Infrastrukturen und Anwendungen zur Erschließung neuer Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten (automatisierte Kommunikation zwischen verschiedenen Anwendungen unterschiedlicher Unternehmen) und erfordert daher ein Umdenken. Die digitale Transformation erfordert Zusammenarbeit für ein besseres digitales Kundenerlebnis [11].

Es ist für alle in der ZfP deutlich erkennbar: Der Wandel zu Rolle und Mission im Konzept von ZfP 4.0 bzw. NDE 4.0 schreitet sehr dynamisch voran und es gilt, diese Transformation weiter aktiv mit zu gestalten – einerseits durch entsprechende Entwicklungen von Technologien und zugehöriger Validierungsprozesse, von Arbeitsabläufen sowie durch den Aufbau kompletter Ökosysteme, andererseits insbesondere auch durch angepasste Ausbildung mit und für ZfP 4.0.

Entsprechende nationale und internationale Gremien sind dazu bereits gebildet. Die Arbeitskreise und Fachgruppen haben sich sowohl im nationalen Rahmen (d. h. im FA ZfP 4.0 der DGZfP) als auch in der internationalen Kooperation der Thematik verschrieben.

5. Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei den Mitgliedern des UA MMI und Herrn Ahmed Maddi (der die Ergebnisse auch in seiner an der Dresden International University eingereichten Masterarbeit diskutiert hat) für die Entwicklung des Fragebogens. Ein weiterer Dank geht an alle anderen UA- und AG-Leiter für ihren Beitrag zum Fragebogen sowie an die DGZfP, die Mitglieder der DGZfP-Gremien und alle Teilnehmer für ihren wertvollen Input und ihre Zeit.

6. Referenzen

- [1] J. Vrana, „NDE Perception and Emerging Reality: NDE 4.0 Value Extraction“, *Mater. Eval.*, vol. 78, no. 7, pp. 835–851, 2020.
- [2] B. Valeske, A. Osman, F. Römer, and R. Tschuncky, „Next Generation NDE Sensor Systems as IIoT Elements of Industry 4.0“, *Res. Nondestruct. Eval.*, vol. 31, no. 5–6, pp. 340–369, Nov. 2020.
- [3] J. Vrana and UA Schnittstellen, „Die vierte Revolution der zerstörungsfreien Prüfung: Schnittstellen, Vernetzung, Feedback, neue Märkte und Einbindung in die Digitale Fabrik“, *ZfP Zeitung*, vol. 165, pp. 51–59, 2019.
- [4] J. Vrana, „Erste Empfehlungen für Datenformate und Schnittstellen“, *ZfP-Zeitung*, vol. 170, pp. 11–12, 2020.
- [5] M. Bertovic and I. Virkkunen, „NDE 4.0: New paradigm for the NDE Inspection Personnel“, in *Handbook of NDE 4.0*, N. Meyendorf, N. Ida, R. Singh, and J. Vrana, Eds. Springer, 2021, to be published.
- [6] 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, to be published.
- [7] D. Algernon, S. Feistkorn, M. Hagenbruch, M. Kicherer, L. Rössler, and M. Scherrer, „ECHOLYST - Entwicklung eines Impact-Echo-Systems für Scanning, Analyse und Machine Learning“, *ZfP-Zeitung*, vol. 172, pp. 33–41, 2020.
- [8] D. Algernon, „Machine Learning – Potenzial und Anwendung in der Zerstörungsfreien Bauwerksprüfung“, in *Fachtagung Bauwerksdiagnose*, Berlin, 13-14.02.2020, 2020.
- [9] D. Algernon, F. Feistkorn, R. Lenz, and M. Scherrer, „Machine-Learning-Basierte Datenauswertung und deren Mathematische Optimierung in der Anwendung der Verfahren Impact-Echo, Radar und Ultraschall“, in *DGZfP Jahrestagung 2019*, Friedrichshafen, Germany, 2019.
- [10] J. Vrana and R. Singh, „NDE 4.0 – A Design Thinking Perspective“, *J. Nondestruct. Eval.*, vol. 40, no. 8, pp. 1–24, Mar. 2021.
- [11] J. Vrana and R. Singh, „Digitization, Digitalization and Digital Transformation“, in *Handbook of Nondestructive Evaluation 4.0*, N. G. Meyendorf, N. Ida, R. Singh, and J. Vrana, Eds. Springer, 2021, to be published.



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.



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.

DÜRR NDT stellt Flachdetektor für die Röntgenprüfung länglicher Strukturen vor

Das Format 10 x 24 cm ist die mit am häufigsten verwendete Größe für Röntgenfilme in der industriellen Radiographie. DÜRR NDT greift mit dem neuen DRC 1024 NDT Flachdetektor das bewährte Filmformat auf und bietet eine kompakte digitale Lösung für Prüfaufgaben an länglichen Strukturen. Besonders im Bereich der Schweißnahtprüfung werden häufig Längs- und Rundnähte an Rohr- und Schlauchleitungen geprüft.

