

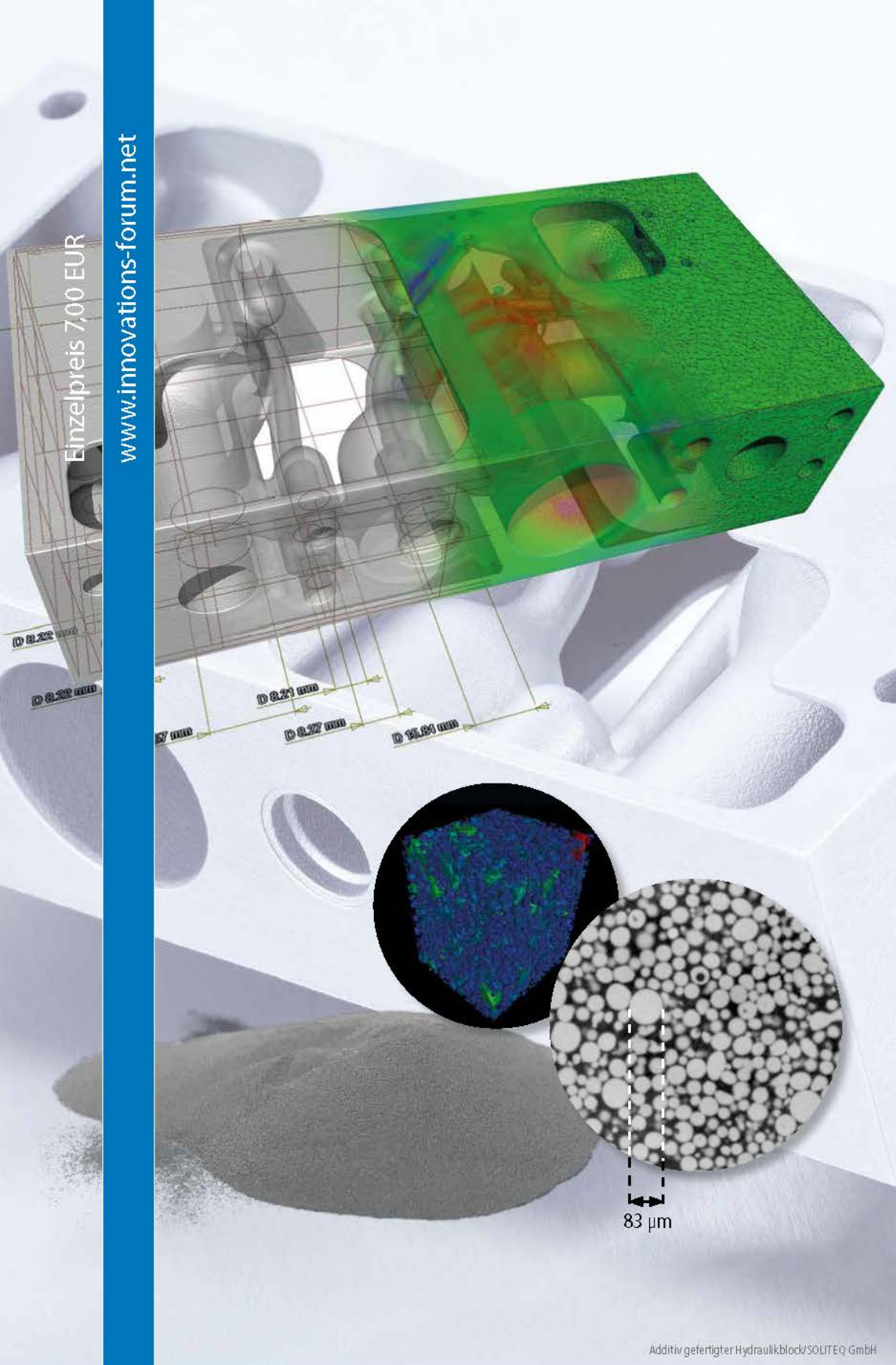


# INNOVATIONS-FORUM

Das Magazin für Ideenfindung und Produktentwicklung

www.innovations-forum.net

Einzelpreis 7,00 EUR



## Additive Fertigung

- Corona und der Umgang mit Krisen
- Vorschau iENA 2020
- DABEI: Was haben wir zu erwarten? Was können wir tun?

