

# ZIM-Netzwerk AM-Quality:

## Sicherung der Prozessstabilität in der metallischen additiven Fertigung

Wie wichtig Unternehmensnetzwerke sein können, zeigt sich in den Ergebnissen. Zu Beginn ist es fast wie bei einer Marketing-Kampagne. Man formuliert ein oder mehrere Ziele, von denen man aber nicht weiß, ob sie erreicht werden können. Das weiß man erst am Ende, wenn ein solches definiert wurde, wie hier bei den ZIM Netzwerken.

### Anfang und Hintergründe

Als wir vor einigen Jahren über die Idee eines Netzwerks gesprochen haben, wussten wir auch noch nicht, wohin die Reise geht. Fakt war, Additive Manufacturing war ein großes Thema, wobei allerdings die metallische Variante eher vernachlässigt wurde. Der öffentliche Hype lag eindeutig beim Kunststoff. Und im 3-D-Drucker konnten seinerzeit bereits Dinge des Alltags bis hin zu funktionierende Prothesen für den Medizinbereich gedruckt werden.

Die metallische Fertigung war in der Industrie von besonderem Interesse: für die Herstellung von Teilen für Maschinen bis hin zur Luft- und Raumfahrt. Der wichtigste Unterschied in den Materialeigenschaften von Metallen gegenüber Kunststoffen ist der wesentlich höhere Schmelzpunkt und somit sind wesentlich höhere Energieeinträge notwendig. Zum Einsatz kommen bei der metallischen additi-

ven Fertigung technisch aufwendige und teure Hochleistungslasersysteme.

Bereits im Vorfeld der Netzwerkgründung trafen wir uns 2017 mit Experten aus der Branche und erfuhren, wie aufwendig das Drucken von metallischem Pulver sein kann. Hinzu kam, dass von dem Pulver oftmals nur 10% +/- genutzt werden konnten und somit 90% als Abfall deklariert wurde. Dies war nicht nur äußerst energieineffizient, sondern auch ein Kostenfaktor. Hinzu kam, dass die Ergebnisse eines Druckprozesses als nicht 100%ig reproduzierbar eingestuft wurden.

Unser Ziel war es, hier möglichst verlässliche Parameter zu schaffen, die qualitative Standards setzen konnten. Wobei klar war, dass wir dies nur mit vielen Partnern auf den Weg bringen konnten und hier Prozesse anstoßen werden mussten, die ergebnisoffen umgesetzt werden mussten.

### Wir sind alle Pioniere

Die Firma TEPAC Technologie & Patent-Consulting unter der Führung von Eberhard Kübel (GF), sowie Dr. Lutz Schröter (Projektmanagement) und Helga König (Marketing) gründeten 2018 das ZIM-Netzwerk AM-QUALITY – Qualitätssicherung in der metallischen Additiven Fertigung – mit der erforderlichen Anzahl an KMUs, sowie Forschungseinrichtungen und

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Assoziierten Partnern. Insgesamt zählte das Netzwerk bei seiner Gründung 24 Partner. Im Laufe der Jahre wuchs das Netzwerk, obschon auch einige Partner das Netzwerk verließen.

Nach Vorbereitungstreffen im Juni 2017 in Aachen und Anfang 2018 in Dortmund (TU-Dortmund) wurden im September 2018 die Unterschriften geleistet, um das Netzwerk zum 01. Oktober 2018 zu starten. Die Formnext 2018 in Frankfurt und ein Treffen Anfang 2019 in der Handwerkskammer Dortmund gaben erste Gelegenheit zum persönlichen Kennenlernen. Ein 2-tägiges Netzwerktreffen im April 2019 in Hamburg-Finkenwerder bei Airbus (Bild 2) war dann eines unserer persönlichen Highlights in den 3 Jahren. Bei diesem Treffen wurde Grundsatzfragen für die technologische Roadmap des Netzwerkes festgezurr. Ein über-

### Additive Fertigung (engl.: additive manufacturing, AM)

Weitgehend auch als 3D-Druck bezeichnet – ist ein aufstrebendes und innovatives Fertigungsverfahren, das sich grundlegend von konventionellen Herstellungsprozessen unterscheidet und der Forschung und Industrie zu völlig neuen Möglichkeiten verhilft. Bauteile werden Schicht für Schicht aufgebaut und entstehen nicht wie bei herkömmlichen Verfahren durch Abtrag von Material (zum Beispiel durch fräsende Bearbeitung). Dadurch ergibt sich eine enorme Flexibilität und Designfreiheit beispielsweise bei der Herstellung von Prototypen und auch zunehmend in der Serienfertigung.

Quelle: [https://www.igcv.fraunhofer.de/de/forschung/kompetenzen/additive\\_fertigung\\_am.html](https://www.igcv.fraunhofer.de/de/forschung/kompetenzen/additive_fertigung_am.html)



Bild/Figure 2

zeugendes Konzept in dieser Roadmap ist Voraussetzung dafür, dass der vom Bundeswirtschaftsministerium beauftragte Projektträger die nach dem ersten Netzwerkjahr anliegende Entscheidung über die weitere Förderung des Netzwerkes positiv empfehlen kann.

Interessanterweise wurde bei diesem Treffen vor allen Dingen ein Projekt „Big Data – Datenerfassung und -verarbeitung zur Übergabe an den Regelkreis der Anlage gehypt, welches dann allerdings ruhte, weil unter den wachsenden Ansprüchen zum Einsatz Künstlicher Intelligenz ein KMU gefunden werden konnte, das sich daran beteiligen wollte/konnte. Dies beruhte darauf, dass die in Frage kommenden Unternehmen entweder schon mit Projekten ausgelastet waren oder zu jung bzw. zu klein waren, um die erforderlichen Eigenanteile eines Entwicklungsprojektes zu stemmen.

Zusammenfassend brachte das Treffen in Hamburg frischen Wind in das Netzwerk und förderte das gemeinsame Miteinander – das „Wir“. Airbus erwies sich für die rund 40 Teilnehmer als hervorragender Gastgeber und Netzwerkpartner. Und BMW bot sich für das nächste große Jahrestreffen für 2020 gerne als nächster Gastgeber an, was leider durch Corona nicht realisiert werden konnte.

## Netzwerken

Das Netzwerk AM-QUALITY schloss recht schnell Kooperationen mit Messen und Veranstaltungen, wie z.B.

mit der AIRTEC München und dem AM-Forum Berlin. Die Netzwerkpartner erhielten die Gelegenheit zu Sonderkonditionen einen Stand auf diversen Veranstaltungen zu bekommen. Hilfreich war auch die Unterstützung des Netzwerkes durch das Magazin INNOVATIONS-FORUM! Einige Ausgaben hatten den Schwerpunkt Additive Fertigung (AM) aufgegriffen und auch einige der Partner vorgestellt.

Des Weiteren erhielten unsere Partner die Möglichkeit für kostenlose Weiterbildungen/Webinare.

Dass auch Netzwerken nicht immer so einfach ist, erfuhren wir alle unter Corona. Hier haben wir dann virtuelle Meeting initiiert zu unseren Netzwerkbereichen: In-Situ, Pulverqualität und Prüftechnische Verfahren. Schnell zeigte sich, dass die Arbeit in den Themengruppen durch die virtuellen Meetings wesentlich erleichtert wurde, weil Reisezeiten entfielen und so öfter ein Meeting von ein bis zwei Stunden problemlos einberufen werden konnten.

## Personelles

An dieser Stelle möchten wir einen Menschen würdigen, ohne den das Netzwerk so nicht denkbar gewesen wäre: Dr. Lutz Schröter (Bild 3).