Der DRC 1024 NDT Flachdetektor wurde von Grund auf für die industrielle Anwendung entwickelt, anders als quadratische Detektoren, die oftmals aus der Medizin stammen. Ein Nachteil quadratischer Detektoren ist häufig, dass nicht einmal die Hälfte der aktiven Fläche mit dem Prüfobjekt bedeckt ist. Die freie Fläche verbleibt während der gesamten Strahlzeit ungeschützt im Strahlengang, dies führt zu Überbelichtung und reduzierter Lebenserwartung des Detek-



tors. Um dem entgegen zu wirken, sollte die freiliegende Fläche mit Stahl- oder Bleiplatten abgedeckt werden. Durch das spezielle Format des DRC 1024 NDT entfällt dieser Aufwand in den meisten Fällen.

Für mobile Anwendungen bietet der DRC 1024 NDT Datenübertragung per WLAN und die Möglichkeit das Gerät im Akkubetrieb zu verwenden. Der Tragegriff sorgt für eine sichere Handhabung und ist abnehmbar, so

kann der Detektor auch in schwer zugänglichen Bereichen platziert werden, z.B. innerhalb eines Rohres. Gewindebohrungen im Aluminiumgehäuse ermöglichen die Befestigung an jedem erdenklichen Haltesystem, wie einem Stativ oder einem Manipulator in einer Kabine.

Der DRC 1024 NDT Flachdetektor ist für Röntgen- als auch Gammaquellen geeignet und steht in zwei Szintillator-Varianten zur Verfügung. Je nach durchstrahlter Wanddicke oder zu detektierender Fehlergröße, kann zwischen Plus- (Auflösung 130 µm) oder Ultra-Fine-Szintillator (Auflösung 80 µm) gewählt werden. Die zugehörige Röntgeninspektionssoftware D-Tect X gewährleistet einen einfachen Betrieb und unterstützt den Anwender bei der Bildauswertung mit leistungsstarken Werkzeugen bei jedweder Prüfaufgabe.

www.duerr-ndt.de

BW Plus NDT und DÜRR NDT kooperieren zukünftig im Bereich Digitalisierung und RT

BW Plus NDT ist seit Beginn dieses Jahres exklusiver Fachhändler für die digitalen Radiographiesysteme und Softwarelösungen von DÜRR NDT in Deutschland und Österreich.

Sascha Martin, Vertriebsleiter BW Plus NDT, erläutert: „Wir haben schon länger nach einem weiteren Hersteller gesucht, der das Produktportfolio der BW Plus NDT sinnvoll und kundenspezifisch ergänzt. Wichtig ist uns, die Produktpalette dahingehend zu erweitern, dass wir allen potentiellen ZfP-Kunden das für sie passende Produkt anbieten können. DICONDE-Standards und ZfP-spezifische Arbeitsprozesse werden zukünftig eine immer größere Rolle spielen. In diesem Rahmen erweitert die DÜRR NDT unser Portfolio sinnvoll und zielführend.“

Oliver Ruzek, Geschäftsführer DÜRR NDT, über die Kooperation mit BW Plus: „Wir sind



begeistert mit BW Plus NDT einen renommierten Händler für den deutschen und österreichischen Markt gefunden zu haben. Mit gebündelten Kräften wollen wir unsere gemeinsame Vision von der Digitalisierung in der ZfP-Branche vorantreiben.“

Mit DRIVE NDT steht erstmals eine ganzheitliche Softwarelösung für die Digitalisierung des kompletten ZfP-Workflows für alle Prüfmethoden zur Verfügung. Angefangen bei der Auftragserfassung, über die Zuweisung von Prüfern, Ausrüstung, Prüfanweisungen und Normen, bis hin zur Prüfberichterstellung, Freigabe und Archivierung. Die digitalen Radiographiesysteme von DÜRR NDT,

seien es nun Speicherfolienscanner (CR) oder Flachdetektoren, werden über eine Schnittstelle der Röntgeninspektionssoftware D-Tect X an die Management-Software DRIVE NDT angebunden. Dies ermöglicht automatischen Datenaustausch von Bild- und Gerätedaten, z.B. für die Erstellung von Prüfberichten oder die Übertragung der DICONDE-Worklist. Geräte anderer Hersteller, sowie ERP- und CRM-Systeme, können ebenfalls integriert werden.