# Additive Fertigung – eine Bestandsaufnahme

Die Stimmung schwankt zwischen überschwänglicher Begeisterung und Skepsis. Die einen (oft die, die wenig Ahnung haben) verkünden das Paradies, dass man mit dem 3D-Druck alles machen kann. So verkündete vor wenigen Jahren ein „Keynotespeaker“, dass sich zukünftig jeder Verbraucher seine Legosteine selber drucken könne und damit das Geschäftsmodell von Lego zusammen brechen werde. Jeder könne sich die Ersatzteile, die er braucht, selbst drucken. So wird es erzählt. Derjenige, der dies machen will, wird aber schnell erkennen, dass es so einfach nicht ist. 3D-Druck (auch Additive Fertigung genannt) ist ein langsamer Prozess. Der schichtweise Druck braucht einfach seine Zeit. Und einen Drucker kaufen und anfangen zu drucken: So einfach ist es nicht. Anders als die Installation eines neuen Tintenstrahl- oder Laserdruckers erfordert die Inbetriebnahme eines 3D-Druckers noch viel Installation von Hard- und Software, entsprechende Kalibrierung, die Erstellung oder Beschaffung einer Druckdatei und ... und ... und .... Nicht ohne Grund besteht ein „Grundkurs 3D-Drucker“, wie er z.B. bei 3ddruck.com angeboten wird, aus 12 Teilen.<sup>1</sup>

Wenn es etwas weniger euphorisch formuliert wird, dann heißt es „Additive Fertigung ist eine Technologie, die für den Großteil der Hersteller in der Industrie nicht mehr weg zu denken ist. So gewinnt der 3D Druck weiterhin immer mehr an Bedeutung. Für

unsere Kunden bedeutet das: Erschaffung neuer Möglichkeiten für die Produktion neuer Ideen und Innovationen durch industriereife 3D Drucker.“<sup>2</sup> Nicht jedes Druckobjekt muss der Privatanwender selbst konstruieren. Es gibt inzwischen zahlreiche Portale im Internet, die Vorlagen für 3D-Druckteile kostenlos oder kostenpflichtig anbieten. Eine Übersicht über solche Portale bietet z.B. [www.3d-grenzenlos.de/3d-druckvorlagen/](http://www.3d-grenzenlos.de/3d-druckvorlagen/).<sup>3</sup> Wie vollständig diese Liste ist schwer zu beurteilen. Auf jeden Fall fehlen z.B. Acconity, Concept Laser, EOS, HP und Trumpf. Besser bedient wird man da bei <https://3druck.com>. Geht man hier über das Hauptmenue zum Thema Drucker, dann sind die Big Player wohl dabei. Leider wird der Überblick über den Markt erschwert dadurch, dass zumindest die Präsenzfassung der FormNext in diesem Jahr wegen Corona abgesagt wurde.

Im anderen Extrem ist nicht die totale Verdammung des Additiv Manufacturing (oder auch der generativen Fertigung). Nein. Das andere Extrem ist, zu fragen, was mit diesem Fertigungsverfahren wirklich seriös geleistet werden kann. In der industriellen Anwendung gibt es viel Skepsis, weil die Ergebnisse der Fertigung noch eine große Schwankungsbreite haben. In der metallischen Additiven Fertigung ist die Schwankungsbreite extrem, weil die verwendeten Pulver extrem anfällig gegen Umwelteinflüsse sind. Es gibt bisher keine zertifizierten

Serienprozess. In aller Regel müssen - vor allem sicherheitskritische Bauteile - einer nachträglichen 100%-Prüfung unterzogen werden. An vielen Stellen wird daran gearbeitet, Normen/Richtlinien für die Additive Fertigung zu erstellen. An vielen Stellen wird daran gearbeitet, Kriterien für die Beurteilung der Prozessqualität zu definieren. Aber greifbar erscheint bisher wenig.

Es gibt noch eine dritte Gruppe von Experten, die die Additive Fertigung beurteilen. Sie warnen im Bezug auf einen anderen Aspekt von Sicherheit: Der Attentäter, der im Oktober 2019 die Synagoge in Halle/Saale stürmen wollte, soll seine Waffen selbst gedruckt haben. Glücklicherweise hatten seine Waffen Ladehemmungen. Aber „Seine Waffen hatte Stephan B. selbstgebaut. Mit Bauanleitungen aus dem Internet, aus Metallkomponenten, die er in Onlineshops und über Ebay erwarb - und aus Kunststoffteilen, die er mit einem 3-D-Drucker anfertigte.“ Liest man diesen Satz genau, dann hat er Teile der Waffe selbst gedruckt. Dass er den Lauf selbst gedruckt hat: das erscheint extrem unwahrscheinlich. Im Endeffekt ist die Gefahr aus dieser Richtung aber gering. Den Polymerdruckern für die Heimmanwendung fehlt in der Regel die erforderliche Präzision, Metalldrucker sind so teuer, dass nur wenige Privatpersonen eine entsprechende Investition tätigen und 3D-Druck-Dienstleister lehnen normalerweise den Druck von Waffen(teilen) ab. Über kurz oder lang wird es sicher dazu kommen, dass in den Druckern entsprechende Sperren eingebaut werden - vergleichbar dem, dass auf Fotokopierern keine Geldscheine kopiert werden können. Aber wir müssen wachsam sein.