Er war es in erster Linie, der im Vorfeld und während des Projektes Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Industriepartner ins Netzwerk einlud und sie für die Idee begeisterte. Im Oktober 2020 hat er sich in den wohl-

## Statements / O-Töne

Mit fast allen Kooperationspartnern sind wir noch in Kontakt und so erreichten uns die Zeilen von Barbara Weingarten, über die wir uns sehr gefreut haben.

*„Wir bedanken uns ganz herzlich bei Ihnen für die langjährige, sehr gute Zusammenarbeit rund um das Thema 3D-Druck. Unser Anliegen war und ist es mit dem nun schon 6. AM Forum Berlin (5.-6. Juli 2022) Anbieter und Anwender der neuen additiven Technologien industrieübergreifend zusammenzubringen. Als Plattform, Netzwerk und Sprachrohr für Erfinder und innovative Unternehmen haben Sie deren Anliegen und diese selbst mit auf Kongress und Ausstellung gebracht und so einen wichtigen Beitrag zur Förderung der 3D-Druck Anwendungen im privaten und industriellen Umfeld geleistet. Wir freuen uns auf gemeinsame zukünftige Projekte!“*

■ Barbara Weingarten, Senior Conference Manager, IPM AG, 25.04.2022

Frank Brehmer von ITB schrieb uns:

*„Unser Unternehmen ist dem Netzwerk AM-Quality im Mai 2020 beigetreten und hat sich in dieser Zeit in der Arbeitsgruppe der prüftechnischen Verfahren engagiert. Neben den regelmäßigen Netzwerktreffen zum Status der jeweiligen Projekte in den Arbeitsgruppen haben wir den fachlichen Austausch zu den Themen Simulation und Festigkeitsbewertung im Bereich der Additiven Fertigung sowie unsere Beteiligung als Aussteller auf der AIRTEC 2020 sehr zu schätzen gewusst. Wir bedanken uns daher ganz herzlich beim Management des Netzwerkes und wünschen allen Netzwerkpartnern weiterhin viel Erfolg.“*

■ Frank Brehmer, ITB



verdienten Ruhestand verabschiedet.

Nennen möchte ich an dieser Stelle auch noch Dr. Beate Heisterkamp und Jürgen Ladda, die am eigentlichen Projekt nicht beteiligt waren, die uns aber in der Vorarbeit intensiv für die Thematik Qualitätssicherung in der Additiven Fertigung sensibilisiert haben.

Last but not least möchten wir uns auch Dr. Olaf Günnewig (Bild 4), der mit seinem Wissen, seinem Elan und seiner Kreativität für uns ein wichtiger Motor war und ist, sagen: Danke Olaf!!! Ohne deine Beiträge wären viele Themen nicht so weit gekommen, sondern vermutlich unterwegs stecken geblieben.

### Zurück auf Anfang

Ja, was hat das Netzwerk alles an Dingen hervorgebracht, an die zu Beginn noch niemand gedacht hatte. Zum einen sind es natürlich die geplanten Projekte, die heute durch ZIM oder aus anderen Programmen gefördert

werden. Es sind 8 Anträge, die bewilligt wurden, 6 Anträge, deren Bewilligung erwartet wird und 5 Anträge, die noch in Arbeit sind. Die Nachwirkungen von Corona sind auch bei ZIM spürbar.

Aber auch personelle Veränderungen brachte das Netzwerk mit sich und der oder die eine oder andere wechselte den Arbeitgeber innerhalb des Netzwerkes (Dr. Olaf Günnewig, Dr. Christian Metz und Sandra Megahed).

Hieran sieht man, was alles möglich ist, wenn sich ein bis dato unbekanntes Team zusammenfindet, um gemeinsam an Lösungen zu arbeiten. Wir alle haben diese Zeit in guter Erinnerung und werden auch weiterhin dem Thema verpflichtet sein und für unsere Netzwerkpartner.

Wir freuen uns auf Zukünftiges und Gemeinsames! Weitere Zusammenarbeit mit Partnern aus AM-Quality in einem derzeit geplanten Innovationsnetzwerk zeichnet sich jetzt schon ab.



Bild/Figure 4

## ZIM Network AM-Quality:

### Ensuring Process Stability in Metal Additive Manufacturing

The results show how important company networks can be. At the beginning it is almost like a marketing campaign. You formulate one or more goals, but you don't know whether they can be achieved. You only know at the end when one has been defined, as here with the ZIM networks.

#### Beginning and background

When we talked about the idea of a network a few years ago, we didn't know where the journey was going either. The fact was, additive manufacturing was a big topic, although the metallic variant was rather neglect-

ed. The public hype was clearly on plastics. And at the time, 3D printers could already be used to print things for everyday use, including functioning prostheses for the medical sector.

Metallic manufacturing was of particular interest in industry: for the pro-

#### Additive manufacturing (AM)

Also widely referred to as 3D printing - is an emerging and innovative manufacturing process that differs fundamentally from conventional manufacturing processes and opens up completely new possibilities for research and industry. Components are built up layer by layer and are not created by removing material (for example by milling) as in conventional processes. This results in enormous flexibility and design freedom, for example in the production of prototypes and also increasingly in series production.

Source of german version: [https://www.igcv.fraunhofer.de/de/forschung/kompetenzen/additive\\_fertigung\\_am.html](https://www.igcv.fraunhofer.de/de/forschung/kompetenzen/additive_fertigung_am.html)

Supported by:



Federal Ministry  
for Economic Affairs  
and Energy

on the basis of a decision  
by the German Bundestag

duction of parts for machines all the way to aerospace. The most important difference in the material properties of metals compared to plastics is the much higher melting point and thus much higher energy inputs are required. Technically complex and expensive high-performance laser systems are used in metal additive manufacturing.

In 2017, in the run-up to the network's founding, we met with experts from the industry and learned how time-consuming the printing of metallic powder can be. In addition, often only 10% +/- of the powder could be used and thus 90% was declared as waste. This was not only extremely energy inefficient, but also a cost factor. In addition, the results of a printing process were not considered 100% reproducible.

Our goal was to create parameters that were as reliable as possible and that could set qualitative standards. It was clear that we could only get this off the ground with many partners and that processes had to be initiated here that had to be implemented with an open mind.

## We are all pioneers

The company TEPAC Technologie & Patent-Consulting under the leadership of Eberhard Kübel (CEO), as well as Dr. Lutz Schröter (project management) and Helga König (marketing) founded the ZIM network AM-QUALITY - Quality Assurance in Metallic Additive Manufacturing - in 2018 with the required number of SMEs, as well as research institutions and associated partners. In total, the network had 24 partners when it was founded. Over the years, the network grew, although some partners also left the network.

After preparatory meetings in June 2017 in Aachen and early 2018 in Dortmund (TU-Dortmund), the signatures were made in September 2018 to launch the network on 01 October 2018. Formnext 2018 in Frankfurt and a meeting at the beginning of 2019 in the Dortmund Chamber of Crafts gave the first opportunity to get to

know each other personally. A 2-day network meeting in April 2019 in Hamburg-Finkenwerder at Airbus was then one of our personal highlights in the 3 years (Pic. 1). At this meeting, fundamental questions for the technological roadmap of the network were determined. A convincing concept in this roadmap is a prerequisite for the project management agency commissioned by the Federal Ministry of Economics and Technology to positively recommend the decision on further funding of the network after the first network year.

Interestingly enough, a project called "Big Data - data acquisition and processing for transfer to the control loop of the plant" was hyped at this meeting, but was then put on hold because among the growing demands for the use of artificial intelligence, an SME could be found that was willing/capable of participating. This was due to the fact that the companies in question were either already busy with projects or were too young or too small to be able to afford the necessary share of a development project.

In summary, the meeting in Hamburg brought a breath of fresh air into the network and promoted the common togetherness - the "we". Airbus proved to be an excellent host and network partner for the 40 or so participants. And BMW gladly offered to be the next host for the next big annual meeting for 2020, which unfortunately could not be realised by Corona.