Bei der Umstellung auf digitale Systeme kommt es auf partnerschaftliches Vertrauen, fachliche Expertise und die passenden digitalen Produkte an, gemeinsam werden BW Plus NDT und DÜRR NDT die Kunden beim Umstieg und Einsatz mit vollen Kräften unterstützen.

www.bwplusndt.de

Neuer Wasserstoffsensor verbessert die Erkennung und Lokalisierung kleiner Lecks – Inficon vereinfacht die Lecksuche

Inficon, einer der weltweit führenden Hersteller von Instrumenten und Geräten für die Dichtheitsprüfung, hat eine neue, verbesserte Lösung für die Lecksuche in der Fertigungsindustrie entwickelt. Sein Sentrac Wasserstoff-Lecksuchgerät hat Inficon in der neuen Sentrac Strix Edition um den Strix-Sensor und eine neue Handsonde erweitert. Mit dem neuen, leistungsfähigeren Gerät wird es deutlich einfacher, kleine Lecks zu erkennen. Die Sentrac Strix Edition empfiehlt sich darum für Anwendungen, bei denen die zulässige Leckrate – wie z. B. in der Kälteindustrie – in wenigen Gramm pro Jahr gemessen wird. Das neue Lecksuchgerät hat Inficon besonders für Hersteller von Kälte-, Klima- und Automobilprodukten konzipiert: Sie müssen die Integrität von Systemen überprüfen und sicherstellen, dass sowohl Flüssigkeits- als auch Gaslecksagen unter den vorgegebenen Grenzwerten liegen.

Von sehr kleinen bis zu sehr großen Lecks

Der Strix-Sensor von Inficon kann austreten des Prüfgas sehr schnell erkennen. Deutlich verbesserte Ansprech- und Erholungszeiten ermöglichen es dem Bediener, Lecks sogar in anspruchsvollen Umgebungen zuverlässig zu orten. Der neue Sensor gestattet nicht nur eine effiziente Suche nach sehr kleinen Lecks, er dient auch dazu, Lecks unterschiedlichster Größe zu lokalisieren, seien sie extrem klein oder sehr groß. Der dynamische Arbeitsbereich umfasst 10 Dekaden an Leckgrößen. Der neu entwickelte Sensor verdankt diese Leistungsfähigkeit verbesserten Eigenschaften verbunden mit einer fortschrittlichen Signalverarbeitung.

Reduzierte Betriebskosten

Den Herstellern von Kälte-, Klima- und Automobilprodukten erlaubt die Sentrac Strix Edition, Lecks an Komponenten zu identifizieren, bevor sie in ein größeres System eingebaut werden. Im Gegensatz zu anderen Geräten muss der Wasserstoff-Lecksucher



von Inficon kein Gas zur Analyse in sein Inneres saugen. Weil sich der Sensor stattdessen an der Spitze der Sonde befindet, verbessert sich die Reaktionszeit. Dies verringert zugleich die Staubablagerung im Gerät und damit den Wartungsbedarf. Die Lebensdauer des Sensors ist mit mindestens einem Jahr veranschlagt, was ebenfalls die Ausfallzeiten und die Betriebskosten reduziert. Die neue Strix-Handsonde ist zudem leichter als bisherige Handsonden. Der von 8 mm auf 7 mm verkleinerte Durchmesser der Spitze vereinfacht die Prüfung komplexer Geometrien.

www.inficonautomotive.com

VisiConsult und Fujitsu treiben Smart Inspection voran

Der Marktführer für kundenindividuelle Röntgeninspektionsanlagen, VisiConsult, befasst sich schon viele Jahre mit der automatischen Auswertung von Röntgenbildern zur industriellen Qualitätsprüfung. Ab diesem Jahr kooperiert das mittelständische Familienunternehmen mit dem Technologieunternehmen Fujitsu. Eine starke Kooperation zwischen Technologieführern, die zum Jahresbeginn mit einem gemeinsamen Kick-off startete.

Um bestmöglich zu verstehen, welche Kundenwünsche wirklich umsetzbar sind und was es dafür bedarf, geht der Röntgenpionier explizit auf die Bedarfe des Kunden ein. Auch branchenübergreifende Trends werden mit Interesse verfolgt und bewertet. Zukunftsweisende Konzepte, wie die künstliche Intelligenz, werden intern untersucht und evaluiert. Für VisiConsult entstand dadurch schnell das Fazit, das Smart Inspection mittels KI bereits dieses Jahr Wirklichkeit sein kann. Dabei geht es um einen Teil des Inspektionsprozesses, der sehr komplex ist: Die Interpretation. Gerade wenn es um schwierige Fälle oder serielle Interpretation

geht, gilt es die Belastung für das Personal und Kosten bestmöglich zu reduzieren. Darunter darf natürlich auf keinen Fall die Qualität leiden.

