

# modell + form

verband + branche

**Aus Holz  
wurde  
Styropor**

messen + trends

**Aufmerksamkeit  
schützt  
vor Hackern**

betrieb + technik

**Mit System  
zum idealen  
Werkzeughalter**

personal + bildung

**Warum Handhygiene  
am Arbeitsplatz  
unverzichtbar ist**



Darf's ein bisschen  
MEHR sein?

Kontaktieren Sie Ihren  
Fachberater oder schreiben  
Sie uns eine E-Mail.

# SikaBlock<sup>®</sup> M935

## DER ALLROUNDER IN XXL, DER MEHR KANN

**Die Werkzeugplatte bietet bestes Preis-Leistungsverhältnis bei guten mechanischen Eigenschaften und höchster Dimensionsstabilität.**

- Einfache und schnelle Fräsbarkeit
- Sehr hohe Maßstabilität durch geringen alpha-T-Wert
- Gute Kantenstabilität
- Gute Abriebfestigkeit und Quellbeständigkeit
- Große Länge von 1500 mm für weniger Klebefugen

## verband + branche

MF-Jungnetzwerk zu Gast bei Göbl + Pfaff	7
MF-Branchentreffs in immer mehr Regionen	8
Formotion GmbH erhält NRW-Innovationspreis	9
Neue Obermeister in Bielefeld, Niedersachsen/Bremen und Chemnitz	10
„Meisterverein“ aufgelöst	10
Delegierten- und Obermeistertagung 2019	11
Persönlich & förmlich	12



## Aus Holz wurde Styropor

6

## messen + trends

Mehr Produktivität durch optimierte AM-Prozesse	16
Formnext im kräftigen Aufwind	18
3D-Druck lohnt sich bei Ersatzteilen	19
Mit generativem Design zu leichteren Flugzeugteilen	20
Tebis Consulting erhält Wirtschaftswoche-Award	21
Additive Fertigung: Das Zukunftsthema der Produktionstechnik	22



## Aufmerksamkeit schützt vor Hackern

14

## betrieb + technik

Optimale Sicherheit in der 5-Achs-Bearbeitung	30
ZEISS AMcontrol überwacht Pulverbett im 3D-Druck	31
Neuer 3D-Scanner misst kleinste Bauteile und komplexe Formen	32
Hexagon-Messsoftware mit neuen Funktionen und höheren Bedienkomfort	33
Fördermittel für die besten Ideen zur Energie-Effizienz	34
Rechtliche Aspekte der additiven Fertigung	34
Neue Fräser aus Vollhartmetall für den Werkzeug- und Formenbau	35
Trennmittelfrei	36
Ein neues Zeitalter im Spritzguss und Formenbau bricht an	38



Innovative Alternativen für klein(st)e Mengen	39
Optische 3D-Messtechnik mit RAKU TOOL	40
Herstellung hochpräziser Prototypen	40
Tests und Fehlversuche reduzieren	41

## Mit System zum idealen Werkzeughalter

26

## personal + bildung

Modellbauer/innen erhalten Meisterbriefe und Urkunden	44
Weiterbildungsstipendium für junge Fachkräfte wird attraktiver	44
Neues Internatsgebäude in Bad Wildungen eingeweiht	45
PLW 2019: „Zukunft kommt von Können“	46
Azubi-Wettbewerb 2020: „Mobilität der Zukunft“	46
„Gutes Deutsch – bessere Chancen“	48
Irrtum ausschließen	48
Verfall von Urlaubsansprüchen – neue Obliegenheiten des Arbeitgebers	49
Mindestvergütung für Azubis ab 1. Januar 2020	50



## Warum Handhygiene am Arbeitsplatz unverzichtbar ist

42

## Wie viel verdienen Solo-Selbstständige im Handwerk?

**Wie viel verdienen Solo-Selbstständige im Handwerk – und wie sorgen sie für das Alter vor? Eine Studie zeigt: Sie verdienen netto im Schnitt weniger als Beschäftigte und Arbeitgeber im Handwerk. Wie viel weniger?**

Für die zulassungspflichtigen Gewerke (Anlage A der Handwerksrolle) und die zulassungsfreien Gewerke (Anlage B1) liegen nun erstmals Zahlen vor. Berechnet hat sie das Volkswirtschaftliche Institut für Handwerk und Mittelstand an der Universität Göttingen (ifh) anhand der Daten des Mikrozensus 2014:

- Solo-Selbstständige verfügen demnach über ein durchschnittliches Nettoeinkommen von 1.681 Euro – weniger als abhängig Beschäftigte (1.728 Euro) und als Selbstständige mit Beschäftigten (2.678 Euro).
- 20 Prozent der Solo-Selbstständigen würden persönliche Nettoeinkommen unterhalb der Armutsgefährdungsschwellen für einen Ein-Personen-Haushalt (917 Euro) erreichen. 12 Prozent würden „hohe persönliche Einkommen“ von mehr als 3.057 Euro im Monat verzeichnen.
- Eine wichtige Ursache für die Einkommensunterschiede sei eine hohe Teilzeitquote der Solo-Selbstständigen (19 Prozent).
- Solo-Selbstständige seien seltener rentenversichert als Selbstständige mit Beschäftigten und verfügten seltener über Wohneigentum.

Das Fazit der Studie: Hinsichtlich „Einkommen und Eigentumsverhältnissen“ ähnelten Solo-Selbstständige „mehr den abhängig Beschäftigten als den etablierten Unternehmern“. Die „Mehrheit der Solo-Selbstständigen“ könne „im mittleren Einkommensbereich verortet werden“. Problematisch sei „weniger die aktuelle Einkommenslage der Solo-Selbstständigen“ als „vielmehr die Ungleichstellung unterschiedlicher Erwerbsformen im Hinblick auf die Pflichten zur sozialen Absicherung.“ ■

## Beliebte Betrugsmasche

Verbreitung falscher Antivirensoftware



**Immer wieder versuchen Internetkriminelle Nutzern falsche Antivirensoftware unterzujubeln. Dazu erhalten diese beim Surfen im Netz die angebliche Warnung, ihr Rechner sei mit Malware infiziert. Diese Warnungen erscheinen in einem separaten Browserfenster und sehen denen seriöser Antivirenprogramme täuschend ähnlich.**

Um die vermeintlich dramatische Infektion des PCs mit einem Schädling zu beseitigen, wird der Anwender aufgefordert, ein angegebenes Virenschutzprogramm herunterzuladen. Nach der Installation der vermeintlichen Antivirenlösung erscheint eine Aufforderung zum Erwerb des Programms oder auch zum Erwerb einer Lizenz. Verweigert der Nutzer dies, öffnen sich in gewissen Zeitabständen immer wieder falsche Virenwarnungen, verbunden mit der Aufforderung zur Bezahlung. Die angebotenen Programme haben jedoch häufig überhaupt keine Funktion. Sie dienen lediglich dazu, den Nutzer zum Kauf zu bewegen und an die Kreditkartendaten zu gelangen. Zum Teil werden PCs beim Download des „Schutzprogramms“ mit Schädlingen infiziert, um sie beispielsweise an ein Bot-Netz anzuschließen. Wie solche gefälschten Virenwarnungen und Antivirenprogramme aussehen, können Sie sich auf der Website von heise.de (QR-Code) anschauen. Deswegen: Beziehen Sie Antivirensoftware grundsätzlich nur über seriöse Anbieter. ■

Zum Beitrag auf heise.de



## Seifriz-Preis 2020 – jetzt bewerben

Ab sofort können sich Handwerksbetriebe, die in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wissenschaft ein innovatives Projekt umgesetzt haben, für den Seifriz-Preis 2020 bewerben. Den Transferpreis Handwerk + Wissenschaft verleihen wird im nächsten Jahr bereits zum 31. Mal verliehen. Bisher wurden über 120 innovative Handwerksbetriebe ausgezeichnet. Zur Teilnahme aufgerufen sind wie bisher Handwerksbetriebe und deren Wissenschaftspartner, die im Tandem eine Innovation im Kontext des Handwerks in den Bereichen Produkt, Verfahren oder Dienstleistungen geschaffen haben. Erstmals können ab sofort auch innovative Geschäftsmodelle, Strategien sowie Formen der Betriebsorganisation und Betriebskultur prämiert werden. Die Gewinnerteams erhalten Preisgelder in Höhe von insgesamt 25.000 Euro. Der Bewerbungszeitraum wurde auf sechs Monate ausgeweitet und endet am 1. März 2020. Weitere Informationen unter [www.seifriz-preis.de](http://www.seifriz-preis.de) ■



## Digitales Finanzierungsportal der Bürgschaftsbanken gestartet

**Unternehmer, Gründer sowie Nachfolger suchen verstärkt online nach einfachen und unkomplizierten Finanzierungslösungen. Mit dem neuen Finanzierungsportal [www.finanzierungsportal.ermoeglicher.de](http://www.finanzierungsportal.ermoeglicher.de) schaffen die Bürgschaftsbanken die Basis dafür.**

Über diese Plattform können Unternehmer, Gründungs- und Nachfolgeinteressierte, Kreditinstitute sowie Beratungseinrichtungen innerhalb von wenigen Minuten Finanzierungsanfragen stellen. Die Anfragen werden automatisch an die jeweils zuständige Bürgschaftsbank weitergeleitet. Die Bewertung durch die Bürgschaftsbank ist kostenlos. Das Vorhaben wird von den Mitarbeitern der Bürgschaftsbanken persönlich und individuell auf die Machbarkeit der Finanzierung und die mögliche Übernahme einer Bürgschaft geprüft. Gründern und Unternehmern wird auch bei der Strukturierung der benötigten Finanzierung geholfen.

Auf Wunsch werden die Hausbank und weitere vom Kunden gewünschte Kreditinstitute angesprochen. Gleichzeitig bietet das Finanzierungsportal einen Service für Banken und Sparkassen. Der Kommunikationsweg mit den Bürgschaftsbanken wird vereinfacht und der Aufwand bei der Prüfung von Gründungen und Investitionsvorhaben verringert. Stellen Kreditinstitute eine Anfrage über das Portal ein, wird das Vorhaben durch die Bürgschaftsbanken geprüft und aufbereitet. ■



Bild: moersch / Pixabay

## Datenschutz: EuGH-Urteil zu „Like“-Buttons



Bild: ahne23 / Pixabay

**Betreiber von Webseiten, die Facebooks „Like“-Button verwenden, müssen hierfür bei den Nutzern eine Einwilligung einholen. Das geht aus einem aktuellen Urteil des Europäischen Gerichtshofs hervor (EuGH, 29.07.2019 – C-40/17 „Fashion ID“).**

Die Einbindung eines Facebook-Like-Buttons auf einer Website führt dazu, dass Daten wie die IP-Adresse von Nutzern an Facebook übertragen werden. Das Urteil des EuGHs bedeutet, dass der Website-Betreiber mitverantwortlich für den Datenschutz ist. Auf Nutzer von Webseiten mit eingebundenem Like-Button von Facebook wird somit ein weiterer Einwilligungsklick zukommen, berichtet das Portal tn3.de. All das habe nicht nur Auswirkungen auf Facebook, sondern auch auf zahlreiche andere soziale Netzwerke und Werbenetzwerke, bei denen Daten an den Betreiber verschickt werden – und auf Websites, die Social-Plugins verwenden. Betreiber der Seiten sollten in Zukunft vor allem auch darauf achten, wie sie ihre Nutzer korrekt über die Speicherung und Datenweitergabe informieren. ■

## Förderung für Diesel-Nachrüstung gestiegen

**Das Bundesverkehrsministerium (BMVI) fördert Handwerker bei der Nachrüstung von Transportern mit Dieselantrieb und hat die Förderquote durch eine Änderung der Förderrichtlinie angehoben.**

Bei leichten Nutzfahrzeugen in der Gewichtsklasse von 2,8 bis 3,5 Tonnen steigt die maximal mögliche Förderung um 600 Euro. Damit können Betriebe nun bis zu 3.600 Euro für die Umrüstung ihres Diesels erhalten. Voraussetzung ist dabei, dass sich der Firmensitz in von Grenzwertüberschreitung betroffenen Städten oder deren Umland befindet. Bei Fahrzeugen mit einem Gewicht von 3,5 bis 7,5 Tonnen beträgt die mögliche Förderung nun 4.800 Euro. Das sind 800 Euro mehr als bislang. Das Förderprogramm hatte das BMVI Ende 2019 auf den Weg gebracht. Die ersten Nachrüstsysteme kamen allerdings erst im August 2019 auf den Markt. Das hatte in der Vergangenheit für Kritik gesorgt, zumal der Satz für die maximal mögliche Förderung zu Anfang Juni 2019 bereits wieder abgesenkt wurde. ■



Bild: João Paulo / Pixabay

# Aus Holz wurde Styropor

## Ein Besuch bei Dörfelt Modellbau in Zwickau

Nur noch vier Jahre – dann steht ein rundes Jubiläum an. 2024 wird die heutige Dörfelt Modellbau GmbH ihr 100jähriges Bestehen feiern. Der Modellbauer aus dem sächsischen Zwickau überstand dabei auch turbulente Zeiten: die Weltwirtschaftskrise 1929 etwa oder die deutsch-deutsche Wende 1989. Mit Kay-Uwe Dörfelt führt inzwischen die vierte Generation den Familienbetrieb.



Frontansicht des Firmengebäudes



Als Obermeister der Modellbauer-Innung Chemnitz ist Kay-Uwe Dörfelt auch ehrenamtlich in der Branche fest verwurzelt. Bild: König

Wie in so vielen Unternehmen der Branche bestimmt auch bei diesem Modellbauer moderne Technik den betrieblichen Alltag. Zwei CNC-3-Achsen-Fräsen bilden das Herzstück der Werkstatt an der Wildenfelder Straße, auch hier läuft (fast) alles über CAD und CNC. Neun Mitarbeiter und ein Lehrling arbeiten im Betrieb, fast alle sind Modellbauer und haben im Betrieb gelernt.