## Networking

The AM-QUALITY network quickly established cooperations with trade fairs and events, such as AIRTEC Munich and the AM Forum Berlin. The network partners were given the opportunity to have a stand at various events at special conditions. The support of the network by the magazine INNOVATIONS-FORUM! was also helpful. Some issues focused on additive manufacturing (AM) and also featured some of the partners.

Furthermore, our partners were given the opportunity for free further training/webinars.

## Statements / Quotes

We are still in contact with almost all of our cooperation partners and so we received these lines from Barbara Weingarten, about which we were very pleased.

*"We would like to thank you very much for the many years of very good cooperation on the subject of 3D printing. With the 6th AM Forum Berlin (5-6 July 2022), our aim was and is to bring together suppliers and users of the new additive technologies across industries. As a platform, network and mouthpiece for inventors and innovative companies, you have brought their concerns and these yourselves to the congress and exhibition, thus making an important contribution to the promotion of 3D printing applications in the private and industrial sectors. We look forward to joint future projects!"*

■ Barbara Weingarten, Senior Conference Manager, IPM AG, 25.04.2022

Frank Brehmer from ITB wrote to us:

*"Our company joined the AM-Quality network in May 2020 and has been involved in the working group on test engineering processes during this time. In addition to the regular network meetings on the status of the respective projects in the working groups, we have greatly appreciated the professional exchange on the topics of simulation and strength assessment in the field of additive manufacturing, as well as our participation as an exhibitor at AIRTEC 2020. We would therefore like to express our sincere thanks to the management of the network and wish all network partners continued success."*

■ Frank Brehmer, ITB

We all learned that networking is not always that easy under Corona. Here we initiated virtual meetings on our network areas: In-Situ, Powder Quality and Testing Techniques. It quickly became apparent that the work in the topic groups was made much easier by the virtual meetings, because travel times were eliminated and so meetings of one to two hours could be convened more often without any problems.

### Personnel

At this point we would like to pay tribute to a person without whom the network would not have been conceivable: Dr. Lutz Schröter (Pic. 2).

It was primarily him who invited companies, research institutions and industrial partners to the network in the run-up to and during the project and got them excited about the idea. He took his well-deserved retirement in October 2020.

At this point I would also like to mention Dr Beate Heisterkamp and Jürgen Ladda, who were not involved in the actual project, but who intensively sensitised us to the topic of quality assurance in additive manufacturing during the preliminary work.

Last but not least, we would also like to thank Dr. Olaf Günnewig (Pic. 3), who was and is an important driving force for us with his knowledge, drive and creativity: Thank you Olaf!!! Without your contributions, many topics would not have come this far, but would probably have got stuck along the way.

### Back to the beginning

Yes, what a lot of things the network has produced that no one had thought of at the beginning. On the one hand, of course, there are the planned projects that are now being funded by ZIM or other pro-

grammes. There are 8 applications that have been approved, 6 applications that are expected to be approved and 5 applications that are still in progress. The after-effects of Corona are also noticeable at ZIM.

But the network also brought changes in personnel and one or two people changed employers within the network (Dr. Olaf Günnewig, Dr. Christian Metz and Sandra Megahed).

This shows what is possible when a previously unknown team comes together to work on solutions. We all have fond memories of this time and will continue to be committed to the topic and to our network partners.

We look forward to the future and to working together! Further cooperation with partners from AM-Quality in a currently planned innovation network is already on the horizon.



# ZIM-Netzwerk AM-Quality

## Vorstellung Netzwerkpartner THETASCAN® GmbH



Volker Carl

Seit 1999 entwickelt das Ingenieurbüro Carl Messtechnik (TZFP) am Standort Dinslaken Sonderprüfgeräte und Sonderprüfungen für zerstörungsfreie Prüfungen im Bereich Luft- und Raumfahrt an. Mit Beginn des Jahres 2005 wurden zudem infraroptische Prüfmaschinen konzipiert, erprobt und gebaut. Gemeinsam mit unterschiedlichen Partnern fertigen wir „schlüsselfertige“ Systeme spezifisch und punktgenau auf den Anwendungsbereich.

Aus dem Ingenieurbüro gründete sich die THETASCAN® GmbH als inhabergeführt von Dipl.-Ing. Volker Carl. Das Unternehmen THETASCAN® bündelt heute umfassende Kenntnisse der Werkstoff- und Prüftechnologie und garantiert seit der Gründung höchstinnovative Kontrollverfahren in der Luft- und Raumfahrt, Automobil- und Kraftwerksindustrie. Mit breitem Know-how berät THETASCAN® zuverlässig und erarbeitet mit Ihnen spezifische Lösungen. Die Produkte werden heute weltweit vertrieben.

Im Jahr 2012 startete ThetaScan gemeinsam mit der MTU Aero Engines die Entwicklung des Prozessmonitoring beim 3D Druck von Triebwerksteilen. Im Laufe der Jahre konnten 8 Monitoring Einheiten dort installiert werden und die Technik weiterentwickelt werden. ThetaScan arbeitet wissenschaftlich mit einigen Instituten und Universitäten auf dem Gebiet zu-

sammen. Zur Zeit laufen zwei weitere Forschungsaufträge zum Thema Verbesserung des Prozessmonitorings zur Qualitätskontrolle mittels InSitu NDT Prüftechnik. In einem weiteren Projekt wird parallel zum metallischen Druckverfahren auch der Kunststoffdruck in das Prozessmonitoring integriert.

### Fragen an Volker Carl:

■ *IF: Herr Carl, bitte beschreiben Sie uns kurz ihre Entwicklung. Wofür benötigt man diese, bzw. wie lautet die Problemstellung.*

**VC:** Neben der bislang möglichen Überwachung der Prozessemissionen in der laseradditiven Fertigung sollte in diesem Projekt die automatische Kalibrierung der Scanfelder von Multilaser-SLM-Anlagen zur Ermittlung des Versatzes in Scanfeld-Überlappbereichen getestet und entwickelt werden. Zentrales Problem war hierbei die dauerhaft gewährleistete räumliche Kalibrierung der Arbeitsbereiche der Scanner in Bezug zueinander, um Versatzeffekte bei Bauteilen, die über die Scanfelder mehrerer Laserscanner reichen, zu verhindern. Bislang wird dies per Gravur von Kalibrierfolien gelöst, die anschließend beim Hersteller auf Versätze optisch geprüft und in der Scannersteuerung korrigiert werden. Dies hat den erheblichen Nachteil, dass dies nicht direkt im Prozess erfolgen kann.

Im SLM Verfahren treten hauptsächlich zwei Kategorien von Sollabweichungen der Laserfokusposition auf

- lateraler Versatz (Beispiel links) der Strahlposition vom Sollwert in X-Y-Richtung auf der Bauplattform.
- longitudinaler Versatz in Ausbreitungsrichtung des Laserstrahles

Zur Detektion und quantifizierten Beschreibung dieser Effekte wurde innerhalb des Projektes ein neuronales Netzwerk entwickelt und angeleitet. Um die fehlerhaften Versätze in horizontaler und vertikaler Ebene zu kon-

trollieren bzw. zu messen, eignet sich die ODT (Online Diagnose Tool) Technik hervorragend. Bei dieser Technik wird die Schweißenergie des Lasers beim Verschmelzen des Metallpulvers mit einem hochauflösenden Kamerasystem mit einer Langzeitbelichtung aufgenommen. Bei einer Gesamtauflösung der Kamera von 12 Megapixel ergab sich bei einem Versuchsaufbau beim Forschungspartner Fraunhofer IAPT eine Auflösung von 0,11 mm pro Pixel. Nachdem das Messsystem dort eingebaut, kalibriert, in Betrieb genommen wurde und die Mitarbeiter eingewiesen wurde, wurde gemeinsam ein Baujob konstruiert, der die oben genannten Versätze in horizontaler und vertikaler Ebene in einem Bereich zwischen 50mm und 200mm abbildet. Nach einigen Testläufen und Umgestaltungen wurde ein endgültiger Baujob angefertigt und anschließend mit einem Mikroskopisch Photographischen Verfahren ausgemessen (siehe Bild 1). Dabei zeigte sich schon eine gewisse Variabilität der Soll- und Istwerte. Die Ergebnisse der Vermessung liegen tabellarisch vor.