Der Einsatz von KI birgt allerdings etliche technologische Herausforderungen. Daher hat VisiConsult sich für eine bevorzugte Kooperation mit einem Technologieführer in diesem Bereich entschieden, Fujitsu. Beide Firmen haben

das gleiche Interesse und ergänzen sich nahtlos in ihren Fähigkeiten und Technologien. Während Fujitsu seine KI-Plattform und erprobte Algorithmen bereitstellt, greift VisiConsult die jahrelange Industrieerfahrung, das Bildverarbeitungs-wissen und eine enorme Vielzahl an Röntgenbildern zurück. Basierend darauf, sollen branchenspezifische Algorithmen entwickelt werden. Ziel ist es die entwickelten KI-Algorithmen mit jedem beliebigen Röntgensystem zu koppeln – egal ob diese von VisiConsult oder einem anderen Anbieter kommen.



Ein aufregender Kick-off brachte die Beteiligten zusammen

Mit drei renommierten Pilotkunden aus den Bereichen Luftfahrt, Öl & Gas sowie Dienstleistungen startet das Projekt mit dem Fokus auf der automatisierten Auswertung von Schweißnähten. Weitere Use-Cases, wie zum Beispiel Gussteile, sind bereits in der Pipeline. Interessierte Kunden können sich an VisiConsult wenden, um auf die Warteliste für weitere Pilotprojekte aufgenommen zu werden.

www.visiconsult.de

SONOTEC: Ultraschall-Spezialist feiert 30-jähriges Jubiläum – neuer Standort geplant

1991, kurz nach der Wende, wagten die Physiker Dr. Santer zur Horst-Meyer und Hans-Joachim Münch den Gang in die Selbstständigkeit. Die Anfänge der heutigen SONOTEC GmbH waren abenteuerlich und die Treuhand legte viele Steine in den Weg. Doch die Erfolgsgeschichte konnte niemand aufhalten: Vor allem die exzellente Grundlagenforschung und das technische Know-how in der einstigen Branchenhochburg Halle haben das Unternehmen zum Technologieführer bei Ultraschall-Lösungen gemacht. Nun entwickelt SONOTEC in Halle auf einem 10.500 Quadratmeter-Grundstück in der Thüringer Straße seinen zweiten Firmenstandort. Gemeinsam mit anderen Unternehmen und Forschungseinrichtungen in der Region kann so wieder ein Ultraschall-Cluster entstehen.

Von Anfang an hatte die SONOTEC GmbH eine visionäre und innovative Ausrichtung – ein Erfolgsfaktor, um zum weltweit führenden Ultraschallspezialisten aufzusteigen, dessen Sensoren zur Anwendung in der Biotechnologie und Medizintechnik besonders während der Corona-Pandemie stark gefragt sind. SONOTEC entwickelt, produziert und vertreibt weltweit hochspezialisierte

Mess- und Prüftechnik und fokussiert sich dabei auf die drei Kernbereiche:

- Sensoren für die „Nicht-invasive Flüssigkeitsüberwachung“
- Die „Zerstörungsfreie Prüfung“
- Die „Vorbeugende Instandhaltung“

Neben den Zielmärkten Industrie, Automobilbau oder Medizintechnik entwickelt und produziert SONOTEC auch Sensorik für den Herstellungsprozess von Medikamenten und Impfstoffen.

Bis heute ist das Unternehmen inhabergeführt und konnte erfolgreich den Übergang zur neuen Generation meistern: Seit 2019 verstärken Tochter Manuela Münch (Betriebswirtin) und Sohn Michael Münch (Maschinenbauer) die Geschäftsleitung des Familienunternehmens.

Manuela Münch, Geschäftsführerin von SONOTEC, erklärt: „Wir haben ein gesundes und kontinuierliches Umsatzwachstum von durchschnittlich 15 Prozent pro Jahr bei stabiler und überdurchschnittlich hoher Rendite. [...] Wir freuen uns über das Erreichte, ziehen daraus aber vor allem Kraft für die Zukunft, in die wir dank unseres Überschusses kräftig investieren. Mit Inno-



Gründer und CEO Hans-Joachim Münch (re.) mit den Geschäftsführern der nächsten Generation, Tochter Manuela und Sohn Michael.