„Wir sind die Spezialisten für Styropor“, sagt Kay-Uwe Dörfelt, auch Obermeister der Modellbauer-Innung Chemnitz. Schwerpunkt sind Gießereimodelle aus Polystyrolschaum, das Unternehmen hat sich auf Export-Modellbau spezialisiert. Der Betrieb fertigt Schneide- und Formwerkzeuge für den Werkzeugbau, hinzukommen kommen Gießmodelle für den Maschinenbau, Anschauungsmodelle, Prototypenmodelle und Modelle aus Polystyrol für andere Einsatzzwecke. Möglich

sind zudem Modelleinrichtungen mit Ausbeschrägen und Kernkästen.

„Wir haben keine Reklamationen, keine Fehler an den Modellen, bieten sehr hohe Qualität und sind sehr bedacht auf Termintreue“, nennt Dörfelt die besonderen Stärken des Unternehmens. 95 Prozent der Kunden stammen aus der Automobilindustrie, der Modellbauer arbeitet beispielsweise für Volkswagen, BMW und Mercedes-Benz.

### Gegründet 1924

Die lange Firmengeschichte spiegelt dabei ein gutes Stück deutscher Wirtschaftsgeschichte wider. 1924 war es, da gründete Gerhard Dörfelt, der Urgroßvater von Kay-Uwe Dörfelt, mit seinem Partner Hentschel die Dörfelt & Hentschel Modellfabrikation. Firmenstandort war Cainsdorf – damals noch eigenständig, heute ein Ortsteil von Zwickau. Bis 1929 liefen dabei die Geschäfte nach Überlieferung ganz gut, doch dann kam die Weltwirtschaftskrise und der noch junge Betrieb stand vor seiner ersten Zerreißprobe. Die Firma überlebte, doch die Partner trennten sich 1931.

Gerhard Dörfelt wurde alleiniger Chef, kaufte in der Wildenfelder Straße in Zwickau-Oberhohndorf ein Grundstück und baute dort 1938 das Werkstattgebäude. Er starb im Alter von nur 54 Jahren, sein Sohn Herbert Dörfelt rückte 1946 an die Spitze.

Die politischen Landschaften und damit die wirtschaftlichen Bedingungen hatten sich nach dem Zweiten Weltkrieg drastisch verändert. In Zwickau herrschte zwar die staatliche DDR-Planwirtschaft. Doch Dörfelt blieb im Sozialismus eigenständig: Das Unternehmen fertigte nun Modelle aus Holz und Harz in allen Schwierigkeitsgraden für den Maschinenbau. Das Werkstattgebäude bestand aus 100 Quadratmeter Produktionsfläche im Erdgeschoss und Holzlager im Dachgeschoss. Herbert Dörfelt war zudem Obermeister der Modellbauer.

Nach dessen Tod 1982 übernahm sein Sohn Bernd Dörfelt, Diplom-Ingenieur, das Unternehmen. Die Geschäfte in der damaligen

DDR liefen gut. Der Modellbauer fertigte weiter Holzmodelle für den Maschinenbau und erweiterte 1986 die Produktionsfläche. Hohe Termintreue und gute Qualität zeichnete schon damals Dörfelt aus.

### Neustart nach der Wende

1989 kamen dann Wende und Marktwirtschaft nach Zwickau. Für das Unternehmen bedeuteten das erstmal schwere Zeiten. „Unser komplettes Geschäft brach quasi zusammen“, erinnert sich Kay-Uwe Dörfelt. Denn die alten Kunden aus den ehemaligen VEBs existierten nicht mehr, außerdem war die Konkurrenz aus dem Westen sehr stark. Der Modellbauer suchte nach Alternativen: 1991 startete die Produktion von Gießereimodellen aus Styropor für die Automobilindustrie, die in Zwi-



Styroporbearbeitung mit der 3-Achsen Fräse Bilder: Dörfelt



Mit der CNC-Portalfräsmaschine FS 10 von Styrotec lassen alle typischen Anwendungen im Modellbau bewältigen. Dörfelt Modellbau nutzt den großen Fräsbereich (3900 x 2400 x 1400 mm) zur Zerspaltung von Styropor und Hartschaum.

ckau immer stark präsent war. Vor dem zweiten Weltkrieg Horch (später Audi), in der DDR der VEB Sachsenring, die den Trabant herstellten, und nach der Wende dann Volkswagen.

14 Mitarbeiter arbeiteten zu diesem Zeitpunkt im Betrieb.

1993 kam Kay-Uwe Dörfelt nach Zwickau zurück. Er hatte noch in der ehemaligen DDR

das Modellbauerhandwerk gelernt und nach der Wende bei der Firma Langer in Illmensee gearbeitet. Nach drei Jahren dort war er wieder im elterlichen Betrieb und machte den Modellbauermeister. 1994/1995 dann investierte das Unternehmen kräftig: Am Firmenstandort wurde groß erweitert, zudem modernisierte Dörfelt den Maschinenpark und kaufte die erste CNC-Fräse. Bernd Dörfelt wurde während der Bauarbeiten schwerkrank, Kay-Uwe Dörfelt vertrat ihn.

Der Kundenstamm wurde größer, die Kunden kamen nicht mehr nur aus Deutschland, sondern auch aus Italien, Polen, Österreich und der Slowakei. 1999 folgte die Qualitätsmanagement-Zertifizierung nach ISO 9001. 2011 folgte die nächste größere Investition in eine CNC-Fräse und eine Absauganlage mit Brikkettierpresse. Bernd Dörfelt starb im Februar 2012, mit Kay-Uwe Dörfelt übernahm die nächste Generation.

Es hat sich einiges getan in den letzten Jahren, die derzeitige Ungewissheit in der Automobilindustrie belastet auch das Unternehmen. Der Preisdruck, so Dörfelt, sei derzeit groß, der Konkurrenzdruck ebenfalls. Zudem werden die Kunden ungeduldiger, die Fristen geringer. „Was früher in zwei Wochen erledigt wurde, muss heute in einer geschehen.“

Von Ulrich König

## MF-Jungnetzwerk zu Gast bei Gößl + Pfaff

### Führungsnachwuchs der Branche trifft sich in Ingolstadt

**Seit 2016 kommen junge Führungskräfte und Betriebsinhaber der Modell- und Formenbaubranche zweimal im Jahr zum persönlichen Austausch zusammen. Im vergangenen Oktober trafen sich knapp 20 des mittlerweile auf über 60 Mitglieder angewachsenen Jungnetzwerks beim Netzwerpartner Gößl+Pfaff.**

Nachdem sich die Teilnehmer am Vorabend zu einem gemeinsamen Abendessen und anschließendem Netzwerken in Ingolstadt getroffen hatten, startete der Samstagmorgen in den Räumen des Netzwerpartners Gößl + Pfaff im nahe gelegenen Karlskron-Brautlach mit einem Bericht des Jungnetzwerksprechers Sven Scheidung zu den Aktivitäten der zurück liegenden Monate. Mit Herbert Schild und Werner Hauk waren außerdem zwei Vorstandsmitglieder angereist, die über die Entwicklungen im Bundesverband Modell- und Formenbau Auskunft gaben.

Im Anschluss daran präsentierte Jungnetzwerker und Gastgeber Johannes Pfaff den eigenen Betrieb, zunächst per PowerPoint und anschließend per Rundgang über das Firmengelände. 1984 von Roland Gößl und Josef Pfaff mit Reparatursets für Surfboards gegründet, hat sich das Unternehmen seither kontinuierlich zu einem kompetenten Partner in Sachen Klebstoffe, Composite und Kunstharze mit mehr als 1.500 Produkten entwickelt. Ein

Team von 22 Personen kümmert sich aktuell darum, dass Kunden in unterschiedlichen Industrien einfache und praktische Lösungen für ihre jeweiligen Anwendungen finden.

Für die Zeit nach der Mittagspause hatten sich die Jungnetzwerker mit Klaus Bindernagel einen ausgesuchten Fachmann für Organisationsentwicklung in Unternehmen eingeladen. Sein extra auf die Zielgruppe zugeschnittenes Thema „Nachfolgeplanung im Betrieb“ erarbeiteten sich die Teilnehmer gemeinsam mit

dem Referenten in einem moderierten Erfahrungsaustausch. Im Fokus standen kritische Erfolgsfaktoren für Prozess, die Problematik des Stilwechsels für Mitarbeiter und das Sichern von Familie, Unternehmen und Eigentum.

Das nächste Treffen findet am 21. Mai 2020 im Rahmen der Bundesverbandstagung in Friedrichshafen am Bodensee statt. Weitere Informationen zum Jungnetzwerk Modell- und Formenbau und Kontaktaufnahme unter [www.modell-formenbau.eu/jungnetzwerk](http://www.modell-formenbau.eu/jungnetzwerk).



Johannes Pfaff präsentiert das Unternehmen Gößl + Pfaff



Teilnehmer des Branchentreffs Hessen in der Polytechnischen Gesellschaft Frankfurt



Teilnehmer des Branchentreffs Südwestfalen in der PHÄNOMENTA in Lüdenscheid

## MF-Branchentreffs in immer mehr Regionen

### Erfolgreiches Format wird zunehmend nachgefragt

**2015 in Berlin-Brandenburg zum ersten Mal durchgeführt, entwickelt sich das Format „Branchentreff Modell- und Formenbau“ immer mehr zu einem Erfolgsmodell. Seit Oktober letzten Jahres fanden allein vier Branchentreffs in Berlin-Brandenburg, Hessen, Südwestfalen und Düsseldorf statt.**

„Nach inzwischen fünf erfolgreichen Veranstaltungen in Berlin-Brandenburg hat sich das Format bewährt und wird zunehmend auch in anderen Regionen nachgefragt“, freut sich Peter Gärtner, der zusammen mit Dr. Werner Melle, Obermeister in Berlin-Brandenburg, vor fünf Jahren das Konzept des Branchentreffs entwickelt hatte. Die Idee: Aktuelle Themen der Branche auf die Agenda setzen und sowohl Verbandsmitglieder als auch Nichtmitglieder zu Veranstaltungen an interessanten Orten einladen. Peter Gärtner: „Gerne unterstützen wir in der BV-Geschäftsstelle weitere interessierte Regionen und Innungen bei der Organisation und Durchführung von Branchentreffs.“

#### Berlin-Brandenburg

Bereits zum fünften Mal trafen sich Betriebe aus Berlin und Umgebung beim Branchentreff B-B, zu dem diesmal Heinz Jahn und sein Sohn Frithjof eingeladen hatten. Nach einem Rundgang durch den Betrieb mit Schwerpunkt Gießereimodellbau, bei dem es insbesondere bei den Modellbauerkollegen aus anderen Fachrichtungen einige Aha-Momente gab, setzte sich die 12-köp-

fige Gruppe anschließend noch zum fachlichen Austausch und zum Netzwerken zusammen. Leider sind von diesem Treffen keine Fotos überliefert.

#### Hessen

Nach 2017 kamen zum zweiten Mal Mitgliedsbetriebe und Nichtmitgliedsbetriebe zum Branchentreff Hessen zusammen. Versammlungsort war diesmal die Stiftung Polytechnische Gesellschaft Frankfurt am Main, der von Steffi Preisendörfer vorgeschlagen wurde. Eingeladen waren auch Vertreter der Region Rheinland-Pfalz (s. Foto 1) mit dem Ziel, gemeinsame Branchentreffs in der Zukunft zu organisieren. Nach dem fachlichen Austausch ging es weiter zum gemeinsamen Abendessen ins nahe gelegene MainNizza.

#### Südwestfalen

Premiere in Sachen Branchentreff hatten die Mitgliedsbetriebe der ehemaligen Innung Westfalen-Süd. Seit 1.1.2019 als Direktmitglieder im Bundesverband Modell- und Formenbau nutzten sie die neuen Möglichkeiten und luden kurzerhand Betriebe aus den umliegenden Regionen Bielefeld, Dort-



Teilnehmer des Branchentreffs Düsseldorf vor der Hafenkulisse bei HKM in Duisburg

mund/Münster und Düsseldorf mit ein. So kamen insgesamt 38 Teilnehmer in Lüdenscheid zusammen (s. Foto 2), die in der PHÄNOMENTA zunächst einen interaktiven, technisch-wissenschaftlichen Freitagsmorgen und anschließend einen branchenspezifischen Nachmittag erlebten, u.a. mit einem Fachvortrag zu 3D-Drucktechnologien. Nach einem geselligen Abend stand am Samstagvormittag noch ein Besuch im Kunststoffinstitut Lüdenscheid auf dem Programm.

#### Düsseldorf

Ende Januar 2020 hatten auch die Betriebe der ehemaligen Innung Düsseldorf ihre Branchentreff-Premiere. 19 Teilnehmer starteten am Vormittag mit einer Betriebsbesichtigung der Hüttenwerke Krupp-Mannesmann (HKM) in Duisburg (s. Foto 3), wo ihnen die Herstellung von Stahl über Roh-eisen im wahrsten Sinne des Wortes „nahe gebracht wurde“. Nach einem ruhrgebiertypischen Mittagimbiss mit Currywurst bestand beim nachmittäglichen Fachaus-tausch und dem gemeinsamen Abendessen gute Gelegenheit, alte Kontakte zu pflegen und neue zu knüpfen. ■



# Formotion GmbH erhält NRW-Innovationspreis

## BVMF-Mitgliedsbetrieb aus Südwestfalen ist unter den Gewinnern 2019

**Vier herausragende Handwerksunternehmen hat Wirtschafts- und Innovationsminister Prof. Dr. Andreas Pinkwart mit dem ersten Innovationspreis Handwerk 2019 ausgezeichnet: Der Preis würdigt Handwerksbetriebe, die nicht nur technologisch innovative Neuerungen umsetzen, sondern auch für neue Verfahren und Lösungsstrategien in sämtlichen ökonomischen oder sozialen Bereichen stehen.**

Eine vom nordrhein-westfälischen Wirtschaftsministerium und dem Westdeutschen Handwerkskammertag (WHKT) eingesetzte Jury vergibt den Preis künftig alle zwei Jahre, jeweils an ein Unternehmen mit weniger als zehn Mitarbeitern (Kategorie A) und ein Unternehmen mit mehr als zehn Mitarbeitern (Kategorie B). „Weil so viele herausragende Projekte eingereicht wurden, haben wir uns entschieden, in diesem Jahr vier statt wie ursprünglich vorgesehen zwei Gewinner auszuzeichnen“ erklärte NRW-Wirtschaftsminister Andreas Pinkwart. „Die vier Preisträger zeigen eine enorme Qualität von Innovationen, die von unserem heimischen Handwerk erzielt wird. Es stecken viel Erfinder- und Unterneh-

mergeist und technologische Kompetenzen in den Betrieben. Das trägt ganz wesentlich zur Zukunftsfähigkeit bei.“ Einer der beiden Kategorie-A-Betriebe des Innovationspreises NRW 2019 ist die Formotion GmbH aus Wilnsdorf in Südwestfalen. Die Jury würdigte die im Rahmen des Umzugs an einen neuen Standort durchgeführte Automatisierung wesentlicher Elemente des Workflows. Durch die verbesserten Organisationsmethoden konnten die Geschäftsprozesse neu aufgestellt und optimiert werden. „Durch die tägliche Arbeit mit individuellen Kundenproblemen entstehen Lösungen, die der Handwerksbetrieb selbst, die ganze Branche oder die gesamte Wirtschaft nutzen können“, sagte Hans Hund, Präsident des Westdeutschen Handwerkskammertags (WHKT). Es sei wichtig, die Innovationskraft des Handwerks herauszustellen, damit auch junge Leute erkennen, welche beruflichen Chancen die Betriebe aus dem Handwerk böten.