Zeitgleich wurde eine künstliche Intelligenz (KI) entwickelt, die für dieses Vorhaben am sinnvollsten erschien. Da es oft nur schwer möglich ist, genug Daten mit den entsprechenden „Labels“ zu bekommen, um ein Neuronales Netz trainieren zu können, erschien es für dieses Projekt sinnvoll, die Datenmenge künstlich zu vergrößern (engl. data augmentation). Dieser Ansatz wird verfolgt, wenn Bilddaten analysiert werden sollen, jedoch nicht genügend gelabelte Daten vorhanden sind (genau dies ist bei diesem Projekt der Fall). Aus Sicht des Neuronalen Netzes und seiner zugrundeliegenden Mathematik, wird ein Bild zu einem, zwar ähnlichen aber dennoch neuen Bild, wenn es etwas transformiert wird. Das können im „Normalfall“ Drehungen oder Spiegelungen, Vergrößerungen oder Ausschnitte sein, man kann auch künstliches Rauschen hinzufügen, wie es

hier angewendet wurde. Dies macht aus dem Originalbild ein Bild mit veränderten Grau- oder RGB-Werten und ist somit ein neuer Datenpunkt im Trainingsdatensatz. Da das Label für das Originalbild bereits vergeben wurde, kann es bei dem „neuen“ Bild einfach übernommen werden. Es ist somit möglich, mit sehr wenig Aufwand, die Datenmenge künstlich zu vergrößern, indem man dem Netzwerk das gleiche Bild unter „einem anderen Blickwinkel“ zeigt.

Die trainierte Datenmenge lag hier bei 3200 Datensätzen bzw. Bildern. Zur Simulation des Kantenübergangs wurde eine mathematische Funktion gewählt, die mit Zufallsdaten überlagert wurde. Daraus wurde ein Bild der Größe 200x200 Pixel angefertigt. Entlang der Kante wurde für alle 200 Werte ein mittlerer Kantenübergang berechnet. Daraus dann wieder die mathematische Kurve angefügt (diese hat dann wiederum keine Zufallsdaten mehr). Aus dieser gemittelten Kurve (2D Datensatz) wird ein Bild (3D Datensatz) erzeugt, in dem die Werte oberhalb der Kurve auf 1 und unterhalb auf 0 gesetzt werden. Diese etwas kompliziert anmutende Konvertierung hat den Vorteil, später Transfermodelle (ResNet50) bei der KI zu benutzen. Auf Grund der Zufallsdaten konnte eine maximale Vorhersagewahrscheinlichkeit bei der Evaluierung der Testdaten von knapp über 80% bis hin zu 90% erzeugt werden. Die Modellerzeugung und die spätere Berechnung der Realdaten wurden mit LabView realisiert. Zur Vorhersage der Realdaten mussten diese in das entsprechende Format der KI transformiert werden. Hierzu wird der aus-

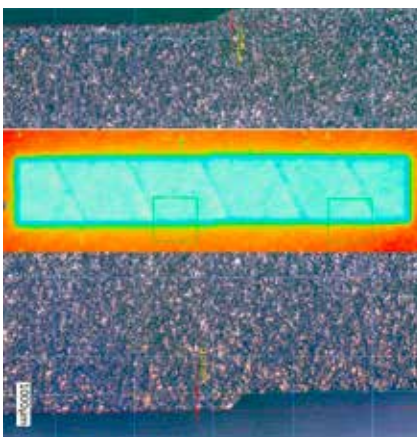
zuwertende Bereich einer Kante mit einem ROI (Region of Interest) der Größe 30x30 Pixel markiert, möglichst so, dass die Kante mittig liegt. Dieses „Bild“ wird auf das Format 200x200 Pixel vergrößert, damit die Kantenübergänge durch eine lineare Regression weicher werden. Die weitere Behandlung der Daten erfolgt genauso, wie weiter oben, bei der Vorhergehensweise der KI beschrieben. Diese „Bilder“ gehen dann in das KI Modell, um eine Labeling Vorhersage durch die KI zu erhalten. Diese stimmt dann zu 80-90% mit der tatsächlichen Kante überein. Werden diese Vorhersagen über einen größeren Schichtzuwachs dann noch gemittelt, ist der Wert des Versatzes recht genau.

Im Laufe der Entwicklungsarbeiten zeigte sich bei der Datenverarbeitung ein Effekt, der bessere Werte des Versatzes lieferte als die KI. Dieser Effekt tritt auf, wenn nach der Mittelung der 200 Kantenverläufe anschließend daraus wieder die mathematische Ursprungsform gefittet wird. Der mathematische Ursprung ist eine Sigmoid Funktion. Wenn diese abgeleitet wird und das Maximum der Ableitung ausgewertet wird, entspricht dies genau der Kantenposition. Vergleicht man nun diese Auswertung mit der der KI stellt man fest, dass die Streubreite der Ergebnisse dieser Auswertungsmethode deutlich besser ist, als die der KI. Selbst wenn es gelänge die Vorhersagewahrscheinlichkeit in Richtung 100% zu bringen, wäre diese Methode einfacher, schneller und besser. Diese Methode ist auch besser als jegliche Bildverarbeitungsmethode mit Filtertechnik wie z.B. Canny Edge. Aus diesem Grund ist die Forschungsarbeit

für uns ein voller Erfolg, da eine preiswerte einfache Methode gefunden wurde, um eine Kantendetektion in die ODT Software zu integrieren. Dieses wird jetzt kurzfristig umgesetzt.

■ **IF:** Welche Unterstützung haben Sie im Netzwerk AM-Quality bekommen?

**VC:** Das Feld der additiven Fertigung (AM) (Synonyme für additive Fertigung, 3D-Druck oder Rapid Prototyping) entwickelt sich mittlerweile sehr dynamisch. Anfangs beteiligen sich 24 Partner am AM-Quality-Netzwerk. Dazu gehören kleinere Unternehmen wie wir, aber eben auch große Mitspieler wie z.B. Airbus, BMW, SGS Institut Fresenius, RWTH Aachen, TU Dortmund, KIT Karlsruher Institut, Fraunhofer Institut und andere mehr. Ausgangspunkt der damaligen Gründung war, die Prozessstabilität des metallischen 3D Druckprozesses zu verbessern. Um die langfristige Akzeptanz dieser Technologie in der Industrie zu erreichen, muss die Qualität der erzeugten Teile reproduzierbar sein. Die dem Hauptthema untergeordneten Fragestellungen betreffen die Pulverqualität, die Analyse und Verbesserung des eigentlichen Aufschmelzprozesses und die kritische Untersuchung und Ertüchtigung der verschiedenen zerstörenden und nichtzerstörenden Prüftechniken. Das Ziel des damals neu gegründeten Netzwerkes war es, über gemeinsam entwickelte neue Projekte, gefördert vorwiegend über ZIM (Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand), die Prozessabläufe verlässlich zu analysieren, Aussagen über die Produktqualität treffen zu können und möglichst