Foto: Jeibmann Photographik / Torsten Proß

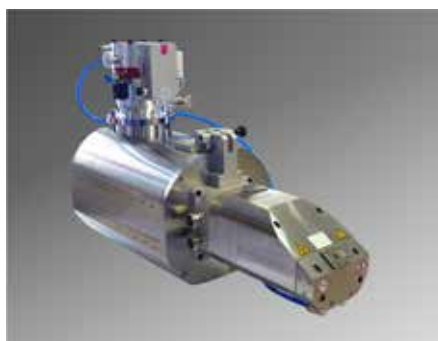
vationen – stets kundenspezifisch – wollen wir auch in den nächsten Jahren die technologisch Besten sein und weiterwachsen. Auch deshalb werden wir den zusätzlichen SONOTEC-Standort in Halle bauen – unserer wirtschaftlichen, emotionalen und technologischen Heimat. Auf diese Weise möchten wir unseren Beitrag dazu leisten, in der Region wieder ein starkes Technologiecluster für Ultraschall zu formen.“

www.sonotec.de

Einführung der neuen Mikrofokus-Produktlinie CT Plus mit 500 W Emissionsleistung

X-RAY WorX verbessert die Flexibilität seiner Mikrofokus-Reflexionsröhren, um den steigenden Anforderungen an die schnelle Computertomographie in verschiedenen Branchen gerecht zu werden. Mit einem optimierten Target-Design und der internen Kühlung ermöglicht die neue Produktlinie CT Plus ein kontinuierliches Scannen bei höchster Leistung und Spannungen bis zu 300 kV.

Die neuen offenen Mikrofokusröhren decken einen wesentlich größeren Bereich von Betriebseinstellungen ab als vergleichbare Produkte. Die erreichbaren Brennfleckgrößen zwischen 10 und 450 Mikrometern werden automatisch basierend auf der Emissionsleistung von bis zu 500 W und einer Spannung von bis zu 300 kV angepasst. Detaillierte Informationen zu den Brennfleck-



X-RAY WorX Mikrofokus Röntgenröhre XWT-300-CT Plus

größen in Abhängigkeit von Spannung und Targetleistung finden Sie im neuen technischen Datenblatt.

Die CT Plus-Röhren sind für den Dauerbetrieb ohne geplante Abkühlzeiten ausgelegt. Das neue Design des Röhrenkopfes mit

interner Kühlung sorgt dafür, dass die Prozesswärme gleichmäßig abgeführt wird und interne Komponenten wirksam geschützt werden. Ein neuer Peltier-Kühler wird eingesetzt, um die Temperatur des Röhrenkopfes während des Betriebs stabil zu halten. Das neu konstruierte Reflexionstarget liefert einen nahezu runden Brennfleck und zeigt im Vergleich zu Standard-Reflexionstargets einen reduzierten Heel-Effekt.

Die Röntgenröhren unserer neuen Produktlinie CT Plus sind mit Nennspannungen von 225 kV, 240 kV und 300 kV erhältlich. Wenn Sie mehr über die Produktlinie CT Plus erfahren möchten, wenden Sie sich bitte an unsere lokalen X-RAY WorX-Partner oder an die X-RAY WorX-Verkaufsabteilung.

www.x-ray-worx.com

NDT 4.0: Waygate Technologies legt Datenmanagement-Plattform InspectionWorks neu auf

Waygate Technologies, ein weltweit führendes Unternehmen für industrielle Prüftechnik und zerstörungsfreie Prüfung (ZfP), hat eine neue Generation seiner Plattform für das Management von Inspektionsdaten, InspectionWorks, herausgegeben. Die vollständig überarbeitete und erweiterte Plattform für Inspektionsmanagement zeichnet sich durch seine einfach zu bedienende und kundenorientierte Benutzeroberfläche sowie ein benutzerfreundliches Design aus. Das Upgrade bietet zudem neue Module wie Flottenmanagement, Fernüberwachung und -diagnostik, die Speicherung der Inspektionsdaten und hochentwickelte Analysefunktionen.

Ein Meilenstein für ganzheitliches Inspektionsmanagement

Die Veröffentlichung ist ein wichtiger Schritt für Waygate Technologies auf dem Weg zum Anbieter eines integrierten Software-Ökosystems für Inspektionsmanagement. InspectionWorks deckt alle Funktionen von der Planung und Bereitstellung von Geräten bis hin zur Erfassung, Analyse und Speicherung von Daten mit einer einzigen Plattform

ab. Kunden können damit ihr Inspektionsmanagement ganzheitlich abwickeln und so Design und Produktion sowie den Betrieb und die spätere Wartung ihrer Produkte verbessern. Dies erhöht sowohl ihre Produktivität als auch die Zuverlässigkeit der Produkte und wertet so die Inspektion von einem notwendigen Kontrollschritt zu einer wertvollen Dienstleistung auf. InspectionWorks ist sowohl mit den Hardwarelösungen von Waygate Technologies als auch mit Produkten von Drittanbietern kompatibel.