(v.l.n.r.): NRW-Wirtschaftsminister Prof. Dr. Andreas Pinkwart, Preisträger Thilo Krumm und Hans Hund, Präsident des westdeutschen Handwerkskammertages (Quelle: MWIDE NRW / Roberto Pfeil)



QR-Code: Video über die Formotion GmbH aus Anlass der Verleihung des NRW-Innovationspreises 2019 (Quelle: MWIDE NRW)

**gößl**  **pfaff**®

**... bei uns fliegen  
die Späne!**

- PU-Modellplatten
- Epoxi-Modellplatten
- Modellbaupasten
- Spachtelmassen
- Schleifmittel

Weitere Informationen zu unserem Sortiment finden Sie unter:  
[www.goessl-pfaff.de](http://www.goessl-pfaff.de)

# Neue Obermeister in Bielefeld, Niedersachsen/Bremen und Chemnitz

## Führungswechsel im Norden und Osten

Mit Karsten Kulbrock, André Kuhn und Kay-Uwe Dörfelt übernehmen drei neue Obermeister der jüngeren Generation die Führung in den nördlichen und östlichen Regionen des Bundesverbandes Modell- und Formenbau.

### Bielefeld

Der langjährige Obermeister der Modellbauerinnung Bielefeld, Heinz Kulbrock (74), hat sein Amt niedergelegt. Auf der Mitgliederversammlung Ende Oktober 2019 wurde sein Sohn Karsten Kulbrock zum Nachfolger gewählt. Markus Vollack (stellv. Obermeister) u. Michael Eweler vervollständigen den neuen Vorstand. Einstimmig ernannte die Versammlung anschließend Heinz Kulbrock zum Ehrenobermeister. 30 Jahre lang hatte er das Amt des Obermeisters inne. Seit 1982 war Heinz Kulbrock Vorstandsmitglied, seit 1986 stellvertretender Obermeister. Bereits im Juli 2019 hatte Heinz Kulbrock sein Goldenes Meisterjubiläum gefeiert.



Stolz präsentiert Heinz Kulbrock seine Ehrenobermeister-Urkunde, Sohn Karsten (li), Markus Vollack und Michael Eweler (re) bilden den würdigen Rahmen (Quelle: KH Bielefeld)

### Niedersachsen/Bremen

Sonja Prager, Obermeisterin der Landesinnung Niedersachsen/Bremen, hatte im Spätsommer 2019 erklärt, aus persönlichen Gründen nicht wieder für das Amt kandidieren zu wollen. Auf der Mitgliederversammlung Ende November wurde daraufhin ihr bisheriger Stellvertreter André Kuhn zum neuen Landesinnungsmeister gewählt, Thorsten Süring zu seinem neuen Stellver-



André Kuhn, neuer Landesobermeister in Niedersachsen/Bremen

treter. Thomas Wendt wurde in seinem Amt als Lehrlingswart bestätigt. Dem Vorstand gehören weiterhin Ernst-August Süring, Reinhard Hasselbach und Heinz Roessler an.

### Chemnitz

Ebenfalls aus persönlichen Gründen trat der langjährige Obermeister der Modellbauerinnung Chemnitz, Wolfram Schmidt, nicht mehr zur Wahl an. Die Mitgliederversammlung wählte seinen Stellvertreter Kay-Uwe Dörfelt zum neuen Obermeister. Bernd Clauß wurde zu seinem Stellvertreter bestimmt, Gernot Stabnow nimmt weiterhin die Aufgabe des Lehrlingswartes wahr. ■



Kay-Uwe Dörfelt, neuer Obermeister der Modellbauerinnung Chemnitz

## „Meisterverein“ aufgelöst

### Mitgliederversammlung beschließt Vereinsauflösung einstimmig

Die 22. Generalversammlung des Vereins „Ehemalige Meisterschüler der Bundesfachschule des deutschen Modellbauer-Handwerks Bad Wildungen e.V.“ hat am 13. September 2019 die Vereinsauflösung einstimmig beschlossen.

Die Entscheidung zur Vereinsauflösung kam nicht überraschend: Bereits auf den Generalversammlungen 2017 und 2018 wurde die zuletzt immer geringere Beteiligung der Vereinsmitglieder an den Jahrestreffen sowie die stetig abnehmende Nachfrage an Unterstützung von Seiten der aktuellen Meisterschüler konstatiert. Darüber hinaus wurde es immer schwerer einen Betrieb zu finden, der

sich zur Aufnahme eines Meisterschülers und der Anfertigung seines Meisterstücks bereit erklärt, sollte die entsprechende Anfrage eines Meisterschülers einmal vorliegen.

„Diese Entwicklungen haben den Verein ins Mark getroffen“, erklärt Martin Wölke, Vorsitzender seit Vereinsgründung. So sei der satzungsgemäße Zweck der Gemeinnützigkeit „Erziehung, Volks- und Berufsbildung“, insbesondere die Begleitung und Unterstützung der Meisterschüler an der Bundesfachschule Modell- und Formenbau, nicht mehr einzuhalten gewesen. Wölke: „Beiden Meisterschülern als Hauptzielgruppe besteht kaum mehr Bedarf und Interesse an der Unterstützung durch einen Verein bzw. an dessen Mitgliedschaft.“



Gründe seien vor allem das veränderte Kommunikationsverhalten in sozialen Netzwerken, sowie die grundsätzliche Einstellung der jungen Generation, sich nicht langfristig an eine Vereinsgemeinschaft binden zu wollen. Mit dem Auflösungsbeschluss wurde zwar die formale Löschung des Vereins im Laufe des Jahres 2020 besiegelt, gleichwohl wollen sich die bislang „Aktiven“ weiterhin zu privat organisierten Veranstaltungen treffen. Für 2020 ist ein Wiedersehen Mitte September in Augsburg geplant. Interessenten dürfen sich gerne bei Martin Wölke (mm.woelke@t-online.de) melden. ■

# Delegierten- und Obermeistertagung 2019

## Verbandspräsident Ulrich Herrmann mahnt zügige Umsetzung der Strukturreform an

Am 8. und 9. November 2019 trafen sich die Delegierten und Obermeister zu ihrer jährlichen Tagung in Dortmund. Neben den Berichten der Fachausschüsse standen die Entwicklungen im Projekt „Zukunft jetzt!“ sowie die Ergebnisse aus dem Strategie-Workshop auf der Agenda.

Nach der Eröffnung und Begrüßung der Teilnehmer durch Verbandspräsident Ulrich Herrmann am Freitagnachmittag gab der neue BVMF-Geschäftsführer Michael Bücking einen Statusbericht zum Projekt „Zukunft jetzt!“. Demnach erfolgte die Umstellung der Rechtsform des BVMF wie geplant, in dem alle (Landes-)Innungen, Vereinigungen und Direktmitglieder zum 1.1.2019 vom Bundesinnungsverband des Deutschen Modellbauerhandwerks in den neuen Bundesverband Modell- und Formenbau e.V. wechselten. Zeitgleich lösten sich die Innungen Westfalen-Süd und Düsseldorf nach vorgegangenen einstimmigen Beschlüssen auf. Deren Mitgliedsbetriebe sind



Verbandspräsident Ulrich Herrmann drängt auf einen schnellen Abschluss des Projektes „Zukunft jetzt!“

seitdem Direktmitglieder im BVMF e.V., ebenso wie die MF-Betriebe aus Hessen, Dresden, Köln, dem Saarland und aus Rheinland-Pfalz. Ulrich Herrmann machte in einer leidenschaftlichen Ansprache deutlich, dass er vor über zehn Jahren das Amt des Verbandspräsidenten mit dem Anspruch und dem Versprechen übernommen hatte, den Bundesverband Modell- und Formenbau fit für die Zukunft zu machen. 2017 wurde aus dem damals

beschlossenen Konzept das Projekt „Zukunft jetzt!“, das neben dem nun erfolgreich vollzogenen Rechtsformwechsel auch eine Strukturreform vorsieht. „Nur wenn wir unsere Ressourcen bündeln, haben wir als Verband langfristig eine Überlebenschance“, so Ulrich Herrmann. Die Innungen Westfalen-Süd und Düsseldorf hätten aktuell vorgemacht, wie ein erfolgreicher Wandel hin zu schlankeren Strukturen vollzogen werden kann. Herrmann: „Ich fordere alle Obermeister noch bestehender Innungen auf, unserem Beispiel zügig zu folgen.“ Der Vorstand und die Geschäftsführung böten dazu jedwede Unterstützung an. Michael Bücking berichtete anschließend über die Zielsetzung, den Verlauf und die Ergebnisse des Strategie-Workshops von Anfang September in Dortmund (siehe ‚modell+form‘ 3/2019, S. 6). Peter Gärtner stellte danach eine erste Auswertung der Mitgliederbefragung aus dem Oktober vor, die eine unmittelbare Folge aus dem Strategie-Workshop war. Er kündigte an, die Detailergebnisse im Frühjahr 2020 per ‚modell+form‘ und Webinar allen Mitgliedsbetrieben zugänglich zu machen. Nachdem der Freitag traditionell mit einem gemeinsamen Abendessen endete, stand der Samstagvormittag – ebenfalls traditionell – ganz im Zeichen der Berichte aus den Fachausschüssen und dem Jungnetzwerk. ■

NEUKADUR EP 14 nV mod. 2

altropol

✓ glasklares Epoxidharz

✓ sehr gute Fließfähigkeit

✓ exzellente Lichtstabilität

✓ universell - für Beschichtungen oder großvolumigen-Verguss

# P E R S Ö N L I C H & F Ö R M L I C H

Im Alter von 89 Jahren ist am 20. Oktober 2019 **Milan Antolkovic** aus München verstorben. Als Fachmann des Anschauungsmodellbaus hat er vor allem diesem Fertigungsbe-  
 reich einen größeren Stellenwert in der Ausbildung verschafft und für eine Modernisierung von Formen und Inhalten gesorgt. Über 15 Jahre engagierte er sich zudem als Vorsitzender des Ausschusses „Öffentlichkeitsarbeit“ (1982 – 1998) im Bundesverband Modell- und Formenbau für ein aktives Branchenmarketing. Mit viel Gestaltungs- und Organisations-talent realisierte er vor allem die Messebeteiligungen des Bundesverbandes, die sich mittlerweile als feste Einrichtung etabliert haben. Sein besonderes ehrenamtliches Engagement würdigte der Modellbauerverband mit der Silbernen und der Goldenen Ehrennadel. ■

Gleich drei ehrenamtlich engagierte Repräsentanten des Modellbauer-Handwerks konnten kürzlich ihren 60. Geburtstag feiern. Den Auftakt machte am 22. Dezember 2019 der ehemalige Obermeister der Modellbauer-Innung Thüringen / Sachsen Anhalt, **Reinhold Schmidt**. Der Modellbauermeister aus Wutha-Farnroda im thüringischen Wartburgkreis legte 1984 seine Meisterprüfung ab. Zwölf Jahre später übernahm er den Modell- und Formbaubetrieb von seinem Vater. Einer Firmentradition folgend engagierte sich Schmidt stark in der Ausbildung. Dank der intensiven Bemühungen um den beruflichen Nachwuchs verfügt das Unternehmen heute über einen festen und hochqualifizierten Mitarbeiterstamm, mit dem ein vielseitiges Leistungsspektrum mit Schwerpunkt Gießereimodellbau geboten wird. 2014 zog er sich aus der Firmenleitung zurück und übergab den Staf-felstab an seinen Sohn Christian Schmidt. ■



Nur wenige Tage nach seinem thüringischen Kollegen, am 28. Dezember 2009, folgte das Vorstandsmitglied beim Bundesverband Mo-

dell- und Formenbau, **Stephan Kegelmann** (unser Bild). Dem Gründer und Geschäftsführer von Kegelmann Technik in Rodgau-Jügesheim eilt der Ruf des innovativen Geschäftsmannes voraus, der sein Unternehmen mit großer Dynamik und nach modernsten Gesichtspunkten ausrichtet. Kegelmann Technik – 1989 gegründet und mit Rapid Prototyping groß geworden – ist heute in erster Linie ein Teilelieferant für Prototypen und Kleinserien in Alu und Kunststoff. Das Streben nach Neuerungen und Verbesserungen zeichnet den studierten Kunststofftechniker auch in seinem Ehrenamt aus. So war er noch als Obermeister der hessischen Modellbauer-Innung Hauptinitiator für die Übertragung der Innungsgeschäftsführung an den Bundesverband, und damit Vorreiter für noch eine effizientere Branchenvertretung. ■