*Bild 1: Die Forschungsarbeit beschäftigt sich mit der Positionsgenauigkeit beim metallischen 3D – Druck insbesondere bei der Verwendung von Mehrlasersystem. Hierzu wird eine hochauflösende Kamera verwendet, die durch ein Loch an der Bauraumkammer auf die Bauplatte schaut. Neben der Anlage (hier eine SLM 500) werden die Ergebnisse der Messung live auf dem Prozessmonitor dargestellt.*

*Figure 1: The research work deals with the positioning accuracy in metallic 3D printing, especially when using a multi-laser system. For this purpose, a high-resolution camera is used that looks through a hole in the build chamber onto the build plate. Next to the system (here an SLM 500), the results of the measurement are displayed live on the process monitor.*

viele Basisdaten für nachfolgende Standards in dieser noch relativ neuen und boomenden Branche zu setzen. In diesem Umfeld haben wir viele Kontakte knüpfen können und letztlich auch zwei Projekte innerhalb des Netzwerkes generieren können. Die Ideen zu den Projekten kamen natürlich durch die Gespräche und Treffen zustande, die vom Netzwerk organisiert wurden. Und natürlich gehört auch dieser Artikel hier zum Gesamtpaket, um das sich das Netzwerk kümmert, denn am Ende müssen die Ergebnisse aller Einzelprojekte wieder zu einem „Ganzen“ zusammengeführt werden.

■ *IF: Denken sie, dass Sie auch ohne das Netzwerk ans Ziel gekommen wären?*

**VC:** Das Netzwerk ist auf jeden Fall für uns eine Hilfe gewesen, auch wenn am Anfang klar war, dass einige Investitionskosten auf uns zukommen würden. Es muss an dieser Stelle auch fairerweise über Kosten gesprochen werden, aber eins ist klar, die Arbeit und Organisation eines solchen Netzwerkes ist erheblich, aber je mehr teilnehmende KMUs mitmachen, desto „günstiger“ ist die Teilnahme am Netzwerk. Leider kam dann die Pandemie und wie wir alle wissen, hatte

das natürlich auch einen großen Einfluss auf die Öffentlichkeitsarbeit und die Anzahl der persönlichen Netzwerktreffen. Auf der anderen Seite konnte diese Zeit sehr gut dazu genutzt werden, Projekte anzugehen und natürlich auch mit Hilfe der Fördergelder die pandemische Zeit finanziell zu überbrücken. Die Frage nach dem Ziel kann jetzt noch nicht beantwortet werden, wenn wir hier von Teilergebnissen sprechen, dann ist die Frage klar zu bejahen. Das Thema ist einfach zu groß, um es in drei / vier Jahren zu erledigen.

■ *IF: Herr Carl, was würden Sie der Branche (AM) raten, bzw. empfehlen?*

**VC:** Die Erfahrung der letzten 10 Jahre hat gezeigt, dass viele Kunden die ihre Anlagen bei renommierten Anlagenherstellern gekauft haben, oft mit ihren Problemen allein gelassen werden. Insbesondere dann, wenn es um die Preisgabe von Betriebsparameter oder Verbesserungswünschen an den Anlagen geht. Der Kunde ist an einer bestmöglichen und reproduzierbaren Qualität interessiert und möchte z.B. mit Monitoringdaten dazu beitragen, diesen Wünschen gerecht zu werden. Zu diesem Schritt sind die Anlagenhersteller meines Erachtens nicht be-

reit, oder ggf. nur durch Zahlung eines hohen Geldbetrages. Hier kann ein Netzwerk durch Austausch von Erfahrungen einen hohen Nutzen haben. Insbesondere die Forschungsarbeiten gemeinsam mit Instituten und Universitäten kann hier einen hohen Beitrag leisten, Zusammenhänge innerhalb einer Prozesskette besser zu studieren. Die Erkenntnisse der Forschungsgemeinde führen zu Produkten und Ergebnissen, die eine völlige Unabhängigkeit vom Hersteller gewährleisten. So ist unsere Prozessüberwachung z.B. modular, ohne jegliche Antastung oder Infragestellung der Maschinengewährleistung montierbar und einsatzfähig und erlaubt dem Nutzer dann in Folge dessen die Möglichkeit einer eigenständigen Verbesserung des Prozesses. Dies geschieht z.B. durch einen analytischen Abgleich der Messergebnisse, mit den Ergebnissen der Metallurgie oder anderer NDT Verfahren.



Bundesamt  
für Wirtschaft und  
Ausfuhrkontrolle

## ZIM-Network AM-Quality

### Presentation of network partner THETASCAN® GmbH

Since 1999, Ingenieurbüro Carl Messtechnik (TZFP) has been developing special testing equipment and special tests for non-destructive testing in the aerospace sector at its Dinslaken site. With the beginning of 2005, infrared optical testing machines were also designed, tested and built. Together with various partners, we manufacture "turnkey" systems specifically and precisely for the area of application.

From the engineering office, THETASCAN® GmbH was founded as an own-

er-managed company by Dipl.-Ing. Volker Carl (Pic. 1). Today, THETASCAN® combines comprehensive knowledge of materials and testing technology and, since its foundation, has guaranteed highly innovative inspection procedures in the aerospace, automotive and power plant industries. With its broad know-how, THETASCAN® provides reliable advice and works out specific solutions with you. Today, the products are distributed worldwide.

In 2012, ThetaScan started the development of process monitoring for 3D

printing of engine parts together with MTU Aero Engines. Over the years, 8 monitoring units have been installed there and the technology has been further developed. ThetaScan collaborates scientifically with several institutes and universities in the field. At present, two further research projects are underway on the subject of improving process monitoring for quality control using InSitu NDT testing technology. In another project, plastic printing is being integrated into the process monitoring in parallel to the metallic printing process.



## Question to Volker Carl

- *IF: Mr Carl, please briefly describe your development. What do you need it for, or what is the problem?*

**VC:** In addition to the monitoring of process emissions in laser additive manufacturing, which has been possible up to now, this project was intended to test and develop the automatic calibration of the scan fields of multi-laser SLM systems to determine the offset in scan field overlap areas. The central problem here was the permanently guaranteed spatial calibration of the working areas of the scanners in relation to each other in order to prevent misalignment effects in components that extend over the scan fields of several laser scanners. Up to now, this has been solved by engraving calibration foils, which are then optically checked for misalignments by the manufacturer and corrected in the scanner control. This has the considerable disadvantage that it cannot be done directly in the process.

In the SLM process, two main categories of nominal deviations of the laser focus position occur

- lateral offset (example on the left) of the beam position from the nominal value in the X-Y direction on the build platform.
- longitudinal offset in the propagation direction of the laser beam

For the detection and quantified description of these effects, a neural network was developed and trained within the project. The ODT (Online Diagnosis Tool) technique is ideally suited for checking and measuring the faulty offsets in the horizontal and vertical planes. With this technique, the welding energy of the laser during the fusion of the metal powder is recorded with a high-resolution camera system with a long-time exposure. With a total camera resolution of 12 megapixels, a test setup at the research partner Fraunhofer IAPT resulted in a resolution of 0.11 mm per pixel. After the measuring system had been installed, calibrated and put into operation there and the staff had been instructed, a construction job

was jointly constructed to image the above-mentioned offsets in the horizontal and vertical planes in a range between 50mm and 200mm. After some test runs and redesigns, a final construction job was made and then measured with a microscopic photographic method (see picture). This already showed a certain variability of the nominal and actual values. The results of the measurement are available in tabular form.

At the same time, an artificial intelligence (AI) was developed, which seemed to make the most sense for this project. Since it is often difficult to obtain enough data with the appropriate "labels" to be able to train a neural network, it seemed to make sense for this project to artificially increase the amount of data (data augmentation). This approach is used when image data are to be analysed but not enough labelled data are available (this is exactly the case in this project). From the point of view of the neural network and its underlying mathematics, an image becomes a similar but new image when it is transformed. In the "normal case", this can be rotations or reflections, enlargements or cut-outs; one can also add artificial noise, as was applied here. This turns the original image into an image with changed grey or RGB values and is thus a new data point in the training dataset. Since the label for the original image has already been assigned, it can simply be applied to the "new" image. It is thus possible, with very little effort, to artificially increase the amount of data by showing the network the same image from "a different angle".