■ <sup>1</sup> <https://3druck.com/3d-druck-grundkurs/>, abgefragt 19.09.2020, 18:30 Uhr

■ <sup>2</sup> <https://www.germanreprint.com/>, abgefragt 19.09.2020, 18:50 Uhr

■ <sup>3</sup> <https://www.3d-grenzenlos.de/3d-druckvorlagen/>, abgefragt 19.09.2020, 19:13 Uhr



# Additive manufacturing – an inventory

The mood fluctuates between exuberant enthusiasm and skepticism. Some (often those who have little idea) proclaim the paradise that you can do anything with 3D printing. A few years ago a "keynote speaker" announced that in the future every consumer could print his own Lego blocks and that Lego's business model would collapse. Everyone can print the spare parts they need themselves. That's how it is told. However, those who want to do this will quickly realize that it is not that simple. 3D printing (also called additive manufacturing) is a slow process. The layer-by-layer printing simply takes time. And buy a printer and start printing: it's not that simple. Unlike the installation of a new inkjet or laser printer, the commissioning of a 3D printer still requires a lot of hardware and software installation, appropriate calibration, the creation or procurement of a print file and ... and ... and .... That is the reason why a "basic course 3D printer", such as it is offered by 3ddruck.com is made up of 12 parts.<sup>1</sup>

If it is phrased a little less euphorically, then it is said "Additive manufacturing is a technology that most manufacturers in the industry can no longer do without. 3D printing continues to gain in importance. For our customers this means: Creating new possibilities for the production of new ideas and innovations using industrial-grade 3D printers."<sup>2</sup> The private user does not have to design every print object himself. There are now numerous portals on the Internet that offer templates for 3D printed parts free of charge or for a fee. An overview of such portals is e.g. [www.3d-grenzenlos.de/3d-druckvorlagen/](http://www.3d-grenzenlos.de/3d-druckvorlagen/).<sup>3</sup> How complete this list is? It is difficult to judge. In any case, the author misses e.g. Acconity, Concept Laser, EOS, HP and Trumpf. You are better served at <https://3druck.com>. If you go to the main menu on the subject of printers, then the big players are probably there. Unfortunately, the overview of the market is made more difficult by the fact that at least the presence version of FormNext was canceled this year due to Corona.



At the other extreme is not the total condemnation of additive manufacturing (or generative manufacturing). No. The other extreme is to ask what can really be done seriously with this manufacturing process. There is a lot of skepticism in industrial applications because the results of the manufacturing process still vary widely. In metallic additive manufacturing, the range of fluctuation is extreme because the powders used are extremely sensitive to environmental influences. So far there is no certified series process. As a rule, safety-critical components in particular must be subjected to a subsequent 100% inspection. In many places work is being done to create standards / guidelines for additive manufacturing. In many places, work is being done to define criteria for assessing process quality. But little seems tangible so far.

There is a third group of experts who assess additive manufacturing. They warn about another aspect of security: The assassin, who wanted to storm the synagogue in Halle / Saale in October 2019, is said to have printed his weapons himself. Fortunately, his guns jammed. But "Stephan B.

had built his weapons himself. With building instructions from the Internet, from metal components that he bought in online shops and on Ebay - and from plastic parts that he made with a 3-D printer. " If you read this sentence carefully, then he printed parts of the weapon himself. That he printed the run himself: that seems extremely unlikely. Ultimately, however, the risk from this direction is low. Polymer printers for home use usually lack the precision required, metal printers are so expensive that few private individuals make the investment, and 3D printing service providers usually refuse to print weapons (parts) . Sooner or later it will surely come to the fact that corresponding locks will be built into the printers - comparable to the fact that no banknotes can be copied on color copiers. But we have to be vigilant.

- <sup>1</sup> <https://3druck.com/3d-druckgrundkurs/>, abgefragt 19.09.2020, 18:30 Uhr
- <sup>2</sup> <https://www.germanreprint.com/>, abgefragt 19.09.2020, 18:50 Uhr
- <sup>3</sup> <https://www.3d-grenzenlos.de/3d-druckvorlagen/>, abgefragt 19.09.2020, 19:13 Uhr

# ZIM-Netzwerk AM-Quality

## Sicherung der Prozessstabilität in der metallischen Additiven Fertigung

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



[www.am-quality.net](http://www.am-quality.net)

Die AF entwickelt sich zurzeit mit einer hohen Dynamik sowohl in Polymer- wie im Metallbereich. Das Stadium einer hauptsächlich auf die Herstellung von Einzelstücken / Prototypen ausgerichteten Produktion wird zunehmend überschritten. Werkzeuge und kleine Serien treten immer stärker in den Vordergrund. Dem entspricht eine schnelle Entwicklung der 3D-Drucktechnik mit größeren Bauräumen, dem Einsatz von mehreren Lasern und ersten Schritten einer technischen Verknüpfung der einzelnen Arbeitsschritte hin zu (halb-)automatisierten Übergaben des Werkstücks in der Prozesskette. Auch das Monitoring der Abläufe im eigentlichen Schmelzprozess wird immer umfassender.