Dritter im Bunde der Jubilare ist **Thomas Wendt** (unser Bild) aus Hildesheim. Er wurde am 10. Januar 2020 60 Jahre alt. Über seinen Kunden- und Kollegenkreis hinaus ist er nicht nur als Geschäftsführer der Modell- und Formentechnik Wendt GmbH, sondern vor allem als „Berufsbildner“ bekannt. In seiner Funktion als Vorsitzender des Bildungsausschusses beim Bundesverband Modell- und Formenbau trug er maßgeblich Verantwortung für das bundesweite Prüfungswesen. Unter seiner Regie erfolgte die Erarbeitung der aktuellen Ausbildungsordnung zum Technischen Modellbauer. Dass diese bundeseinheitlichen Standards für die betriebliche Ausbildung im Sommer 2009 in Kraft treten konnte, war nicht zuletzt der intensiven Arbeit von Thomas Wendt und einiger Ausschusskollegen zu verdanken. Nach der Neuregelung der Erstausbildung richtete Wendt seine Aufmerksamkeit auf die Aufstiegsfortbildung. Es galt, den technologischen Wandel auch in der Meisterausbildung nachzuvollziehen. Mit dem Inkrafttreten der Modellbauermeisterverordnung konnte am 1. September 2013 auch dieses wichtige Kapitel der Berufsbildungsarbeit

abgeschlossen werden. 2016 trat er ehrenamtlich kürzer und übergab den Ausschussvorsitz in jüngere Hände. ■



Völlig unerwartet ist am 11. Januar 2020 im Alter von 77 Jahren Modellbauermeister **Josef Blödt** (unser Bild) aus Amberg verstorben. Der frühere Inhaber des Modellbaubetriebes Blödt war 15 Jahre lang Lehrlingswart der Modellbauer-Innung Nordbayern. Außerdem agierte er sehr lange als Jurymitglieder für den praktischen Leistungswettbewerb. Dass Josef Blödt Ausbilder aus Leidenschaft war, belegen die zahlreichen Nachwuchs-Modellbauer, die ihre Lehre im Unternehmen abgeschlossen haben – und dabei wiederholt in den Prüfungen sowie im Leistungswettbewerb auf Landes- und Bundesebene mit Top-Ergebnissen überzeugten. Bis zuletzt arbeitete er noch aktiv im Unternehmen mit, wo man sich seit mehr als 45 Jahren mit der Herstellung von Modellen für Gießerei, Maschinenbau und Automobilindustrie beschäftigt. Wegen seiner ehrenamtlichen Verdienste zeichnete der Bundesverband Modell- und Formenbau Josef Blödt mit der Silbernen Ehrennadel aus. In seine Fußstapfen als Unternehmenschef wie als Lehrlingswart ist vor geraumer Zeit bereits sein Sohn Gerald Blödt getreten. ■

Den 85. Geburtstag feierte am 28. Januar 2020 Modellbauermeister **Roland Winzer** aus dem sächsischen Freiberg. Der Ruheständler zählt zu den Modellbauern der ersten Stunde, die sich unmittelbar nach der Wende in den neuen Bundesländern um den Wiederaufbau der Berufsstandsvertretung kümmerten. Nach seiner Wahl 1989 zum Obermeister der sich neu bildenden Modellbauer-Innung Chemnitz leistete er wirksame Aufbauarbeit. Als Schrittmacher einer solidarischen Branchenvertretung hat er sich vor allem um ein harmonisches Zusammenwachsen des Modellbauer-Handwerks in Ost und West verdient gemacht. ■

**Auswahl**

**Qualität**

**Service**

Seit Jahrzehnten führend durch ein breites und tiefes Produktsortiment der Bereiche

- Gießereibedarf
- Modellbaubedarf
- Werkzeugharze einschl. Zubehör



Wir sind Vertriebspartner von



**Was auch immer Sie suchen, bei uns werden Sie es finden!**  
*...oder wir finden es für Sie!*

**Wir bauen auf ein zentrales Wertesystem:**

- Kundenorientierung & Kundenzufriedenheit
- Innovation
- Teamfähigkeit
- Tradition (Familienunternehmen)

Hohnen & Co. KG

Telefon: 0521/922 12-0

[www.hohnen.de](http://www.hohnen.de)

Lipper Hellweg 47

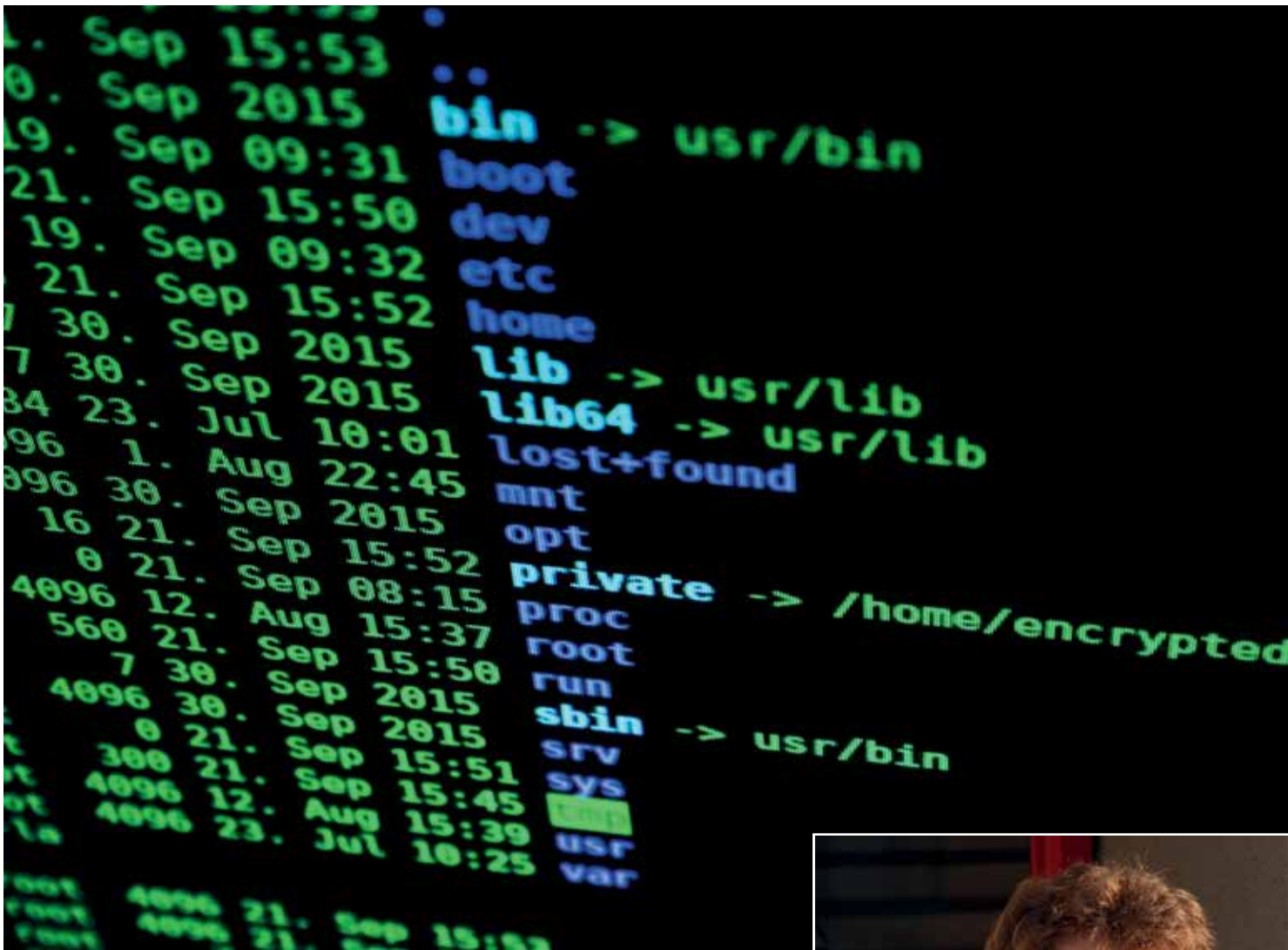
Fax: 0521/922 12-20

[shop.hohnen.de](http://shop.hohnen.de)

33604 Bielefeld

[info@hohnen.de](mailto:info@hohnen.de)

Bitte fordern Sie unsere aktuellen Verkaufsunterlagen an!



IT macht Maschinen nicht nur schlau und interaktiv, sondern auch anfälliger für Cyberangriffe. Bild: joffi / Pixabay

# Aufmerksamkeit schützt vor Hackern

## METAV 2020 bietet Expertenwissen zur Datensicherheit

Die Digitalisierung hat ihren Preis: Die Vernetzung von Menschen, Maschinen und Unternehmen erhöht nicht nur Produktivität und Nachhaltigkeit, sondern steigert auch das Risiko einer Cyberattacke. Wege aus dem Dilemma bietet der Kongress Cybersecurity des VDMA auf der METAV 2020. Ein Erfolgsrezept verrät vorab Heinz-Uwe Gernhard, Leiter des VDMA-Arbeitskreises Security und im Hauptberuf bei Robert Bosch in Stuttgart zuständig für IT-Security im Interview: Schulung der Aufmerksamkeit für Cyberattacken.

**modell + form:** Herr Gernhard, hat das Bewusstsein für Cybersecurity zugenommen?  
**Heinz-Uwe Gernhard:** Ja, aber nicht in dem Ausmaß, den ich damals beim Start des Arbeitskreises Security im Jahr 2012

erwartet habe. Es besteht nach wie vor dringender Handlungsbedarf, denn Deutschland und die EU werden mit Gesetzen und Regelungen Maßnahmen zum besseren Schutz, auch der Produktion, vor Cyberangriffen ein-



**/// In der heutigen vernetzten Welt ist keiner mehr vor einer Cyberattacke sicher ///**

weiß Heinz-Uwe Gernhard, IT Security and Application(C/TED1) bei der Robert Bosch GmbH.

**/// Hier muss ein Sinneswandel stattfinden ///**



Startseite > Maßnahmen zur Erhöhung der Sicherheit aus Sicht der Unternehmen > Überblick > Sicherheitsmaßnahmen von Unternehmen

### Welche Sicherheitsmaßnahmen führen Unternehmen im Allgemeinen durch?



Cyberattacken lassen sich durch Schulung von Mitarbeitern im Betrieb oder auch Online verhindern – oder zumindest die Auswirkungen verringern.  
Bild: Siemens

fordern. Ein Mittel zum Zweck ist sicherlich der Einsatz von zusätzlicher IT. Aber ohne das dazugehörige Wissen und die organisatorischen Fähigkeiten wird das allein nicht ausreichen, um für eine Erhöhung der notwendigen Sicherheit zu sorgen. Hilfreich in diesem Zusammenhang sind sicherlich die Bemühungen im Kontext von Industrie 4.0, aber dort ist Cybersecurity leider auch nur ein Thema von vielen.

**modell + form:** Was empfehlen Sie einem Einsteiger?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Einfach anfangen und Vorsorge treffen, sowohl technisch als auch organisatorisch. Das ist genauso wie bei der alljährlichen Grippe-Epidemie. Das Risiko, sie zu bekommen, ist nun mal ohne Grippe-schutzimpfung höher. In der heutigen vernetzten Welt ist keiner mehr vor einer Cyber-attacke sicher. Hier muss ein Sinneswandel stattfinden.

### Cyberattacken nehmen zu

**modell + form:** Welche Maßnahmen sollten Unternehmen ergreifen, die sich jetzt mitten in der digitalen Transformation – Stichwort Industrie 4.0 – befinden?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Es ist eine klare und eindeutige Managementaufgabe. Die Verantwortlichen müssen die Risiken, die durch die Vernetzung drohen, ganz klar erkennen und Maßnahmen definieren. Mit Blick auf die Verfügbarkeit der Produktionstechnik müssen sie verstehen, dass ihnen erhebliche Schäden drohen. Davor ist auf Grund der Vernetzung niemand gefeit. Wer die Fachpresse verfolgt, findet immer wieder Nachrichten, wie zum Beispiel, dass eine Cyberattacke sogar die IT einer Spezialfirma für Sicherheits- und Steuerungstechnik weitestgehend lahmlegte. Die Firma hat diesen Vorfall publik gemacht. Das ist für mich richtig und wichtig, denn wir sitzen alle im selben Boot.

**modell + form:** Doch noch ist Offenheit in Sachen Cyberattacken eher die Ausnahme: Inwiefern können Netzwerke wie der von Ihnen geleitete VDMA-Arbeitskreis Security dabei helfen – indem man untereinander offen über Cyberattacken spricht?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Wir gehen das Thema proaktiv an, in dem wir die Risiken klar adressieren und Hilfestellungen zu den vielfältigen Fragen bieten. Mir geht es insbesondere darum, dass wir über Verbandsgrenzen hinweg gemeinsam für Transparenz sorgen. Eine gute Ausgangsbasis bietet auch die Plattform Industrie 4.0 mit ihrem Link [www.plattform-i40.de](http://www.plattform-i40.de).

**modell + form:** Manche Firmen beginnen nun ganz gezielt, bei ihren Mitarbeitern das Bewusstsein für Betrugsszenarien zu wecken. Was halten Sie von dem neuen Zauberwort Cyberresilienz, das gerade die Runde macht?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Das ist der richtige Weg, denn Aufmerksamkeit bietet für diese Bedrohungsart den besten Schutz. Das ist eine Fähigkeit, die jeder Anwender von Cybertechnologien besitzen sollte.

### Oft fehlt das richtige Bewusstsein

**modell + form:** Wie beurteilen Sie den Stand der Sicherheits-IT?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Vergleichen wir es mit dem Verkehr. Ein Autofahrer brauchte im Jahr 1920 ein ganz anderes Risikobewusstsein als ein heutiger Pkw-Lenker, dessen Fahrzeug eine deutlich geringere Aufmerksamkeit erfordert, weil es ihm vieles abnimmt. Fahrzeuge und Infrastruktur machen das Autofahren heute sehr viel risikoärmer. Im Vergleich dazu ist der Reifegrad unserer gegenwärtigen IT in Bezug auf ihre inhärenten Risiken auf dem Stand eines Autos von 1920. Es erfordert vom Benutzer eine hohe Aufmerksamkeit und vielfältiges Wissen. Awareness oder auf

gut Hessisch „uffpasse!“ ist aktuell ein zentrales Thema.