The trained data set here was 3200 data sets or images. To simulate the edge transition, a mathematical function was chosen that was overlaid with random data. An image of the size 200x200 pixels was created from this. Along the edge, a mean edge transition was calculated for all 200 values. From this, the mathematical curve was fitted again (this then no longer has any random data). From this averaged curve (2D data set) an image (3D data set) is generated in which the values above the curve are set to 1

and below to 0. This somewhat complicated conversion has the advantage that transfer models (ResNet50) can be used later in the AI. Due to the random data, a maximum prediction probability of just over 80% up to 90% could be generated when evaluating the test data. The model generation and the later calculation of the real data were realised with LabView. To predict the real data, they had to be transformed into the corresponding format of the AI. For this purpose, the area of an edge to be evaluated is marked with an ROI (Region of Interest) of the size 30x30 pixels, if possible so that the edge lies in the centre. This "image" is enlarged to the format 200x200 pixels so that the edge transitions are softened by a linear regression. The further treatment of the data is done in the same way as described above for the AI procedure. These "images" then go into the AI model to obtain a labelling prediction by the AI. This then matches the actual edge by 80-90%. If these predictions are then averaged over a larger layer increment, the value of the offset is quite accurate.

In the course of the development work, an effect emerged during data processing that provided better values of the offset than the AI. This effect occurs when, after averaging the 200 edge curves, the mathematical original shape is subsequently fitted from them again. The mathematical origin is a sigmoid function. If this is derived and the maximum of the derivation is evaluated, this corresponds exactly to the edge position. If one now compares this evaluation with that of the AI, one finds that the spread of the results of this evaluation method is clearly better than that of the AI. Even if it were possible to bring the prediction probability towards 100%, this method would be simpler, faster and better. This method is also better than any image processing method using filtering techniques such as Canny Edge. For this reason, the research work is a complete success for us, as an inexpensive simple method has been found to integrate edge detection into the ODT software. This will now be implemented in the short term.



■ *IF: What support have you received in the AM-Quality network?*

**VC:** The field of additive manufacturing (AM) (synonyms for additive manufacturing, 3D printing or rapid prototyping) is now developing very dynamically. Initially, 24 partners are participating in the AM-Quality network. These include smaller companies like us, but also large players such as Airbus, BMW, SGS Institut Fresenius, RWTH Aachen, TU Dortmund, KIT Karlsruhe Institute, Fraunhofer Institute and others. The starting point of the foundation at that time was to improve the process stability of the metallic 3D printing process. In order to achieve long-term acceptance of this technology in industry, the quality of the parts produced must be reproducible. The issues subordinate to the main topic concern the powder quality, the analysis and improvement of the actual melting process and the critical investigation and strengthening of the various destructive and non-destructive testing techniques. The aim of the network, which was newly founded at that time, was to use jointly developed new projects, funded mainly by ZIM (Central Innovation Programme for SMEs), to reliably analyse process sequences, to be able to make statements about product quality and to set as much basic data as possible for subsequent standards in this still relatively new and booming industry. In this environment, we were able to make many

contacts and ultimately generate two projects within the network. The ideas for the projects naturally came about through the discussions and meetings organised by the network. And of course this article here is also part of the overall package that the network takes care of, because in the end the results of all the individual projects have to be brought together again to form a "whole".

■ *IF: Do you think you would have reached your goal without the network?*

**VC:** The network has definitely been a help for us, even though it was clear at the beginning that there would be some investment costs. It is also fair to talk about costs at this point, but one thing is clear, the work and organisation of such a network is considerable, but the more participating SMEs, the "cheaper" it is to participate in the network. Unfortunately, the pandemic then came and, as we all know, this naturally had a major impact on public relations and the number of face-to-face network meetings. On the other hand, this time could be used very well to tackle projects and of course to bridge the pandemic period financially with the help of the funding. The question of the goal cannot yet be answered, but if we are talking about a partial goal, then the answer is clearly in the affirmative. The issue is simply too big to be dealt with in three or four years.

■ *IF: Mr Carl, what would you advise or recommend to the industry (AM)?*

**VC:** The experience of the last 10 years has shown that many customers who have bought their plants from renowned plant manufacturers are often left alone with their problems. Especially when it comes to disclosing operating parameters or requests for improvements to the systems. The customer is interested in the best possible and reproducible quality and would like to contribute to meeting these wishes, e.g. with monitoring data. In my opinion, the plant manufacturers are not prepared to take this step, or only by paying a large sum of money. This is where a network can be of great benefit through the exchange of experience. In particular, research work together with institutes and universities can make a great contribution here to better study interrelationships within a process chain. The findings of the research community lead to products and results that guarantee complete independence from the manufacturer. Our process monitoring, for example, is modular, can be assembled and used without any probing or questioning of the machine warranty, and then allows the user to improve the process independently. This is done, for example, by an analytical comparison of the measurement results with the results of metallurgy or other NDT processes.

# Gespräch mit **diondo** GmbH

x-ray systems and services

■ *IF: Was war für Sie das Wichtigste an dem Netzwerk?*

**Martin Münker:** Die entlang der Prozesskette der additiven Fertigung entstehenden Mess- und Prüfaufgaben stellten für die diondo als Entwickler, Hersteller und Betreiber industrieller Prüfaufgaben ein Marktpotential dar, dessen Größe und Attraktivität maßgeblich davon abhängig sind, dass die notwendige Prüftechnik für die meist komplexen Bauteile und Anwendungen anforderungsgerecht bereitgestellt werden kann.

Das Engagement der diondo im AM-Quality-Netzwerk zielte also darauf ab, im direkten Austausch mit den führenden Technologien diese Anforderungen möglichst frühzeitig zu ermitteln und in CT-Technologie umzusetzen.

**Olaf Günnewig:** Zum einen interessante Kooperationspartner zu finden, was ja in dem Netzwerk AM-Quality auch sehr erfolgreich gelungen ist, und das Zweite war, strategische Projekte abzuleiten, die uns auch seitens Diondo in unserer F&E Roadmap weiterbringen sollten. Und die beiden beantragten Projekte, von denen eines ja

bereits genehmigt ist, passen halt zu den Inhalten sehr gut, wie wir unsere Anlagentechnologie in den nächsten Jahren weiter entwickeln möchten.

■ *IF: Geht es um die Erweiterung des Marktumfeldes oder Erweiterung des Portfolios?*

**MM:** Der Austausch innerhalb des Netzwerks hat gezeigt, dass das Spektrum der Anforderungen im Marktumfeld deutlich breiter gefächert ist als erwartet, aber auch, dass die CT - in entsprechend ertüchtigter Form - einen wesentlichen Beitrag zum funktionellen Verständnis von Werkstoff, Konstruktion, Fertigungs- und Bauteilverhalten leisten kann. Für die Entwicklung der Technologie wurden mehrere (Förder-)Projekte aus dem Netzwerk heraus initiiert, an denen die diondo als aktiver Partner beteiligt ist.

**OG:** Sowohl als auch. Das heißt, zum einen können wir das Portfolio erweitern mit unserem Anlagenportfolio, wie mit unserem Projekt AM-Tomo-Powder, wie auch neue Kunden zu bekommen wie auch gerade Firmen im Bereich der MicroLauncher. Wo die additive Fertigung von Triebwerkskomponenten sehr relevant ist: Da sind die Arbeiten, die wir mit Isar Aerospace gemeinsam machen werden, sehr gut und sehr relevant.