Dennoch wird immer noch eine fehlende Prozessstabilität im Sinne einer sicheren Reproduzierbarkeit der Werkstückqualität festgestellt. Gleiche Werkstücke, hergestellt auf derselben Maschine mit Werkstoff vom selben Händler oder sogar aus derselben Pulverlieferung können in ihren technischen Merkmalen von denen aus früherer Produktionsterminen abweichen. Diese mangelnde Reproduzierbarkeit stellt noch ein wichtiges Hindernis in der fortschreitenden Industrialisierung und Ökonomisierung der Additiven Fertigung dar. Im Rahmen des NW sollen hier Fortschritte erreicht werden

### Aufgabenstellung für das Netzwerk

Dieses Problem korrespondiert damit, dass es noch keine umfassend sichere Fehleridentifikation bei additiv gefertigten Produkten gibt. Die heute in der Regel eingesetzten Prüftechniken wie die CT, die thermografische Bildaufnahme, verschiedene Ultraschall-Prüfungen geben keine Gewähr der sicheren

und umfassenden Fehleridentifikation. Ein ranghoher Vertreter eines großen und in der AF sehr aktiven Konzerns gab die bei ihnen erkannte Fehlerquote mit 60% der möglichen Fehler an. Das führt in den sicherheitstechnisch am strengsten regulierten Bereichen wie vor allem der Luftfahrt dazu, dass es noch keine Prozesszertifizierung, sondern nur die Zertifizierung jedes einzelnen Produktes gibt. Die Überwindung dieses Problems ist einer der entscheidenden Fortschritte, die für eine breite, tatsächlich industriell ausgerichtete Anwendung der AF realisiert werden müssen. Dieser Fortschritt würde auch die beachtlichen Prüfaufwände stark reduzieren und die fortschreitende Ausnutzung der neuen konstruktiven Freiheitsgrade dieser Produktionstechnik in allen dafür geeigneten Bereichen erlauben.

Aber nicht nur die noch nicht ausreichend erkannten Details des eigentlichen Aufschmelzprozess sind eine Ursache der mangelnden Reproduzierbarkeit der Produktion, sondern auch Probleme beim Einsatz des Pulvers bei den pulverbett-basierten Techniken. Das bezieht sich nicht nur auf die Konstanz in Bezug auf Korngröße, Fließfähigkeit, Feuchtegehalt über alle Lieferungen und die Lagerung im Unternehmen, sondern auch auf die noch vielfältig bestehenden Probleme beim Einsatz von recyceltem Pulver. Erst eine gesicherte Kontinuität der Pulverparameter erlaubt die Einstellung stabiler Anlagenparameter für alle aufeinander folgenden Produktionsprozesse des gleichen Bauteils.

### Entwicklungsbedarf

Im unmittelbaren Schmelz- und Schweißprozess erlaubt der gegenwärtige Stand der Technik im wesentlichen nur das Sammeln von Sensor- und Maschinendaten, die in unterschiedlichem Umfang nachträglich darauf untersucht werden (können), inwieweit bestimmte Zustände (wie Energieeintrag, Produkt-, aber auch Umgebungstem-

peratur usw.) mit festgestellten Materialfehlern in Beziehung gesetzt werden können. Der Schritt vom reinen Monitoring zur Echtzeit-Erfassung von Fehlern während der Produktion und den sich daraus tendenziell ergebenden Eingriffsmöglichkeiten (zumindest Abbruch fehlerhafter Produktion oder sogar Korrekturen) steht noch bevor. Schritte in diese Richtung sind ein wesentliches Ziel dieses Netzwerkes.

### Untersuchungsbereiche

Nach den Diskussionen zur Bildung des Netzwerkes sind folgende Untersuchungen im Blick:

- Sicherung einer durchgehenden Pulverqualität als entscheidende Eingangsgröße für die Produktqualität und Prozessstabilität
- Untersuchung des in-situ-Schmelzprozesses in der o.g. Richtung
- Untersuchung und Neuentwicklung / Einbeziehung und/oder Neukombination von NDT-Prüfverfahren zur Verbesserung der Fehlererkennung sowohl im in-situ-Bereich als auch in der nachträglichen Prüfung mit dem Ziel einer deutlich verbesserten Prozesskontrolle
- Absicherung der Qualitätssicherung durch Weiterentwicklung von DT-Prüfverfahren, insbesondere hinsichtlich der Materialermüdung bei dynamischen Belastungen
- Möglichkeiten der Standardisierung in vorgenannten Themenbereichen.

### Mitglieder des Netzwerkes

Das Netzwerk besteht derzeit aus 9 KMU, 10 Forschungseinrichtungen und 7 assoziierten Partnern. In diesem und in den folgenden Heften möchten wir Ihnen Netzwerkpartner und ihr Leistungsprofil vorstellen. Wir beginnen in diesem Heft mit den Unternehmen ITB und TPW.