**modell + form:** Ist das nicht Angstmacherei?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Nein, es ist keine Angstmacherei. Beispielhaft werden Szenarien im Roman Blackout von Marc Elsberg durchgespielt. Die technischen Aspekte darin sind eben keine Fiktion, sondern entsprechen den Realitäten und sind nur von ihm romanhaft und spannend verpackt worden. Hier wurde ja auch der Gesetzgeber mit dem IT-Sicherheitsgesetz (Kritis) aktiv, das sich gerade in Überarbeitung befindet.

**modell + form:** Der IT-Experte Peter Turczak sagte im VDMA Magazin: „In eine Cloud würde ich niemals Daten ablegen, ohne die unser Betrieb stillstehen würde.“ Unternehmen benötigen aber Daten für die Umsetzung von Industrie 4.0 und müssen sie sicher speichern. Was gehört in die Cloud und was nicht?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Der IT-Kollege spricht die zentrale Forderung nach Verfügbarkeit an. Als Nachrichtentechniker sehe ich immer den Wettbewerb zwischen Bandbreite, Rechnerleistung vor Ort und natürlich den Kosten. Die Cloud bietet vielen eine zentralisierte Anwendung mit viel Rechnerleistung, wenn die Bandbreite stimmt. Der Anwender muss die Art des Cloud-Einsatzes mit Blick auf seine Risikobereitschaft und Verfügbarkeitsanforderungen und seinen technischen und organisatorischen Fähigkeiten abwägen. Eine andere wichtige Frage ist natürlich das Vertrauen bzw. die Vertrauenswürdigkeit des Anbieters und deren Sicherstellung.

**modell + form:** Es ist also eine Vertrauensfrage?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Genau, ich muss mich fragen, wem ich wie vertraue. Reichen im gegebenen Rechtsraum technische Maßnahmen, Verträge und Zertifizierungen von beteiligten Dienstleistern aus?

**modell + form:** Auf der Metav 2020 verfügen die meisten Werkzeugmaschinen über Internetanschlüsse: Worauf sollten Messebesucher achten?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Es handelt sich hoffentlich nicht um einen offenen Internetanschluss, sondern um eine, auch hier wieder, vertrauenswürdige Verbindung. Fragen Sie hierzu nicht nur nach der technischen Lösung, sondern auch nach den organisatorischen Fähigkeiten des Anbieters. Technisch bieten sich private VPN-Netze mit entsprechender vertraglicher Absicherung an.

**modell + form:** Wie kann sich der Messebesucher auf das Gespräch vorbereiten?

**Heinz-Uwe Gernhard:** Hilfe bietet die Norm ISO/IEC 62443, die im Teil 2-4 mit den „Anforderungen an das IT-Sicherheitsprogramm von Dienstleistern für industrielle Automatisierungssysteme“ den Rahmen vorgibt, worauf er bei Angeboten achten sollte. Ansonsten sind Regelungen und Standards, auch wenn sie oft etwas spröde sind, hilfreich und zielführend.

**modell + form:** Herr Gernhard, wir bedanken uns für das Gespräch. ■

Von Nikolaus Fecht



Wissenschaftler des Fraunhofer ILT untersuchen den Einsatz einer blau emittierenden Laserstrahlquelle in der Additiven Fertigung.

## Mehr Produktivität durch optimierte AM-Prozesse

**Der Markt für additive Verfahren wächst weiter mit rund 20 Prozent und hat ein Volumen von 10 Milliarden Euro erreicht. Dies berichtet der Veranstalter der formnext, der Messe für Additive Manufacturing (AM) in Frankfurt am Main. Dabei geht der Trend klar zu mehr Produktivität. Mit neuen Materialien, Lasern für die eMobility oder hocheffizienten 3D-Beschichtungsverfahren liefert das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT dafür die richtigen Ideen.**



Werkzeug „Pulvergasstrahl“: Mit dem Powder Jet Monitor kann erstmals dokumentiert werden, wie Düsen den Pulvergasstrom, die Verteilung der Partikeldichte und andere Parameter beeinflussen. Bild: Fraunhofer ILT, Aachen

Die additiven Verfahren, oder einfacher gesagt der industrielle 3D-Druck, haben die Nische verlassen und halten Einzug in vielen Bereichen der etablierten Industrien. Nach den Pionieren aus der Luft- und Raumfahrt oder der Medizintechnik kommen Interessenten jetzt auch aus der Elektrotechnik oder dem Offshore-Bereich. Der Fokus verschiebt sich dabei von Einzellösungen hin zu kompletten Prozessketten.

Die Experten des Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT zeigen auf der formnext, wie der Sprung in eine neue Technologie-Generation der Additiven Fertigung gelingt: Sie präsentieren eine Reihe neuer Verfahren und zeigen im Projekt futureAM, wie die digitale und physische Wertschöpfung vom Auftragseingang bis zum fertigen 3D-Druck-Bauteil optimiert werden kann.

### Effizienter 3D-Druck mit hochreinem Kupfer

Kupfer reflektiert die Strahlung etablierter Laserstrahlquellen im nahen Infrarot vergleichsweise stark, dadurch sind die entsprechenden Bearbeitungsprozesse deutlich schwerer umzusetzen. Mit Lasern im grünen Spektralbereich sieht dies anders aus, damit lassen sich sogar Bauteile aus hochreinem Kupfer im Laser Powder Bed Fusion (LPBF)-Verfahren herstellen.

Der LPBF-Prozess mit einer grünen Strahlquelle wurde am Fraunhofer ILT untersucht. Hierbei wurden unter anderem Bauteile für elektrotechnische Anwendungen her-

gestellt. Dank der exzellenten thermischen und elektrischen Leitfähigkeit von hochreinem Kupfer eignet sich das Verfahren auch zur Fertigung von Wärmetauschern oder allgemein für Bauteile mit einer hohen Funktionsdichte beispielsweise im Bereich eMobility. Darüber hinaus untersuchen die Experten des Fraunhofer ILT den Einsatz einer blau emittierenden Laserstrahlquelle in der Additiven Fertigung. Das Institut bietet Unterstützung von der ersten Machbarkeitsuntersuchung bis hin zum Entwicklungsprojekt für LPBF-Prozesse an.

### Prozessüberwachung: den Pulverstrahl beim Laserauftragschweißen vermessen

Für die Reparatur und Herstellung metallischer Bauteile beim Additive Manufacturing und dem Auftragen von Schutzschichten hat sich das Laserauftragschweißen (Laser Material Deposition – LMD) etabliert: Ein pulverförmiger Zusatzwerkstoff wird über eine Düse in die vom Laserstrahl erzeugte Schmelze eingebracht. Dabei entsteht eine Schicht, die schmelzmetallurgisch mit dem Werkstück verbunden ist.

Die Pulverzufuhr in das Schmelzbad ist dabei entscheidend: Sie beeinflusst maßgeblich die Schichtqualität und die Wirtschaftlichkeit des Prozesses. Viele Parameter beeinflussen das Werkzeug „Pulvergasstrahl“. Dieses zu charakterisieren und zu dokumentieren war bislang nicht möglich. Deshalb wurde am Fraunhofer ILT der Powder Jet Monitor (PJM) entwickelt. Das PJM-System setzt einen Laser ein, der den Pulvergasstrom in einer Ebene beleuchtet, und eine Kamera, die die Pulverpartikel und ihre Position erfasst. Auf diese Weise erhält der Anwender Informationen über die gesamte Verteilung der Partikeldichte. Der Powder Jet Monitor ermöglicht die Dokumentation des Düsenverschleißes und die Einstellung der Pulverdüse. Außerdem kann der Einfluss der Parameter der Pulverzuführung untersucht werden. Damit ist erstmals ein industrietaugliches System zur Vermessung des Werkzeugs „Pulvergasstrahl“ bereitgestellt.

### futureAM – Faktor 10 schneller

Mehr Effizienz ist nach wie vor die wichtigste Forderung beim Additive Manufacturing mit metallischen Werkstoffen (Metall AM). Nur so kann die Industrie von Pionierlösungen in die Serienfertigung vorstoßen. Ende 2017 startete deshalb das Fraunhofer-Leitprojekt futureAM. Dort werden additive Verfahren mindestens um den Faktor 10 beschleunigt, die Herstellkosten reduziert und mit neuen Anlagenkonzepten Beschränkungen der Baugröße aufgehoben. Im Mittelpunkt steht die ganzheitliche Sicht auf die digitale und physische Wertschöpfung vom Auftragseingang bis zum fertigen metallischen 3D-Druck-Bauteil. Am Projekt beteiligen sich unter der Führung des Fraunhofer ILT fünf weitere Fraunhofer-Institute. ■



# Wenn Maschinen entscheiden würden ...



HOCHWERTIG  
EFFIZIENT  
SICHER

10.03.2020 – 13.03.2020  
METAV Düsseldorf  
Halle 1 Stand C78



[www.tebis.com](http://www.tebis.com)

... **NC-Programme am liebsten von Tebis!** Maschinen lieben Tebis, weil sie Meisterstücke in Rekordzeit fertigen und von Kollisionen verschont bleiben: dank Highend-Flächentechnologie, NC-Automation, Maschinen- und Werkzeugsimulation. Tebis optimiert Prozesse, senkt Kosten, macht Rentabilität berechenbar. Darum nutzen die meisten Automobilhersteller weltweit Tebis.

**Für Ihre Maschinen nur das Beste. Tebis forever.**

**tebis**

**CAD/CAM MES**  
Software & Services

## Formnext im kräftigen Aufwind



Mit einem starken Wachstum beeindruckte die Formnext 2019. Fast 35.000 Fach- und Führungskräfte (rund 7.500 mehr als im Vorjahr) kamen nach Frankfurt am Main, um sich über die immer größer werdenden Anwendungsfelder der additiven Fertigung zu informieren. Gelegenheit dazu boten 852 Anbieter, die der Messe einen neuen Ausstellerrekord bescherten.

Unternehmen wie 3D Systems, Arburg, DMG Mori, EOS, Siemens, Trumpf, Voxeljet und viele andere stellten noch effizientere neue Fertigungstechnologien vor und präsentierten fortschrittliche Lösungen für deren integrierten industriellen Einsatz. Zahlreiche international etablierte aber auch junge Unternehmen präsentierten Weltneuheiten entlang der gesamten Prozesskette. Dazu zählten zum Beispiel neue 3D-druckbare Materialien, die den Einsatzbereich der Additiven Fertigung von der Luft- und Raumfahrt über Automobil- und Railway-Industrie bis zum Werkzeug- und Formenbau deutlich erweitern. Auch im wichtigen Bereich Post-processing konnten zahlreiche Aussteller Innovationen präsentieren, die den industriellen Einsatz additiver Fertigung weiter vorantreiben.

Für die Messgesellschaft bestätigte die Formnext ihren Erfolgstrend. „Die Additive Fertigung ist definitiv in der Industrie angekommen. Zusammen mit unserer enorm dynamischen Branche werden wir als Messeveranstalter diese Entwicklung weiter mitgehen, unterstützen und vorantreiben“, sagte Sascha F. Wenzler, Vice President Formnext beim Veranstalter Mesago Messe Frankfurt GmbH. Die Entwicklung der Messe und die Innovationen der Aussteller überzeugte auch die meisten Besucher. „Die Formnext ist weltweit eine einzigartige Show. Es gibt keinen anderen Ort, an dem man Unternehmen aus der gesamten additiven Wertschöpfungskette aus Europa, den USA, China und anderen Märkten treffen kann. Der große Mehrwert, den wir durch unsere Teilnahme erlangt haben, lässt sich gar nicht bemessen“, meinte beispielsweise Haden Quinlan, Program Manager, Center for Additive and

digital Advanced Production Technologies at Massachusetts Institute of Technology (MIT).

### Partnerland USA

Mit den USA hat sich auf der Formnext 2019 erstmals ein Partnerland präsentiert. Die Besucher erlebten ein vielseitiges Rahmenprogramm, das vom US Commercial Service und zahlreichen wichtigen Verbänden gestaltet wurde. Das bereits zum zweiten Mal auf der Formnext ausgetragene transatlantische AM Standards Forum brachte die Entwicklung international einheitlicher Normen und

Standards für die Additive Fertigung weiter voran. Mehr als 50 US-Aussteller präsentierten sich in den Messehallen oder am US-Pavillon. „Die Formnext hat für die Branche und für US-Unternehmen einen sehr hohen Stellenwert. In diesem Jahr wuchs die Beteiligung der US-Aussteller im Vergleich zu 2018 um fast 40%, so dass wir die Vielfalt der innovativen Produkte und Dienstleistungen amerikanischer Unternehmen wirklich zeigen konnten“, so Ken Walsh, Commercial Consul des US Commercial Service. Parallel wuchs die Zahl der US-Besucher um 25 Prozent. ■



Bilder: Mesago / Matthias Kutt

# 3D-Druck lohnt sich bei Ersatzteilen

**3D-Druck für Ersatzteile – rechnet sich das? Ja, meint Jakob Heinen, PhD, Kühne Logistics University in Hamburg. Gemeinsam mit Prof. Dr. Kai Hoberg, Leiter der Abteilung Logistik und Professor für Supply Chain and Operations Strategy, hat er ein Optimierungsmodell entwickelt, das anhand realer Daten zeigt, wie der 3D-Druck in vielen Fällen von Vorteil sein kann.**

Der 3D-Druck ist auch bekannt als additive Fertigung und findet bereits heute in vielen Branchen Anwendung. Beispiele sind leichte Flugzeugkomponenten, maßgeschneiderte medizinische Geräte oder schnell einsatzbereite Werkzeuge. Auch für einzelne Ersatzteile hat sich diese Fertigungstechnik bewährt. Doch lohnt sich das auch im größeren Rahmen? Supply-Chain-Experten haben ein Optimierungsmodell entwickelt, das erstmals das gesamte Ersatzteil-Portfolio in den Blick nimmt. Angewendet wurde das Modell auf einen großen realen Datensatz eines führenden Fahrzeugherstellers, der mehr als 50.000 Ersatzteile aus neun Jahren umfasst.