„Vorbeugende Instandhaltung und operative Erkenntnisse basieren auf Analysen, automatischer Fehlererkennung oder Deep Learning mit Hilfe von Inspektions- und Maschinendaten. Sie ermöglichen es unseren Kunden, Probleme vorherzusehen, bevor sie auftreten. Indem wir uns historische Daten zunutze machen, liefern wir handlungsrelevante Erkenntnisse, die bessere und schnellere Entscheidungen ermöglichen. Für uns sieht so die Zukunft der industriellen Inspektion aus“, sagt Arungalai Anbarasu, Chief Technology Officer bei Waygate Technologies, „Wir heben uns in diesem



Bereich hervor, da nur ein Unternehmen wie Waygate Technologies diese enorme Menge an über Jahre hinweg gesammelten Inspektionsdaten zuverlässig mit aktuellen Erkenntnissen verknüpfen kann.“

InspectionWorks ist Teil der Strategie von Waygate Technologies, sich von einem Hardware-Anbieter für zerstörungsfreies Prüfen (ZfP) mit anerkannter Servicekompetenz zu einem wichtigen Partner für datengetriebene Analysen und Lösungen zu entwickeln. So unterstützt Waygate Technologies die digitale Transformation seiner Kunden und verschafft ihnen einen Wettbewerbsvorteil in ihren jeweiligen Märkten.

www.waygate-tech.com

Schallstrahl mit überlagertem A-Bild: Das neue UT-Prüfgerät WAVE

Erfahrungsbericht eines Anwenders mit der Schallwegdarstellung des neuen UT-Prüfgerätes WAVE

Die Springer New Technologies GmbH vermarktet das neue UT-Prüfgerät WAVE von SONATEST. Eine Besonderheit des Gerätes ist der im Display angezeigte Schallweg mit überlagertem A-Bild im gezeichneten Bauteil. Dieses führt zu genaueren Interpretationen des Prüfsignals und verringert die Fehlinterpretationen. Durch die integrierte WLAN- und Emailfunktion des WAVE kann der Prüfbericht mit Screenshot direkt verschickt werden.

Herr Manfred Weinberg von der Firma Weinberg Materialprüfung, bei Wilhelmshaven, ist der erste WAVE-Anwender in Deutschland: „Meine Entscheidung das WAVE zu kaufen beruhte darauf, dass man die Schweißnaht eins zu eins eingeben kann und auf dem Schallstrahl das A-Bild sieht. Man sollte allerdings unbedingt vorher die Schweißnaht-Vorbereitung erfragen und

sich selbst von der Geometrie überzeugen. Als Ultraschallprüfer ist es wichtig, dass man das sogenannte Fehlerdreieck verinnerlicht: Schallweg-Projektion-Anzeigtiefe. Eine weitere Besonderheit besteht in der Möglichkeit, vor Ort dem Schweißer oder der Schweißaufsicht einen Reflektor aus der Naht bzw. der Lage zeigen zu können. Die Anzeigen aus der Schweißnaht können auch zur Schweißer-Schulung herangezogen werden.

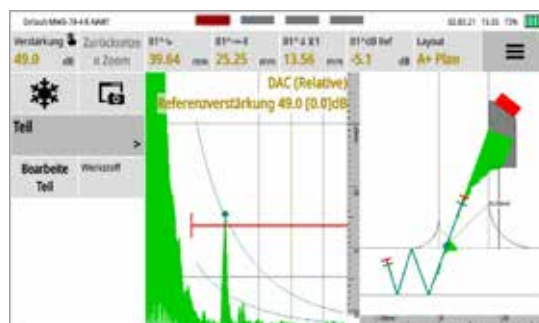
Nachdem ich mir auch zusätzlich die SE Winkelprüfköpfe von Sonatest gekauft habe (Transversalwelle), kann ich auch direkte Anzeigen bewerten, da das Nahfeld nur 11mm beträgt und hervorragend für Wandstärken bis 20 mm geeignet ist (s. Bsp. unten).

Auf die praktische Option, direkt Bilder per Hotspot ins Büro bzw. zur Dokumentation senden zu können, möchten ich explizit hin-

weisen. Dies erleichtert die Arbeitsabläufe enorm und spart Zeit. Ein weiterer Pluspunkt ist die fortwährende Optimierung des WAVE durch regelmäßige, kostenlose Updates.“

Kontakt Daten für nähere Informationen: Springer New Technologies, info@springernewtech.com oder +49 (0) 151 121 55 178

<http://springernewtech.de>



Messung an einem Bauteil mit komplexer Naht-Geometrie, Screenshot Schallweg und A-Bild.



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!