# ZIM-Network AM-Quality

## Assuring stability of process in mettalic Additive Manufacturing

AM is currently developing with great dynamism in both the polymer and metal sectors. The stage of a production mainly focused on the manufacture of individual pieces / prototypes is increasingly being passed. Tools and small series are increasingly coming to the fore. This corresponds to a rapid development of 3D printing technology with larger installation spaces, the use of several lasers and the first steps of a technical link between the individual work steps towards (semi-) automated transfer of the workpiece in the process chain. The monitoring of the processes in the actual melting process is also becoming more and more comprehensive.

Nevertheless, there is still a lack of process stability in terms of reliable reproducibility of the workpiece quality. The same workpieces, manufactured on the same machine with material from the same dealer or even from the same powder delivery, may differ in their technical characteristics from those from earlier production dates. This lack of reproducibility is still an important obstacle in the advancing industrialization and economization of additive manufacturing. In the context of the NW, progress should be made here

### Task for the network

This problem corresponds to the fact that there is still no comprehensive, reliable error identification in additively manufactured products. The testing techniques that are generally used today, such as CT, thermographic image recording, and various ultrasound tests, do not guarantee reliable and comprehensive error identification. A high-ranking representative of a large group that is very active in AM stated the error rate they recognized as 60% of the possible errors. In the areas that are most strictly regulated in terms of safety, such as aviation in particular, this means that there is no process certification yet, only the certification of each individual product. Overcoming



this problem is one of the decisive advances that must be made for a broad, genuinely industrially oriented application of AM. This progress would also greatly reduce the considerable testing effort and allow the progressive use of the new design degrees of freedom of this production technology in all areas suitable for it.

But not only the details of the actual melting process, which have not yet been sufficiently recognized, are a cause of the lack of reproducibility in production, but also problems when using the powder in powder-bed-based techniques. This not only relates to the consistency of grain size, flowability, moisture content across all deliveries and storage in the company, but also to the many problems that still exist when using recycled powder. Only a guaranteed continuity of the powder parameters allows the setting of stable system parameters for all successive production processes of the same component.

### Development needs

In the immediate melting and welding process, the current state of the art essentially only allows the collection of sensor and machine data, which (can) be subsequently examined to different degrees to determine the extent to which certain conditions (such as energy input, product temperature, but also ambient temperature, etc.) can be related to material defects found. The step from pure monitoring to real-time recording of errors during production and the pos-

sible interventions that tend to arise from this (at least the termination of defective production or even corrections) is still ahead. Steps in this direction are an essential goal of this network.

### Investigation areas

After the discussions about the formation of the network, the following studies are in view:

- Ensuring consistent powder quality as a decisive input variable for product quality and process stability
- Investigation of the in-situ melting process in the above direction
- Investigation and new development / inclusion and/or new combination of NDT test procedures to improve error detection both in the in-situ area and in the subsequent test with the aim of significantly improved process monitoring
- Assurance of quality control through further development of DT test methods, especially with regard to material fatigue under dynamic loads
- Possibilities for standardization in the aforementioned subject areas.

### Members of the network

The network nowadays consists of 9 SME, 10 research facilities and 7 associated partners. In this and in the following issues we want to present partners of the network and their profile of performance.

# AM-Quality Netzwerkpartner ITB

## Topologieoptimierung von AM-Bauteilen

Der Prozess der Additiven Fertigung von Bauteilen, angefangen vom ersten Designentwurf über die Herstellung bis hin zur Qualifikation des Bauteils, kann heutzutage nahezu vollständig durch den Einsatz von Simulationssoftware unterstützt werden. Insbesondere die Topologieoptimierung im Entwurfsstadium des Bauteils spielt eine wesentliche Rolle. Dies deswegen, weil additiv gefertigte Bauteile deutlich weniger geometrischen und fertigungstechnischen Restriktionen unterliegen als herkömmlich gefertigte Bauteile. Die Formgebung kann sich hier nahezu ausschließlich an der Funktion oder der Tragwirkung orientieren. Dies ist eine ideale Voraussetzung für die Anwendung der Topologieoptimierung.

**Dr. Frank Brehmer:** „Neben einer sehr guten fachlichen Arbeit gehört für uns zu einem erfolgreichen Geschäftsmodell auch das Engagement in unterschiedlichen Netzwerken. So engagieren wir uns seit Jahren in Förder- oder industriellen Forschungsprojekten z. B. als Kooperationspartner oder durch Teilnahmen im projektbegleitenden Ausschuss. Aktuell engagieren wir uns u. a. im Bereich des Einsatzes von digitalen Zwillingen z. B. zur prädiktiven Wartung sowie des Einsatzes der Topologieoptimierung im Bereich der Additiven Fertigung. Im Netzwerk AM-Quality möchten wir unsere Erfahrungen der