Das Ergebnis der Arbeit: Der 3D-Druck ist eine sinnvolle wirtschaftliche Alternative für einen erheblichen Anteil von Ersatzteilen. Das gilt vor allem für selten nachgefragte Teile in geringen Stückzahlen. „Hersteller versorgen im Rahmen des Kundenservice auch eigene Fahrzeuge, die bereits lange aus der Serienfertigung ausgelaufen sind. Ersatzteile werden dann oft weniger als einmal pro Jahr benötigt. Genau in diesen Fällen kann der 3D-Druck preiswerter als die traditionelle Fertigung sein“, erläutert Heinen. „Zwar sind die Produktionskosten pro Stück oft deutlich höher als in der traditionellen Fertigung. Doch statt an Mindestmengen gebunden zu sein und große Vorräte anzulegen, können Unternehmen die tatsächlich benötigte Menge pro-



Bild: MSC Software

duzieren. Das spart jahrelange Lagerkosten.“ Auch der Service lässt sich mit dieser Technik verbessern, da ein Hersteller schneller auf Kundenwünsche reagieren kann.

## Digitalisierung braucht Weitsicht

„Es lohnt sich, die strategische Frage nach dem passenden Fertigungsmix nicht dem Zufall zu überlassen. Der 3D-Druck hat viel zu bieten“, resümiert Prof. Kai Hoberg. Allerdings sollten die Verantwortlichen stets für einen Mindestbestand sorgen, um Lieferengpässe zu vermeiden. Außerdem appelliert der Logistik-Experte an die Weitsicht der Entscheider: „Um den Übergang zur additiven Fertigung von Ersatzteilen zu erleichtern, müssen Manager bereits heute mit den Vorbereitungen beginnen. Denn oft ist die Digitalisierung von technischen Zeichnungen ein Engpass für eine reibungslose Produktion.“ Das Modell betrachtet und bewertet die Kosten in der gesamten Lieferkette. Ein Bei-

spiel: Bei der traditionellen Herstellung fallen jedes Mal Kosten an, wenn eine Produktionsanlage für ein anderes Ersatzteil umgerüstet wird. Wie hoch diese Kosten für einen Einzelteil-Typ sind, richtet sich u. a. nach Nachfrage- menge, Auftrags- und Mindestbestellmenge oder Servicegrad. Bei der additiven Fertigung sind zwar Investitionen notwendig (z. B. in Hardware oder technische Zeichnungen), es können aber deutlich geringere Mengen flexibel und ohne zusätzliche Kosten produziert werden. Das Modell von Heinen und Hoberg kalkuliert nun für jedes einzelne Ersatzteil das Optimum für Kennzahlen wie Lagermenge, Lieferzeit und Produktionskosten. Das Ergebnis bietet die Grundlage dafür zu entscheiden, ob die Produktion für die jeweiligen Ersatzteile auf 3D-Druck umgestellt werden sollte. Wenn die Kosten für 3D-Druck beispielsweise viermal so hoch sind wie bei der traditionellen Fertigung, lohnt sich der 3D-Druck noch für bis zu 8 Prozent aller Teile. ■

## Gebrauchtmaschinen An- und Verkauf

### Gebrauchtmaschinen für den Modell- und Formenbau

- Zimmermann 5-Achs Portalfräsmaschinen.
- Alle konventionellen Zimmermann Modellbaumaschinen.
- Styropor-Fräsmaschinen, sowie Werkzeuge und weitere Anlagen zur Bearbeitung von Styropor.

**Gerne kaufen wir auch Ihre gebrauchten Maschinen!**

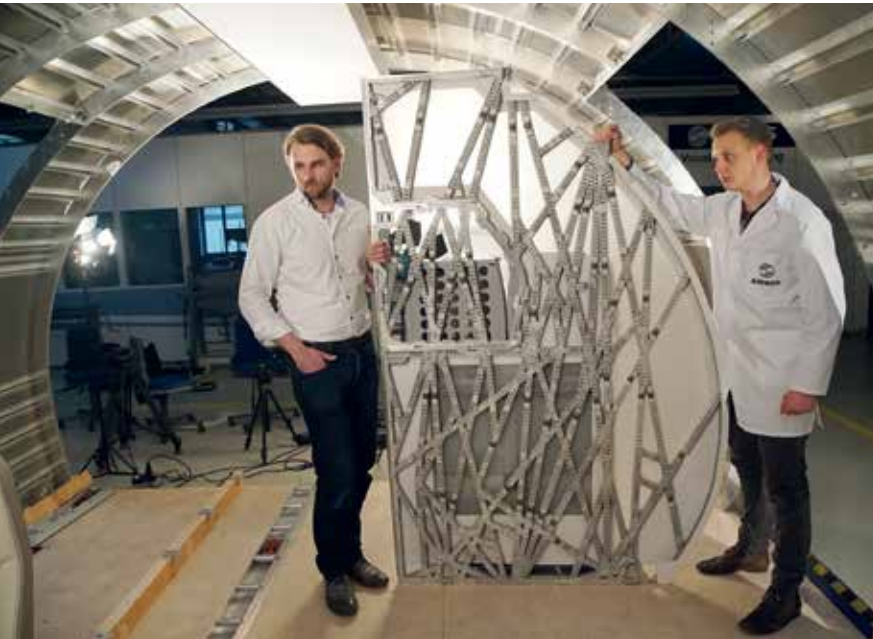


Aktuelle Maschinen finden Sie unter [www.styrotec.com](http://www.styrotec.com)

**STYROTEC**

# Mit generativem Design zu leichteren Flugzeugteilen

## Airbus und Autodesk optimieren bei Konstruktion und Prozessabläufen



Die bionische Trennwand wurde mit generativem Design optimiert und ist bei gleicher Stabilität deutlich leichter als das bisherige Bauteil.

**Airbus und Autodesk geben Einblicke in den Flugzeugbau der Zukunft: Um komplexe Herausforderungen in Konstruktion und Produktion anzugehen, setzt Airbus bereits seit längerem auf den generativen Design-Ansatz von Autodesk.**

Auf der Autodesk University Las Vegas präsentierten die Unternehmen, wie Produktentwicklung und -produktion von Flugzeugteilen mithilfe der Autodesk-Technologie langfristig intelligenter, effizienter und wirtschaftlicher werden können. Gleich zwei Flugzeugbauteile sollen künftig mithilfe des generativen Design-Ansatzes umgesetzt werden: In Kürze startet die Produktion der weiterentwickelten sogenannten bionischen Trennwand. Darüber hinaus kommt die Autodesk-Technologie in der Entwicklungsarbeit für die neue Version des Seitenleitwerks des A320 zum Einsatz. Zudem plant Airbus den Bau einer „Produktionsstätte der Zukunft“ in Hamburg. Bei der Planung der zukunftsweisenden Fabrik setzt der Flugzeugbauer ebenfalls auf den generativen Design-Ansatz und verfolgt das Ziel, seinen Mitarbeitern ein optimales, modernes Arbeitsumfeld für mehr Effizienz und Produktivität zu schaffen.

### Bionische Trennwand 2.0 geht in Produktion

Bereits 2015 zeigt Airbus seine erste Machbarkeitsstudie mit generativem Design: eine sogenannte bionische Trennwand. Diese stellt eine futuristische Version einer Trennwand dar, die den Passagierraum von der Bordküche des Flugzeugs trennt und dabei die Klappsitze für das Bordpersonal trägt.

Die mit der Unterstützung von Autodesk überarbeitete Trennwand ist 45 Prozent leichter als herkömmliche Teile dieser Art, jedoch ebenso stabil – die Gewichtseinsparungen wirken sich darüber hinaus auch positiv auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Flugzeuge aus. Airbus schätzt, durch den neuen Designansatz fast eine halbe Million Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr einsparen zu können, sollte das Element in die aktuell bestehenden Aufträge an A320 Flugzeugen eingebaut werden.

Nachdem die ursprünglich gewünschte Produktionsmethode mittels 3D-Metalldruck aufgrund verschiedener Faktoren wie den Materialanforderungen in der Luftfahrt nicht möglich war, untersuchte das zuständige Team alternative Herstellungsverfahren und entschied sich für einen Mix aus klassischer Gusstechnik und 3D-Druckverfahren: Airbus stellt zunächst eine 3D-gedruckte Gussform aus Plastik her und gießt das Bauteil anschließend in eine Legierung, die bereits für das Fliegen zugelassen ist.

Die bionische Trennwand 2.0 ist genauso stabil und leicht wie ihr Vorgängermodell. Das angepasste Design macht das bionische Bauteil wesentlich einfacher in der Produktion. Durch die Optimierungen kann die Trennwand sogar zu denselben Kosten hergestellt werden, wie das aktuell eingesetzte Bauteil.

### Test neuer Konstruktionsoptionen

Airbus verkündete außerdem, sich bereits mit der Optimierung eines weiteren Flugzeugteils – dem Seitenleitwerk (umgangssprachlich: Heckflosse) des A320 – zu beschäftigen. Das Seitenleitwerk eines Flugzeugs hat die Funktion, für Richtungsstabilität zu sorgen und aerodynamische Ineffizienz zu reduzieren, die durch seitliche Bewegungen entstehen kann. Der generative Design-Ansatz von Autodesk ermöglicht es dabei dem Entwicklungsteam, hunderte an Designalternativen durchzuspielen. Diese erfüllen allesamt die Anforderungen an das Seitenleitwerk bezüglich Steifheit, Stabilität und Masse, bieten aber gleichzeitig Vorteile in Bezug auf das Gewicht, das in der Luftfahrt eine wichtige Rolle spielt.

### Planung einer „Produktionsstätte der Zukunft“ in Hamburg

Zusätzlich plant Airbus den Bau einer neuen Produktionsstätte für die Montage von Triebwerken in Hamburg. Das Besondere: Bestärkt von den positiven Erfahrungen bei Flugzeugkomponenten und einem vielversprechenden Pilotprojekt, wird Airbus bei der Planung sowohl des Gebäudes als auch der Arbeitsabläufe auf den generativen Design-Ansatz von Autodesk setzen. Ziel von Airbus ist es, die Montage von Triebwerken mit effizienteren logistischen Abläufen deutlich zu beschleunigen und damit auch die Produktivität der Mitarbeiter zu erhöhen – und das in einer Produktionsstätte, die flexibel an aktuelle sowie künftige Anforderungen des Unternehmens angepasst werden kann.

„Generatives Design ermöglicht es uns, eine nachhaltigere Architektur zu entwickeln, die besser auf die Bedürfnisse unserer Beschäftigten und die Arbeitsbedingungen einzahlt“, erklärt Schäfer. „Generatives Design hat außerdem verändert, wie wir denken und wie wir an die Gestaltung von etwas herangehen. Generatives Design überwindet vorgefasste Meinungen und blinde Flecken. Egal, welche der Designoptionen wir wählen, wir sind uns sicher, dass diese Produktionsstätte effizienter arbeiten und kostengünstiger zu bauen sein wird.“ ■



Ein Modell des mit generativem Design optimierten Seitenleitwerks eines A320.

Bild: Autodesk

# Tebis Consulting erhält Wirtschaftswoche-Award

Im zweiten Jahr in Folge erzielte das Beratungsteam von Tebis Consulting mit einem eingereichten Kundenprojekt eine Auszeichnung beim Wirtschaftswoche-Award „Best of Consulting Mittelstand“. In diesem Jahr nahmen Jens Lüttke, Leiter Tebis Consulting, und sein Team die branchenweit renommierte Auszeichnung in der Kategorie „Operational Excellence“ entgegen. Im vergangenen Jahr erzielte Tebis Consulting den ersten Platz in der Kategorie „Beste Wettbewerbsstrategie“.

„Wir sind sehr stolz, dass wir wieder von der Jury des Wirtschaftswoche-Awards prämiert wurden. Uns ist allen voran die Zufriedenheit unserer Kunden wichtig. Hier positives Feedback zu erzielen, bedeutet uns viel. Dass wir darüber hinaus auch von der externen, neutralen Jury des Wirtschaftswoche-Awards und im direkten Vergleich mit weiteren Playern der Branche gewürdigt werden, macht uns stolz und bestätigt uns in unserer Positionierung“, erklärt Jens Lüttke. Tebis Consulting reichte bei diesem Award sein Kundenprojekt mit dem baden-württembergischen Formenbau-Unternehmen Pfletschinger & Gauch GmbH ein. Im Rahmen dieses Projekts wurden in Form mehrerer Projekte maßgebliche Beratungsleistungen rund um die künftige strategische Ausrichtung des Kunden erbracht sowie nachhaltige Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung evaluiert und umgesetzt. Auf Basis der Beratungsleistungen durch Tebis Consulting kann das Unternehmen auf beeindruckende Kennzahlen verweisen: Das Plochingen Unternehmen steigerte den Umsatz deutlich und erzielt heute mit den gleichen Ressourcen mehr Durchsatz. Die manuellen Maschinenlaufzeiten wurden zudem um 25 Prozent gesteigert. Durch die



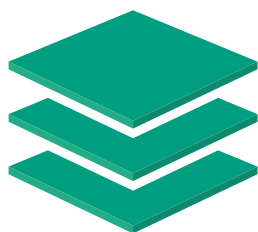
Jens Lüttke (li.) und Markus Rausch von Tebis Consulting freuen sich über den Wirtschaftswoche Award „Best of Consulting Mittelstand 2019“. Tebis Consulting erzielte den dritten Platz in der Kategorie „Operational Excellence“.

Bild: Frank Beer / Tim Frankenheim

geänderte strategische Ausrichtung und den gezielten Zukauf von Kleinteilen wurde die Ertragslage deutlich verbessert.