■ *IF: Was war die Motivation von Diondo zur Beteiligung am Netzwerk AM-Quality?*

**OG:** Das Unternehmen hatte die Brisanz der Additiven Fertigung erkannt. Letztendlich war die metallische AF ja zu dem Zeitpunkt mit einem großem Wachstum gestartet, mit Wachstumsraten von 20-25%. Damals war im Grunde auch schon klar "Computertomographie ist der Goldstandard", um letztendlich die gefertigten Bauteile zu prüfen. Aufgrund ihrer Komplexität gibt es kaum ein anderes Prüfverfahren, das in Frage kommt. Das ist natürlich einer der Punkte, wo Diondo erkannt hat, wo das Netzwerk Potential erschließt, CT in den Markt

zu bringen. Auf der anderen Seite ist natürlich im Laufe des Projekts die Pulveranalyse dazu gekommen. Zunächst ging es um die Prüfung der Bauteile und dann wurde das Konstrukt ja im Netzwerk mit den drei Säulen erst entwickelt. Und dann kam die Pulveranalytik als zweites hinzu.

■ *IF: Hersteller, die behaupten, sie haben eine zertifizierte Produktlinie*

**OG:** Das ist eine sehr spannende Frage, da fangen wir damit an, was ist eine zertifizierte Produktlinie? Wenn es darum geht, ein und dasselbe Teil mehrfach zu fertigen aus demselben Material auf der gleichen Anlage, aber wenn ich das ganze mal vergleiche mit der spanenden Fertigung habe ich ja Anlagen, die auch verschiedene Teile fertigen. So, das heißt eine Qualifizierung auf Teileebene, die mag es in einigen Fällen geben, aber eine Qualifizierung auf Prozessebene, da glaube ich noch nicht so richtig dran. D.h., dass der Prozess so stabil läuft, dass auf der gleichen Anlage ohne Schwierigkeiten verschiedene Teile fertigen kann. Das sind 2 Paar Schuhe. Und da glaube ich noch nicht, dass wir da angekommen sind. Die Computertomographie ist nach wie vor erforderlich, um entweder 100% Prüfung durchzuführen oder zumindest stichprobenhaft.

Es war überhaupt nicht klar, warum Bauteile auf dem gleichen Drucker mit dem gleichen Rohmaterial einmal gut und einmal schlecht sind. Zum Verständnis: der Prozessparameter und die produktionsbegleitende Prüfung, die Inlineprüfungen sind sehr wichtig. Da ist man natürlich im Netzwerk ein Stück weitergekommen, das muss man feststellen.

■ *IF: Was wünscht Diondo sich von der Politik bezüglich einer Unterstützung für F&E Projekte?*

**OG:** Allgemein ist es so, da glaube ich, spreche ich auch für alle, dass die Durchlaufzeiten von einer ersten Projektskizze bis zu einem möglichen genehmigten Projekt zu lang sind. Das



Martin Münker

heißt: es müssen beschleunigte Methoden gefunden werden, um die innovativen Themen, die beantragt werden möglichst schnell auf den Weg zu bringen, damit sie möglichst schnell gestartet werden.

■ **IF:** Vor einigen Monaten hatten das Netzwerkmanagement etwas formuliert, dass für die Anträge eines Jahres ein die Jahre übergreifender Bewilligungsetat bereit gestellt werden müsste.

■ **OG:** Zum Beispiel. Ja. Es gibt ja ganz verschiedene Förderinstrumente. Zum einen reden wir über ZIM. Wenn man das LuFo-Prozedere nimmt, das sind es im Grunde Jahre, über die wir reden. Und wenn ich jetzt als kleines Unternehmen ein innovatives Hochrisikoprojekt habe oder einen -prozess, was auch immer, nur da macht eine Förderung ja Sinn. Eine Förderung macht keinen Sinn, wenn ich nur zur Sparkasse oder zur Bank gehen muss, ein bisschen Geld holen muss, um eine Produktionsanlage zu bauen. F&E Projekte machen dann Sinn, wenn das Projekt ein hohes Risiko hat. Damit ist der Innovationsgrad hoch, damit muss man diese Dinge möglichst schnell realisieren können. Ansonsten wird man überholt, möglicherweise auch in Ländern, die halt nicht in Deutschland oder Europa sind.

■ **IF:** Zum Beispiel in Ländern, deren Behörden die komplette europäische Kommunikation abscannen.

■ **OG:** Zum Beispiel, ja.

■ **IF:** Da muss man nicht unbedingt nach Osten gucken.

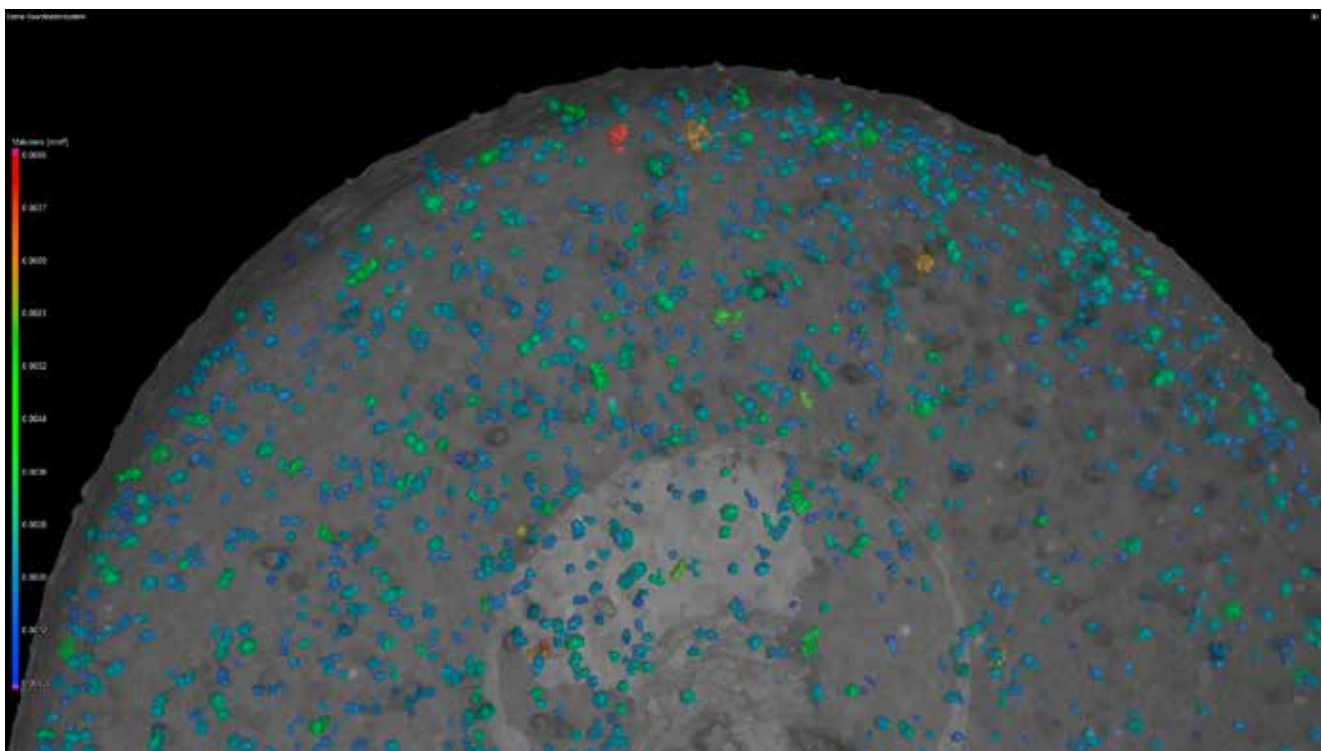
■ **OG:** Deutschland kann letztendlich nur dann bestehen, wenn wir Vordenker sind. Und das benötigt auch schnelle Prozesse. Die Entwicklungszyklen werden letztendlich immer kürzer und deshalb müssen wir dem begegnen. Es kann nicht sein, dass man 2 Jahre auf irgendeine Bewilligung wartet.