rechnerischen Bauteilanalyse auf additiv gefertigte Bauteile anwenden.“

Während ITB - Ingenieurgesellschaft für technische Berechnungen mbH in den vergangenen Jahren die Topologieoptimierung meistens nur unterstützend zur sogenannten ingenieurmäßigen Herangehensweise der Optimierung angewendet hat, ergeben sich für den Einsatz der Topologieoptimierung in der additiven Fertigung von Bauteilen deutlich mehr Potenziale. Oder anders formuliert: Ohne den Einsatz der Topologieoptimierung ist die Entwicklung und Herstellung eines ressourceneffizienten additiv gefertigten Bauteils nahezu nicht möglich. Mit fortschreitender Komplexität additiv gefertigter Bauteile, z. B. auch hinsichtlich der stoffschlüssigen Kombination von Werkstoffen, werden zudem auch höhere oder neue Anforderungen an die Funktionalitäten der Software für die Topologieoptimierung gestellt, wodurch sich wiederum neue Einsatzgebiete für die Software ergeben.

ITB versteht sich als Entwicklungspartner ihrer Kunden. Wir haben in der Vergangenheit z. B. Entwicklungsprojekte im Bereich der Substitution von Stahl-Schweißkonstruktionen in Aluminium-Sandgusskonstruktionen für hochbelastete Bauteile von Hochgeschwindigkeitszügen durchgeführt.



**Dr. Frank Brehmer, Geschäftsführer von ITB:** „Wir wollen gerne unser Know-how in die Entwicklung additiv gefertigter Bauteile einbringen und potenzielle Kunden oder Partner bei der Entwicklung ihrer additiv gefertigten Bauteile unterstützen.“

### Info ITB

Die ITB Ingenieurgesellschaft für technische Berechnungen mbH, gegründet 2004 in Dortmund, ist ein auf die Durchführung von Bauteilanalysen und Bauteilnachweisen spezialisiertes Dienstleistungsunternehmen. Neben strukturmechanischen Berechnungen mittels der FE-Methode gehören bruchmechanische Untersuchungen, Sensitivitäts- und Robustheitsanalysen sowie Bauteiloptimierungen zum Leistungsspektrum der ITB. Das Unternehmen ist für Kunden aus unterschiedlichen Branchen tätig, u. a. für den Anlagen- und Maschinenbau, Automotive, Kerntechnik, Konsumgüterindustrie, Logistik, Luftfahrt und Schienenfahrzeugtechnik.



# Partner of AM-Quality-Network ITB: Topology optimization of AM-components



of the component plays an essential role. This is because additively manufactured components are subject to significantly fewer geometric and manufacturing restrictions than conventionally manufactured components. The design can be based almost exclusively on the function or the load-bearing effect. This is an ideal prerequisite for using topology optimization.

**Dr. Frank Brehmer:** „In addition to very good professional work, a successful business model also includes involvement in various networks. We are involved in funding or industrial research projects for years, e.g. as a cooperation partner or by participating in the project-accompanying committee. We are currently involved inter alia in the area of the use of digital twins e.g. B. for predictive maintenance and the use of topology optimization in the field of additive manufacturing. In the AM-Quality network, we would like to apply our experience of computational component analysis to additively manufactured components.“

While ITB - Ingenieurgesellschaft für Technical Calculations mbH has mostly only applied topology optimization to support the so-called engineering approach to optimization in the past few years, there is significantly more potential for using topology

optimization in additive manufacturing of components. In other words: Without the use of topology optimization, the development and production of a resource-efficient additively manufactured component is almost impossible. With increasing complexity of additively manufactured components, e.g. also with regard to the cohesive combination of materials, there are also higher or new requirements for the functionalities of the software for topology optimization, which in turn results in new areas of application for the software.

ITB sees itself as a development partner for its customers. In the past we realized development projects e.g. in the field of the substitution of welded steel constructions in aluminum sand-cast constructions for highly stressed components of high-speed trains.

**Dr. Frank Brehmer, Managing Director of ITB:** „We would like to bring our know-how into the development of additively manufactured components and support potential customers or partners in the development of their additively manufactured components.“



The process of additive manufacturing of components, starting with the first design draft through production to the qualification of the component, can nowadays be almost completely supported by the use of simulation software. In particular, topology optimization in the design stage

## Dr. Frank Brehmer

Geschäftsführer der ITB Ingenieurgesellschaft für technische Berechnungen mbH

CEO of ITB GmbH

## Info ITB

The ITB engineering company for technical calculations mbH, founded in 2004 in Dortmund, is a service company specializing in the implementation of component analyzes and component verification.

In addition to structural mechanical calculations using the FE method, fracture mechanical investigations, sensitivity and robustness analyzes and component optimization are part of the ITB's range of services. The company works for customers from different industries, including plant and mechanical engineering, automotive, nuclear technology, consumer goods industry, logistics, aviation and rail vehicle technology.