„Neben all den erfreulichen Verbesserungen in Bezug auf unsere betriebswirtschaftlichen Kennzahlen und unsere Abläufe hat uns die Zusammenarbeit mit Tebis auch noch in anderer Form weitergebracht“, resümiert Roland Pfletschinger, Geschäftsführer bei Pfletschinger & Gauch. „Zusammen mit dem Tebis Team ist es uns gelun-

gen, eingefahrene Strukturen aufzubrechen und uns konsequent strategisch auszurichten. Die Mitarbeiter wurden von Anfang an mit einbezogen und stehen hinter den Veränderungen – diese Basis machte eine konsequente Umsetzung möglich“. Roland Pfletschinger ergänzt: „Wir haben mit Unterstützung von Tebis Consulting gelernt, uns zu verändern. Diese neue Gangart werden wir beibehalten und setzen dazu auch künftig auf die Beratung von Tebis Consulting.“ ■



# NAFAB

## FOAMS



## MODELL UND FORMENBAU

EPS SCHÄUME HÖCHSTER QUALITÄT, PRÄZISION UND GÜTE

NAFAB Foams GmbH | Schwarzer Weg 7-37, D-53227 Bonn | +49(0)228 85054130

[www.nafab-foams.de](http://www.nafab-foams.de) | [info@nafab-foams.de](mailto:info@nafab-foams.de)

# Additive Fertigung: Das Zukunftsthema der Produktionstechnik

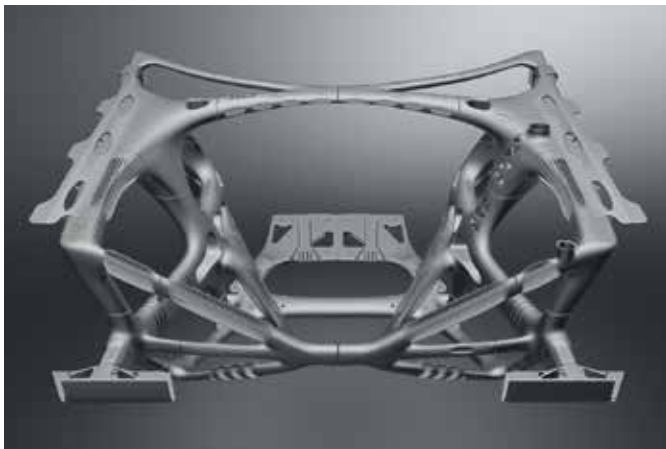
## Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt setzen auf 3D-Druck

**Additive Fertigung ist das große Zukunftsthema der Produktionstechnik. Der dreidimensionale Druck ergänzt immer stärker herkömmliche Fertigungstechniken und ist in vielen anspruchsvollen Industrien wie der Medizintechnik, der Automobilindustrie und der Luft- und Raumfahrt bereits erfolgreich im Einsatz. Auch Gießereindustrie, Stahl- und Aluminiumbranche haben das Potenzial des 3D-Drucks erkannt.**

*Leichtbau mit additiver Fertigung: Demonstratorfahrzeug VW Caddy mit hochfester Vorderwagenstruktur aus der 3D-Druck-Hochleistungslegierung Scalmalloy. Von der Umsetzung der Idee bis zum fertig umgebauten Fahrzeug vergingen gerade mal neun Monate. Bild: csi*



*Vorbereitung der Rohkarosserie: Ein VW Caddy der ersten Generation wurde komplett entkernt und die Vorderwagenstruktur neu aufgebaut. Bild: csi*



*Neben dem Wärmemanagement wurden passive Sicherheit, Flüssigkeitsspeicherung und andere Funktionen in das organische, lastgetriebene Design des Frontmoduls integriert. Bild: csi*



*Hightech mit Funktionsintegration: Wärmemanagement sowie die Bauraum- und Gewichtsreduzierung entscheidende Punkte für die Konstruktion des innovativen Vorderbaus. Bild: csi*

Ein Blick unter die Motorhaube des Demonstratorfahrzeugs zeigt das Potenzial des industriellen 3D-Drucks für die Automobilindustrie: Wenige Bauteile, dafür mit Funktionserweiterungen und einer erheblichen Gewichtseinsparung. Die 34 kg leichte crashsichere neue Vorderwagenstruktur des alten VW Caddys ist aus der hochfesten und hochzähen Hochleistungslegierung Scalmalloy der Airbus-Tochter APWorks mit einem 3D-Drucker der deutschen EOS gefertigt. Das unter Federführung des Entwicklungsdienstleisters csi laufende Projekt 3iprint wurde Mitte Juni mit dem „German Innovation Award 2018“ ausgezeichnet. Das Caddy-Projekt soll aufzeigen, was unter Anwendung neuer Konstruktionsmethoden und neuer Werkstoffe mit additiver Fertigung im Automobilbau technologisch möglich ist.

### Neue Chancen für Metallbranchen

Generativen Fertigungsverfahren, wie der Oberbegriff für die unterschiedlichen additiven Fertigungsverfahren mit allen möglichen Typen von 3D-Drucksystemen lautet, gehört die Zukunft. Schon heute ist die additive Fertigung mit Kunststoffen, Metallen und Keramik aus der Industrie nicht mehr wegzudenken. Knapp 40 Prozent der 2016 befragten deutschen Unternehmen nutzen 3D-Druck bereits, wie die Beratungsgesellschaft EY ermittelt hat. Das Potenzial quer durch alle Bereiche ist gewaltig. 3D-Druck mit Beton könnte die Baubranche revolutionieren, Bioprinting von lebendem Gewebe ist bereits möglich – und selbst der Druck menschlicher Organe ist ein ernsthaft verfolgter Forschungsgegenstand. Den Metallbranchen – ob Gießerei oder Stahlerzeuger, Schmiede oder Blechverarbeiter

– bietet der 3D-Druck neue Chancen. Mit dem 3D-Drucker erfolgt der Aufbau Schicht für Schicht auf Basis digitaler Konstruktionsdaten. Material wird nur an den Stellen verbaut, wo es gebraucht wird. Wo konventionelle Fertigungsverfahren wie Gießen, Fräsen oder Schmieden an ihre Grenzen stoßen, spielen additive Technologien ihre Stärken aus. 3D-Druck bietet Konstrukteuren uneingeschränkte geometrische Freiheiten. Mit variierenden Wandstärken, Hohlräumen und Wabenstrukturen lassen sich beispielsweise komplexe funktionsintegrierte Bauteile mit bionischem Aufbau fertigen, wie eben die hochbelastbare automobilen Leichtmetallkonstruktion aus dem 3iprint-Projekt. Im dreidimensionalen Druck ist auch eine Fertigung kleiner Losgrößen und selbst von Einzelstücken wirtschaftlich darstellbar. Druck-

gießwerkzeuge oder Umformwerkzeuge entfallen, was schnell mehrere zehntausend Euro an Werkzeugkosten einsparen kann. Individualisierte Bauteile, Prototypen und selten nachgefragte Ersatzteile gelten daher als Domänen der additiven Fertigung.

### Ergänzung, nicht Substitution

Die universale Angriffswaffe zum Sturm auf die Bastionen der etablierten Fertigungswelt ist der 3D-Druck indes nicht. „Additive Fertigung“, sagt der Fertigungsexperte Franz-Josef Wöstmann vom Fraunhofer Institut IFAM in Bremen, „ist Ergänzung, nicht Substitution.“ 3D-Drucker geraten spätestens dort an ihre Grenzen, wo sich mit konventionellen Fertigungsverfahren hohe Stückzahlen wirtschaftlich erzielen lassen. Das fällt insbesondere bei metallischen Fertigungsverfahren im Großvolumensegment der Automobilindustrie ins Gewicht.

Die Produktivität additiver Fertigung mit Metall ist gegenwärtig wenig großserientauglich. „3D-Druck wird für Premiumfahrzeuge und für eine beschränkte Anzahl an Bauteilen mehr und mehr kommen, die Gießerei aber nicht ersetzen können“, ist sich Dr. Stefan Geisler, Innovationsmanager der KSM Casting Group in Hildesheim, sicher. Die im Volumenmarkt benötigten Stückzahlen würden sich auch mit schnelleren Aufbauraten wie bei additiver Fertigung mit Draht nicht erreichen lassen. „Was gern vergessen wird, ist, dass auch die additive Fertigung die Physik nicht überlisten kann. Auch da geht es am Ende nur um Prozesse: Aufschmelzen und Abkühlen. Das geht nicht beliebig schnell“, gibt Geisler zu bedenken. Zudem müssen die gedruckten Komponenten durch spanende Prozesse zum fertigen Funktionsbauteil veredelt werden. Nachteilig bei metallischer additiver Fertigung ist in jedem Fall auch der hohe Energieaufwand. Beim Laserschmelzen von Metall muss von der Pulverherstellung bis zum fertigen Bauteil rund zweimal so viel Energie aufgewendet werden wie beim konventionellen Gießen, wie der Münchner Professor Wolfram Volk, Ordinarius des Lehrstuhls für Umformtechnik und Gießereiwesen der TU München, vorrechnet.

### Hybride Komplettbearbeitung

Additive Verfahren werden zunehmend zum Bestandteil bestehender Prozessketten. Wie sich additive und zerspanende Bearbeitung in einem Bearbeitungszentrum zu hybrider Komplettbearbeitung kombinieren lässt, zeigen u.a. die Werkzeugmaschinenhersteller DMG Mori und Hermle. Weltmarktführer DMG Mori ergänzt das Laserauftragsschweißen mittels Pulverdüse (Laser Metal Deposition) um die zerspanende Nachbearbeitung mit Drehen und Fräsen. Wettbewerber Hermle erweitert mit seiner MPA-Technologie (Metall-Pulver-Auftrag) ein mehrachsiges Bearbeitungszentrum um ein thermisches Spritzverfahren, bei dem Metallpulver schichtweise zu einem soliden Bauteil verfestigt wird.

Höhere Aufbauraten bei der additiven Verarbeitung von Metallen verfolgt das Berliner Unternehmen Gefertec. Die 5-Achsen-Anlagen der Maschinenbauer für generative Fertigungstechnik schweißen Draht im Lichtbogen-



Gedruckte Sandform für einen Großdiesel-Zylinderkopf von MAN. Die 1460 x 1483 x 719 mm messende Form wurde mit einem Sanddrucker im Binder-Jetting-Verfahren in 29 Stunden additiv gefertigt

Bild: Voxeljet



Großdiesel-Zylinderkopf: Über eine Tonne schweres Eisengussteil. Bild: Voxeljet

verfahren Lage für Lage aufeinander. Die so gefertigten Rohlinge kommen der Endkontur sehr nahe, was den Zeit- und Werkzeugeinsatz der spanenden Nachbearbeitung reduziert.

### Gießerei: Direkte und indirekte Verfahren additiver Fertigung

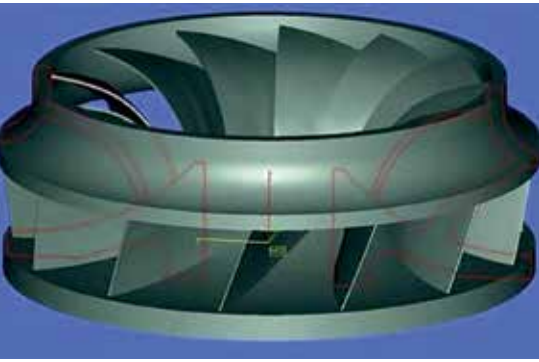
Von generativen Verfahren gleich mehrfach profitieren kann die Gießereindustrie. Direkte Verfahren der additiven Fertigung bieten Gießereien die Chance, auch Teile geringer Stückzahl bis hin zu Unikaten ins Produktportfolio aufzunehmen. Im indirekten Verfahren wiederum nutzen sie additive Technologien zur Herstellung von Formen und Kernen aus Sand und von Modellen aus Kunststoff. Weiteres Potenzial bieten Hybridtechnologien mit einer Verfahrenskombination aus konventionellem Gießen und additiver Fertigung.

Unter den Systemherstellern für additive Fertigung nimmt die deutsche Industrie eine Spitzenposition ein, wie der BDI in einem Positionspapier festhält. Bei den Pulverbettssystemen liegt ihr Marktanteil bei rund 70 Prozent. Zu den global führenden 3D-Druckerherstellern zählen EOS (Metall und Kunststoff), SLM Solution (Metall) und Voxeljet. Voxeljet hat sich auf Gießereien spezialisiert und vertreibt 3D-Drucker zur Herstellung von Sandformen und Kernen, sowie von Kunststoffmodellen für den Feinguss nach dem Ausschmelzverfahren. Um ein Gussteil zu gießen, braucht es eine Form, zur Ausbildung der Hohlräume in dem zu gießenden Teil die entsprechenden Kerne. Im klassischen Sandguss bestehen Formen und Kerne aus Quarzsand, der mit einem speziellen Bindemittel verfestigt wird. Während

in der Großserienfertigung etwa von PKW-Motoren vollautomatische Formanlagen und sogenannte Kernschießautomaten zur Standardausrüstung moderner Gießereien gehören, ist bei Prototypen und kleineren Serien der Einsatz der Automaten selten wirtschaftlich. Hier kommt immer stärker der 3D-Druck zum Zug. Aus dem CAD-Datensatz heraus werden Sandformen und Kerne beliebiger Komplexität über einen Schichtbauprozess hergestellt. Diese werkzeuglose Fertigung bietet hohe Flexibilität bezüglich Stückzahl, Design und Varianten und erlaubt die Fertigung komplexer Formen und Kerne mit nahezu beliebiger Geometrie in exakt reproduzierbarer Qualität. Voxeljet spricht beim 3D-Druck von Formen und Kernen aus Sand für Kleinserien über Kosteneinsparungen von bis zu 75 Prozent.

### Verkürzte Entwicklungszeiten

Das Drucken von Sandformen und -kernen eignet sich optimal als Entwicklungsinstrument. Die Eisen-Gießerei Düker mit den Standorten Karlstadt und Laufach beispielsweise setzt im Bereich Kundenguss keine Modelle mehr ein. Zur Herstellung der additiv gefertigten Sandformen dient allein der CAD-Datensatz. Neue Produkte werden so in kurzer Zeit aus dem Rechner in Guss realisierbar und können zur Erprobung weiterbearbeitet werden. Geometrische Anpassungen sind einfach umzusetzen, nach Änderung der Konstruktionsdaten und dem Druck einer weiteren Form kann der erneute Abguss erfolgen. Die Entwicklungszeit wird durch dieses Verfahren signifikant verkürzt, wie Düker berichtet. So sei es gängige Praxis, Erstmuster innerhalb weniger



Konstruktion am Computer: CAD-Modell eines zu gießenden Laufrads. Das Modell wird mit dem 3D-Drucker aus Kunststoff gefertigt und anschließend keramisch beschichtet. Der ausgehärtete Keramikmantel bildet die spätere Form. Bild: Voxeljet



Das gedruckte Feinguss-Kunststoffmodell wird keramisch beschichtet und nach dem Härten im Ofen ausgebrannt (Ausschmelzverfahren). Der innen hohle Keramikmantel bildet die Gussform. Bild: Voxeljet



Heiße Phase: Die ausgehärtete Keramikform wird mit Aluminium ausgegossen. Bild: Voxeljet



Fertiges Endergebnis: Das eingebaute Laufrad. Bild: Voxeljet

Wochen herzustellen, für die im Serienprozess Monate verstreichen.