DRIVENDT
www.drive-ndt.com

Eine Softwarelösung von



AAP NDT Channel-Partner Deutschland



Arbeitskreise – Termine & Themen

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 Online Meetings, 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>

AK Berlin

- 04.05.2021** Für diesen Termin ist eine Exkursion in Planung. Das Programm – sofern die Exkursion stattfinden kann – wird im April veröffentlicht.
- 01.06.2021** **Online oder Präsenz wird noch bekannt gegeben**
Möglichkeiten und Grenzen der zukünftigen Anwendung von ZfP-Verfahren an Ingenieurbauwerken
Prof. Dr. Alexander Taffe, HTW – Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin

AK Saarbrücken

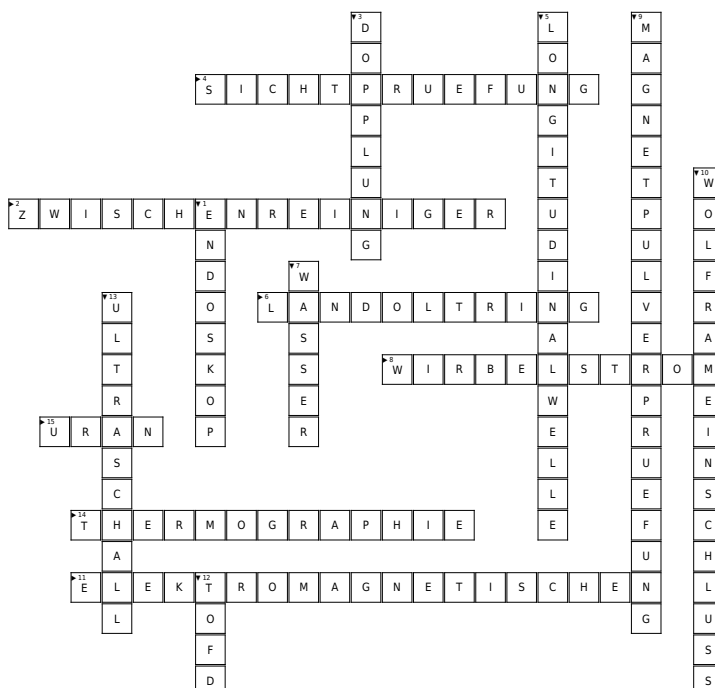
- 29.04.2021** **Online-Meeting**
HOBITS – Ein System zur drahtlosen Prüfung der Innenseite von Hohlkörpern
Philipp Stopp, Hendrik Theado, Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP

AK Zwickau-Chemnitz

- 20.04.2021** **Online-Meeting**
Digitalisierung in der ZfP – Von Apps bis zur Industrie 4.0
Lennart Schulenburg, VisiConsult X-ray Systems & Solutions GmbH, Stockelsdorf
- 30 Jahre Arbeitskreis Zwickau-Chemnitz**
Gemeinschaftsveranstaltung mit dem DVS-Bezirksverband Chemnitz
- Online-Meeting**
- 14.06.2021** **Ultraschallprüfung an Schweißnähten mit und ohne Phased Array, manuell, halb- und vollautomatisch**
Dr. Wolfram A. Karl Deutsch, Stefan Kierspel, KARL DEUTSCH Prüf- und Messgerätebau GmbH + Co KG, Wuppertal
- 15.06.2021** **Instandsetzung von Stahlbrücken – Werkstoffkundliche Probleme bei der schweißtechnischen Verarbeitung von Stählen an Brückenbauwerken von 1850 bis heute**
Dr. Gerlinde Winkel, SLV Mecklenburg Vorpommern, Rostock

Auflösung Gitterrätsel – ZfP-Edition

von Seite 15



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



Datum Ort	Veranstaltung	Veranstalter
--------------	---------------	--------------

2021

14./15.04. und 20./21.04. virtuell	International Conference on NDE 4.0	DGZfP https://2021.nde40.com
27. – 29.04.2021 virtuell	ASNT Research Symposium 2021 – Advancing NDE Technologies, Research, and Engineering in a Changing World	ASNT https://asnt.org
04. – 06.05.2021 virtuell	SENSOR + TEST 2021 Die Messtechnik-Messe	AMA Service www.sensor-test.de
04. – 07.05.2021	34. Control 2021 – abgesagt –	Schall Messen www.control-messe.de
10. – 11.05.2021 virtuell	DGZfP-Jahrestagung 2021	DGZfP https://jahrestagung.dgzfp.de
14. – 18.06.2021 virtuell	17 th Int. Conference on Condition Monitoring and Asset Management (CM 2021)	BINDT www.bindt.org/events/CM-2021
22. – 24.06.2021 Renton/WA/USA hybrid	NDT of Composites 2021	ASNDT https://asnt.org
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
04. – 08.10.2021 Prag/Tschechien hybrid	2 nd European NDT & CM Days in Prague	CSNT www.endtcm21.com
06. – 07.10.2021 Paris/Frankreich	FCTM & ESOP Symposium	SNCT/AFIAP/Infopro www.fctm-esope.com
19. – 20.10.2021 Coventry/Großbritannien	Workshop on structural integrity, NDT and CM requirements for Industry 4.0	BINDT www.bindt.org
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
15. – 18.11.2021 Phoenix/USA	ASNT Annual Conference	ASNT https://asnt.org
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