# AM-Quality-Netzwerkpartner TPW: Qualitätskontrolle von AM-Bauteilen im Prüfzentrum

Dank additiver Fertigung lassen sich heute Bauteile erzeugen, deren komplexe äußere und innere Geometrien mit herkömmlichen Produktionsverfahren undenkbar gewesen wären. So können z.B. im Inneren der Bauteile verborgene Strukturen oder von organischen Formen inspirierte Geometrien generiert werden. Damit eröffnen sich völlig neue Wege in der anforderungsgerechten Bauteilkonstruktion oder auch in der Einsparung von Material und Gewicht. An die Qualitätssicherung solcher Werkstücke werden damit ganz neue Herausforderungen an die erzeugenden und prüfenden Unternehmen gestellt. Denn zum einen stellen die erzeugten Geometrien in Kombination mit den zu detektierenden Fehlergrößen eine sehr komplexe Aufgabe dar, und zum anderen sind Erfahrungswissen und Normung für diese noch relativ junge Technologie bisher nur in Ansätzen vorhanden.

Die TPW Prüfzentrum GmbH ist ein gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 (D-PL-11209-01) akkreditiertes Prüflabor und bietet bereits seit 1980 eine große Bandbreite an zerstörenden und zerstörungsfreien Werkstoffprüfungen als Dienstleistung für Kunden an.

Im konkreten Fall der Prüfung additiv gefertigter Bauteile fällt dabei der Wahl des Prüfverfahrens meist zunächst auf die zerstörungsfreie industrielle Computertomographie (CT). Die möglichen Anwendungen der CT zur Qualitätskontrolle von AM-Bauteilen sind dabei divers: eventuelle Pulverrückstände in innenliegenden Kanälen werden ebenso aufgedeckt, wie im Bauteilvolumen vorhandene Porositäten, Bindefehler oder geometrische Abweichungen. Mittels hochauflösender nano-CT können selbst Partikel der Pulversubstrate im CT dargestellt und auf ihre 3D-Morphologie, Größe und eventuelle Poren hin geprüft werden.

Für alle diese Fragestellungen verfügt das TPW Prüfzentrum über drei unterschiedliche CT-Anlagen, die es erlau-

ben, die gesamte Vielfalt im Bereich der industriellen CT abzudecken. Kleinere Bauteile können mit sehr hoher Detailgenauigkeit untersucht werden, wobei Auflösungen im einstelligen Mikrometer-Bereich erreicht und damit z.B. Delaminationen zwischen aufeinanderfolgenden Schichten sichtbar gemacht werden können. Für große Bauteile verfügt TPW über eine CT-Anlage, auf der Proben mit bis zu 100 kg Gewicht, einer Höhe von bis zu 200 cm und einer Breite von bis zu 80 cm untersucht werden können. Die 450 kV Röntgenquelle dieser Anlage erlaubt auch das Durchstrahlen von Stahl bis zu einer Wandstärke von ca. 70mm. Bei Aluminiumbauteilen können aufsummierte Wanddicken von ca. bis zu 250 mm noch durchstrahlt werden.

Werkstoff und Geometrie des zu untersuchenden Bauteils sind dabei letztendlich immer die Parameter, welche die Auswahl der optimalen CT-Anlage sowie die zu erreichende Bildauflösung und damit die Detailgenauigkeit von CT-Ergebnissen beeinflussen. Kunden des TPW Prüfzentrums profitieren vom großen Erfahrungsschatz des Unternehmens. CT-Prüfungen werden hier bereits seit 2006 für Kunden angeboten, womit das TPW Prüfzentrum einer der ersten Dienstleister dieser Art in Deutschland war.

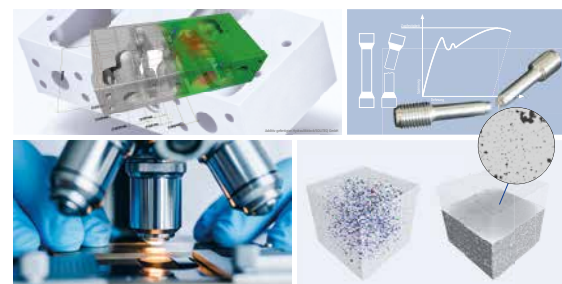
Die mögliche Auswertung von CT-Datensätzen bietet eine Vielzahl an Analysemöglichkeiten, die zum Teil automatisiert auf CT-Daten angewendet werden können. So lassen sich Poren im Bauteil aufgrund ihres Grauwert-Kontrastes im Datensatz automatisch erfassen, die Bauteilgeometrie in Falschfarb-Darstellung gegen CAD-Daten abgleichen oder die Wanddicke über die gesamte Bauteiloberfläche automatisiert vermessen. Weiterhin besteht die Möglichkeit CT-Daten als STL oder auch als STP-Dateien auszugeben, was besonders für Projekte im Bereich des Reverse Engineering relevant ist.