Wenn die dann möglicherweise nicht kommt, dann würde das Unternehmen ja wieder auf die Idee kommen, das Projekt möglicherweise woanders zu beantragen und dann geht das Prozedere wieder von vorne los. Das heißt, auch die Vorauswahlprozesse müssen sehr schnell sein. Die sind auch sehr wichtig sind. Wenn ich eine Skizze einreiche, muss halt sehr schnell geprüft werden: Gibt es eine Chance für das Projekt oder gibt es keine. Das muss sehr schnell gehen. Das ist ja jetzt auch eine Herausforderung bei ZIM. Andere Projekte sind zweistufig. Vielleicht wäre es auch für ZIM interessant, darüber nachzuden-

ken, dass man im Grunde auch über eine Skizze arbeitet, die halt relativ knapp ist, 2-3 Seiten vielleicht, um bewerten zu können hat das Projekt eine hohe Wahrscheinlichkeit genehmigt zu werden oder nicht.

■ **MM:** Zusammengefasst: Nachteilig, das sei an dieser Stelle erwähnt, sind die langen und zumeist unkalkulierbaren Vorlaufzeiten von Förderanträgen. Dafür trägt das Netzwerk weder Schuld noch Verantwortung, jedoch steigt bei langer Vorphase und einer großen Zahl von Partnern und Aktivitäten die Gefahr der unkontrollierten Verbreitung von sensiblen Informationen. Daraus erwächst auch die Gefahr, dass externe Unternehmen Ideen aus dem Netzwerk aufgreifen und in Eigenregie umsetzen. Um die Gefahr zu vermeiden, ist ein kleines, agiles und zielorientiert geführtes Netzwerk bietet hier deutliche Vorteile. Man muss entscheiden: Diskutiere ich bestimmte Ideen in der großen Gruppe oder beschränke ich die Gespräche direkt auf das Projektteam!

■ **IF:** Herr Münker, Herr Dr. Günnewig, wir danken Ihnen für das Gespräch.





evo03 - Computertomografie auf das Wesentliche reduziert © diondo GmbH

## Interview with **diondo** GmbH

x-ray systems and services

■ *IF: What was the most important thing about the network for you?*

**Martin Münker:** For diondo, as a developer, manufacturer and operator of industrial testing tasks, the measuring and testing tasks that arise along the process chain of additive manufacturing represent market potential whose size and attractiveness are largely dependent on the fact that the necessary testing technology for the mostly complex components and Applications can be provided as required.

The aim of diondo's involvement in the AM quality network was to determine these requirements as early as possible in direct exchange with the leading technologists and to implement them in CT technology.

**Olaf Günnewig:** On the one hand, finding interesting cooperation partners, which was also very successful in the AM-Quality network, and on the other hand, deriving strategic projects that should also help us on our R&D roadmap on the part of Diondo. And the two projects applied for, one of which has already been approved, fit very well with the content of how we would like to further develop our system technology in the coming years.

■ *IF: Is it about expanding the market environment or expanding the portfolio?*

**MM:** The exchange within the network has shown that the spectrum of requirements in the market environment is much broader than expected, but also that CT - in a correspondingly improved form - makes a significant contribution to the functional understanding of material, design, manufacturing and component behavior can afford. For the development of the technology, several (funding) projects were initiated from the network, in which diondo is involved as an active partner.

**OG:** Both and. This means that on the one hand we can expand the portfolio with our system portfolio, such as with our AM-Tomo-Powder project, as well as get new customers and companies in the MicroLauncher area. Where the additive manufacturing of engine components is very relevant: the work that we will be doing together with Isar Aerospace is very good and very relevant.

■ *IF: What was Diondo's motivation for participating in the AM-Quality network?*

**OG:** The company had recognized the explosive nature of additive manufacturing. After all, the metallic AF started with a big growth at the time, with growth rates of 20-25%. At that time, it was basically already clear that "computed tomography (CT) is the gold standard" for ultimately checking the manufactured components. Due to their complexity, there is hardly any other test method that comes into question. This is of course one of the points where Diondo recognized where the network opens up potential to bring CT to the market. On the other hand, of course, the powder analysis was added in the course of the project. First it was about testing the components and then the construct was developed in the network with the three pillars. And then powder analysis came second.

■ *IF: Manufacturers who claim they have a certified product line*

**OG:** That's a very exciting question, so let's start with what is a certified product line? When it comes to manufacturing one and the same part several times from the same material on the same system, but if I compare the whole thing with machining, I have systems that also produce different parts. Well, that means qualification

at parts level, which may exist in some cases, but qualification at process level, I don't really believe in it yet. This means that the process runs so stably that different parts can be produced on the same system without any problems. That's 2 pairs of shoes. And I still don't think we've gotten there. Computed tomography is still required to carry out either 100% testing or at least random testing.

It was not at all clear why parts on the same printer with the same raw material are sometimes good and sometimes bad. For understanding: the process parameters and the production-accompanying test, the inline tests are very important. Of course you've made some progress in the network, you have to realize that.

■ *IF: What does Diondo want from politics in terms of support for R&D projects?*

**OG:** In general, I believe and I speak for everyone that the lead times from the first project outline to a possible approved project are too long. This means that accelerated methods must be found to get the innovative topics that are being applied for off the ground as quickly as possible so that they can be started as quickly as possible.

■ *IF: A few months ago, the network management formulated something that an approval budget covering the years would have to be made available for the applications of a year.*

**OG:** For example. Yes. There are many different funding instruments. For one, we're talking about ZIM. If you take the LuFo procedure, that's basically years we're talking about. And if I, as a small company, now have an innovative high-risk project or process, whatever, funding only makes sense then. A subsidy makes no sense if I only have to go to the Sparkasse or the bank and get a little money to build a production plant. R&D projects make sense when the project has a high risk. The degree of innovation is high, so you have to be able to implement these things as quickly as possible. Otherwise you will be overtaken, possibly also in countries that are not in Germany or Europe.

■ *IF: For example in countries whose authorities scan all European communications.*

**OG:** For example, yes.

■ *IF: You don't necessarily have to look east.*

**OG:** Ultimately, Germany can only exist if we are pioneers. And that also requires fast processes. The development cycles are ultimately getting shorter and shorter and that is why we have to counteract this. You can't wait 2 years for any kind of permit.

If that doesn't happen then the company would come up with the idea of possibly applying for the project somewhere else and then the procedure would start all over again. This means that the pre-selection process-

es must also be very fast. They are also very important. When I submit a sketch, it has to be checked very quickly: does the project have a chance or not. That has to happen very quickly. That is now also a challenge at ZIM. Other projects are two-stage. Perhaps it would also be interesting for ZIM to think about the fact that they are basically working on a sketch, which is relatively short, maybe 2-3 pages, in order to be able to evaluate the project, there is a high probability that it will be approved or not.

**MM:** In summary: The disadvantage, which should be mentioned at this point, is the long and mostly unpredictable lead times for funding applications. The network bears neither blame nor responsibility for this, but with a long preliminary phase and a large number of partners and activities, the danger of the uncontrolled dissemination of sensitive information increases. This also creates the risk that external companies will take up ideas from the network and implement them on their own. In order to avoid the danger, a small, agile and goal-oriented network offers clear advantages here. You have to decide: Do I discuss certain ideas in the large group or do I limit the discussions directly to the project team!

■ *IF: Mr. Münker, Mr. Dr. Günnewig, thank you for the interview.*