Datum Ort	Veranstaltung	Veranstalter
2022		
08. – 11.02.2022 Wels/Österreich	iCT – 11 th Conference on Industrial Computed Tomography 2022	FHOÖ www.ict-conference.com/2022
10. – 11.02.2022 Berlin/Deutschland	Fachtagung Bauwerksdiagnose	DGZfP, BAM
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
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
31.05. – 02.06.2022 Münster/Deutschland	28. Internationale Ausstellung Fahrwegtechnik (iaf)	VDEI www.iaf-messe.com
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)	University of Palermo, University 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 – verschoben –	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
2023		
28.02. – 03.03.2023 Melbourne/Australien	APCNDT 16 th Asia Pacific Conference for Non-Destructive Testing – verschoben –	AINDT www.apcndt2021.com.au

→ Besuchen Sie die virtuellen Arbeitskreise der DGZfP!

Informationen zu Themen und Terminen finden Sie in dieser Ausgabe der ZfP-Zeitung auf Seite 56 und 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 Mediadata 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 | Fax: 030 67807-109
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 | Fax: +49 30 67807-109
E-Mail: mail@dgzfp.de

Anja Schmidt, DGZfP
Max-Planck-Str. 6 | 12489 Berlin
Tel.: +49 30 67807-103, Fax: +49 30 67807-109
E-Mail: zeitung@dgzfp.de

Anzeigenverwaltung

Nadine Feyer, DGZfP
Max-Planck-Str. 6 | 12489 Berlin
Tel.: +49 30 67807-115 | Fax: +49 30 67807-109
E-Mail: anzeigen@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 Juni 2021.

Redaktionsschluss: 12. Mai 2021



DEUTSCHE
GESELLSCHAFT FÜR
ZERSTÖRUNGSFREIE
PRÜFUNG e.V.

DGZfP-JAHRESTAGUNG 2021

Zerstörungsfreie Materialprüfung

10. - 11. Mai



VIRTUELL

ZfP IN FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND ANWENDUNG



MULTIMEDIALE GERÄTEAUSSTELLUNG



Kann passieren

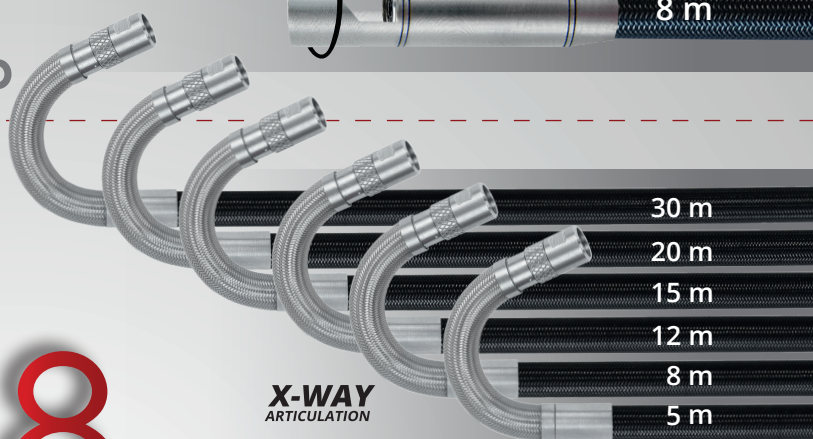
Darum unser Service-Versprechen:

Reparatur Ihrer VUMAN
Wechselsonde innerhalb
von **3 WOCHEN!**

ENDLOS
ROTATION

15 m

8 m



30 m

20 m

15 m

12 m

8 m

5 m

X-WAY
ARTICULATION

8 mm

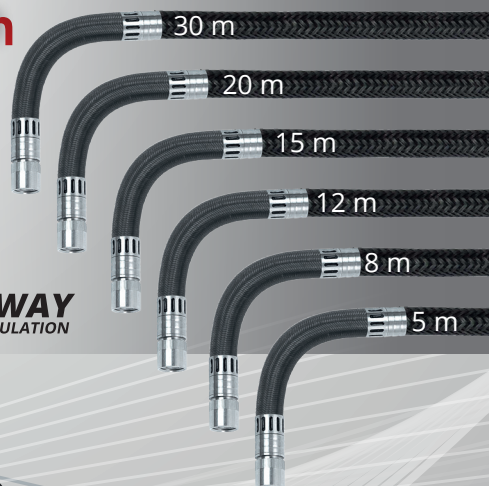
15 m

8 m

6 mm

15 m

8 m



30 m

20 m

15 m

12 m

8 m

5 m

X-WAY
ARTICULATION



viZaar industrial imaging AG | Telefon: +49 7432 98375-0 | info@vizaar.com | www.vizaar.de