Neben der zerstörungsfreien Prüfung der eigentlichen Bauteile bietet das TPW Prüfzentrum zudem zerstörende Werkstoffprüfungen für metallische Werkstoffe an. So umfasst das Dienstleistungsangebot ebenfalls die mittlerweile etablierte Prüfung von mitgedruckten Probekörpern wie Zugstäben und Dichtewürfeln auf deren Festigkeit und Porosität.

## Jan Eversmann:

„Die neuen Möglichkeiten in der Bauteilauslegung mittels additiver Fertigung erfordern jetzt die Erarbeitung und Anpassung der Qualitätssicherungsverfahren für die erzeugten Produkte. Hierbei stellt das TPW Prüfzentrum seine Erfahrungen im Bereich der zerstörenden und zerstörungsfreien Werkstoffprüfungen sowohl bei der Erstellung von Prüfstrategien als auch bei der Umsetzung der Serienprüfungen zur Verfügung.“

## TPW Prüfzentrum



### Info zu TPW

- Akkreditiertes Prüflaboratorium gemäß DIN EN ISO/IEC 17025 – D-PL-11209-01
- Dienstleister für zerstörende und zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen
- Stationäre und mobile Prüfungen
- Gegründet 1980
- 25 Mitarbeiter
- [www.werkstoffpruefung.de](http://www.werkstoffpruefung.de)



# Partner of AM-Quality network TPW: Quality control of AM-components in the test center



**Jan Eversmann**

Managing Director of TPW  
Dipl.-Ing. mechanical engineering  
Studied at the University of  
Duisburg-Essen

Geschäftsführer von TPW  
Dipl.-Ing. Maschinenbau  
Studium an der Universität  
Duisburg-Essen

Thanks to additive manufacturing, components can now be produced whose complex external and internal geometries would have been inconceivable with conventional production processes. E.g. hidden structures or geometries inspired by organic shapes can be generated inside the components. This opens up completely new avenues in component design that meets requirements or in saving material and weight. The quality assurance of such workpieces therefore poses completely new challenges for the manufacturing and testing companies. On the one hand, the generated geometries in combination with the defect sizes to be detected represent a very complex task, and on the other hand, empirical knowledge and standardization for this relatively young technology are only rudimentary.

TPW Prüfzentrum GmbH is a test laboratory accredited according to DIN EN ISO / IEC 17025 (D-PL-11209-01) and has been offering a wide range of destructive and non-destructive material tests as a service for customers since 1980.

In the specific case of testing additively manufactured components, the selection of the testing method usually falls on non-destructive industrial computed tomography (CT). The possible applications of CT for quality control of AM components are diverse: possible powder residues in internal channels are revealed as well as porosities, binding defects or geometric deviations in the component volume. Using high-resolution nano-CT, even particles of the powder substrates can be displayed in the CT and checked for their 3D morphology, size and possible pores.

The TPW test center has three different CT systems for all of these questions, which allow it to cover the entire range of industrial CT. Smaller components can be examined with a very high level of detail, whereby resolutions in the single-digit micrometer range can be achieved, e.g. delaminations between successive layers can be made visible. For large components, TPW has a CT system on which samples weighing up to 100 kg, up to 200 cm in height and up to 80 cm in width can be examined. The 450 kV X-ray source of this system also allows steel to be irradiated up to a wall thickness of approx. 70 mm. In the case of aluminum components, total wall thicknesses of approx. up to 250 mm can still be penetrated.

The material and geometry of the component to be examined are ultimately always the parameters that influence the selection of the optimal CT system as well as the image resolution to be achieved and thus the level of detail of CT results. Customers of the TPW test center benefit from the company's wealth of experience. CT exams have been offered to customers here since 2006, making the TPW test center one of the first service providers of its kind in Germany.

The possible evaluation of CT data sets offers a multitude of analysis options, some of which can be applied

automatically to CT data. In this way, pores in the component can be automatically recorded in the data record due to their gray value contrast, the component geometry can be compared with CAD data in a false color representation or the wall thickness can be automatically measured over the entire component surface. It is also possible to output CT data as STL or as STP files, which is particularly relevant for projects in the area of reverse engineering.

In addition to the non-destructive testing of the actual components, the TPW test center also offers destructive material tests for metallic materials. The range of services also includes the now established testing of printed specimens such as tensile bars and density cubes for their strength and porosity.

## Jan Eversmann:

■ *"The new possibilities in component design by means of additive manufacturing now require the development and adaptation of the quality assurance procedures for the products produced. The TPW test center provides its experience in the field of destructive and non-destructive material testing, both in the creation of test strategies and in the implementation of series tests."*

## Info on TPW

- Accredited testing laboratory according to DIN EN ISO / IEC 17025 - D-PL-11209-01
- Service provider for destructive and non-destructive material tests
- Stationary and mobile tests
- Founded in 1980
- 25 employees
- [www.werkstoffpruefung.de](http://www.werkstoffpruefung.de)