Auch der Druckguss mit Dauerformen aus Werkzeugstahl profitiert vom 3D-Druck. „Additive Fertigung bietet Druckgießern große Chancen“, wie Dr.-Ing. Ioannis Ioannidis, Chef des Druckgießmaschinenherstellers Oskar Frech und sowohl Vorstandsvorsitzender im Fachverband Gießereimaschinen als auch Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Additive Manufacturing im VDMA, im Interview mit der Zeitschrift Giesserei hervorhebt. Im 3D-Druck fertigt Frech beispielsweise eine komplexe Schlüsselkomponente für seine angussarme, Kreislaufmaterial (z.B. Aluminium oder Magnesium) sparende Werkzeugtechnologie FGS.

Die Form nimmt im Druckgießprozess eine Schlüsselstellung ein. Gefordert wird eine möglichst schnelle Erstarrung der Gussteile. Durch schnellere Abkühlung lässt sich die Prozesszeit eines Bauteils verkürzen, wobei gleichzeitig auch die Gussqualität verbessert wird. Das setzt eine ausreichende Wärmeabfuhr in der Gießform voraus, die klassischerweise durch Kühlbohrungen vorgenommen wird. Kühlbohrungen möglichst dicht an der formgebenden Oberfläche anzubringen sind allerdings verfahrensbedingt Grenzen gesetzt. Hier kann additive Fertigung Abhilfe schaffen, denn dank der großen Gestaltungsfreiheit lässt sich eine konturnahe Kühlung auch an kritischen Bereichen in der Form erzeugen.

#### Stahlbranche: Vielfache Chancen mit 3D-Druck

Nicht viel anders als beim Druckgießen verhält es sich bei der Warmumformung von Stahlblechen. Auch hier sorgt eine konturnahe Kühlung für eine Produktivitätssteigerung bei höherer Qualität. Im Werkzeugbau deutscher Autohersteller zählt additive Fertigung daher längst zu den Standardverfahren.

Stahlunternehmen entdecken additive Fertigung zunehmend als zusätzliches Geschäftsfeld. So hat sich der österreichische Technologie- und Stahlkonzern voestalpine vor zwei Jahren Düsseldorf zum konzernweiten Kompetenzzentrum für Metal Additive Manufacturing auserkoren. Erste Ergebnisse liegen vor. Zusammen mit dem Entwicklungsdienstleister Edag und dem Spezialisten für Simulationssoftware Simufact haben die Österreicher ein additiv gefertigtes Leichtbau-Haubenscharnier mit integriertem Fußgängerschutz entwickelt.

Rosswag aus Pfingtal bei Karlsruhe, die größte Freiformschmiede im süddeutschen Raum, führt mit additiver Fertigung vor, wie sich das beste zweier Welten verbinden lässt. Mit einer Kombination der beiden Fertigungsverfahren Schmieden und Selektives Laserschmelzen von Stahlpulver entstehen bei dem Traditionsunternehmen neue Produkte. Massive und materialreiche Bauteilbereiche werden konturnah durch Freiformschmieden hergestellt. Auf ein hochbelastbares, faserverlaufgerecht geschmiedete Rohteil wird anschließend mit dem 3D-Drucker additiv aufgebaut, um die komplexen Strukturen zu ergänzen.

So wurden etwa bei einem Impeller mit additiv gefertigten Schaufelstrukturen Kanäle zur Strömungsbeeinflussung eingebracht.

#### Signifikante Gewichtsreduktion für dynamisch bewegte Bauteile

Jüngstes Mitglied im Club der additiven Fertigung ist der Spezialist für metallurgischen Maschinen- und Anlagenbau SMS group. Am Standort Mönchengladbach hat der führende Hersteller von Hütten- und Walzwerkstechnik eine neue Pilotanlage zur Metallpulverherstellung errichtet. Mit der Pulververdüsungsanlage verfolgt das Unternehmen mehrere Ziele. Zum einen will SMS sowohl im Kundenauftrag hochreines Metallpulver für additive Fertigung herstellen als auch neue Werkstoffe entwickeln und erproben. Das Unternehmen kann dabei auf eine jahrzehntelange Erfahrung im Verdüsen von Eisenpulver beispielsweise zum Sintern zurückgreifen. Auch das umfangreiche metallurgische Know-how der Gruppe und die breite Kompetenz in thermischer Prozesstechnik bilden ein gutes Startkapital. Zum anderen möchte der Anlagenbauer mit dem Vertrieb von Pulververdüsungsanlagen den schnell wachsenden Markt der Metallwerkstoffe für additive Fertigungsverfahren bedienen.

Nicht zuletzt ist die eigene Metallpulverherstellung ein Glied in der eigenen Prozesskette für additive Fertigung. Mit der Herstellung von additiv gefertigten Sprühhöpfen für Gesenkschmiedepressen hat der Anlagenbauer bereits erstes Potenzial der zukunftsweisenden Technologie für sich erschlossen. Sprühhöpfe entfernen Zunder von Gesenken, kühlen die Oberfläche, bringen Schmierstoffe auf und trocknen die Gesenke. Der ursprüngliche Sprühhopf war ein massives und schweres Teil. Im dreidimensionalen Druck lassen sich sehr leichte und platzsparende Sprühhöpfe fertigen, die individuell an die Gegebenheiten einzelner Gesenke angepasst sind. Wie das Unternehmen berichtet, führt der Einsatz der je nach Kundenwunsch wahlweise in Kunststoff oder Metall gefertigten 3D-Sprühhöpfe zu einer Senkung der Taktzeit und einer Verlängerung der Werkzeug-Standzeit beim Gesenkschmieden.

Die Ergebnisse weiterer Projekte seien nicht weniger vielversprechend, wie SMS mitteilt. Ein neues Walzenkühlrohr für Drahtwalzwerke etwa überzeugt durch ein konturangepasstes Design mit integrierten Düsen. Durch den Einsatz von Alumide, einer Werkstoffkombination von Aluminium- und Kunststoffpulver, ist die Konstruktion leichter und kostengünstiger als das herkömmliche Bauteil. Im Bereich Stahl-Konverter konnten die für die Stahlschmelzen eingesetzten SIS-Injektoren um 60 Prozent verkleinert und aus einem einzigen anstatt aus acht Teilen hergestellt werden. Und Rohrschweißanlagen der SMS Group können dank gedruckter Teile zukünftig auch 14 Zoll und kleinere Rohrdurchmesser herstellen, da in einer hybriden Bauweise aus additiver und konventioneller Fertigung kleinere, aber leistungsstarke Schmierringe für die Expanderwerkzeuge machbar sind.

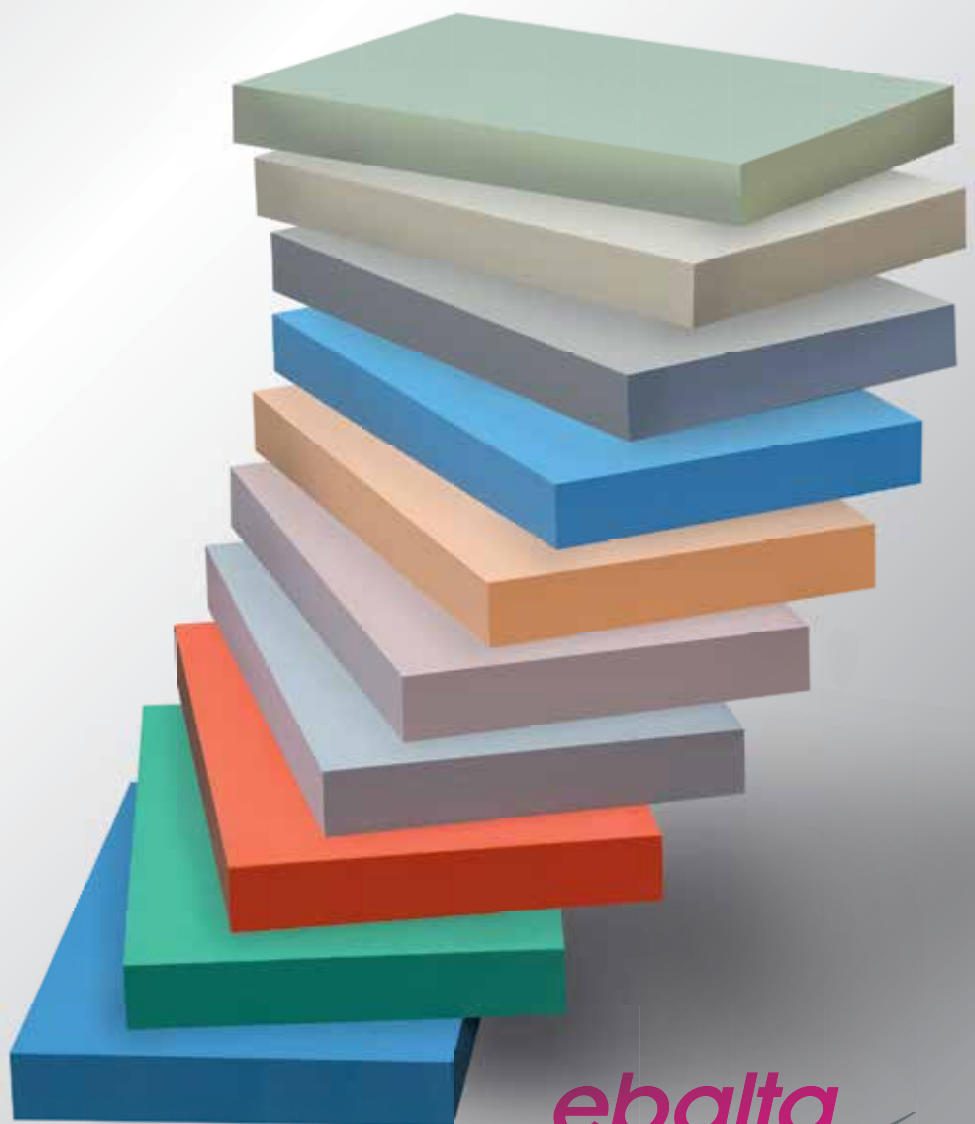
Von Gerd Krause,  
Mediakonzert/Düsseldorf



# *ebaboard*

## *Ihr Sonderformat als Plattenware*

*Polyurethan- und Epoxidharze   Platten und Blöcke   Silikone   Hilfsstoffe*



*Wir freuen uns auf Sie!*

*www.ebalta.de  
info@ebalta.de*

*Tel.: +49 98 61/7007-0*

**ebalta**

*Lösung zur Form*



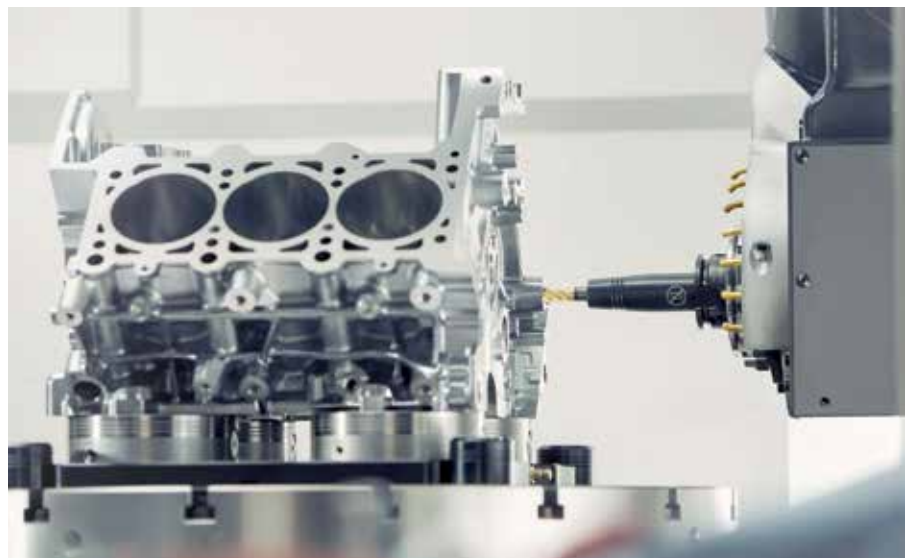
Hochleistungs-Hydro-Dehnspannfutter, wie SCHUNK TENDO E compact, verfügen über hohe Spannkraften und können je nach Spanndurchmesser Drehmomente bis 900 Nm sicher übertragen.

# Mit System zum idealen Werkzeughalter

**Moderne 5-Achs- und Multi-Tasking-Maschinen sowie hochpräzise Bearbeitungszentren für die Mikrozerspannung ermöglichen permanent neuartige und weiter verbesserte Bearbeitungskonzepte. Neben der Schneide entscheidet vor allem die Wahl des Werkzeugspannmittels über den Erfolg. Entsprechend groß ist das Angebot an Technologien. Ein systematischer Vergleich hilft, die für die jeweilige Bearbeitung optimale Spanntechnologie zu definieren.**

So unterschiedlich wie die Anforderungen in den einzelnen Branchen, so unterschiedlich sind auch die Anteile der Werkzeughaltersysteme im internationalen Vergleich. Während in Europa rund 60 % auf thermische Spannfutter entfallen, liegt deren Anteil in den USA und Asien bei 20 % beziehungsweise 30 %. Spannzangenfutter hingegen spielen außerhalb Europas eine deutlich größere Rolle als hierzulande. Der Anteil hochpräziser Hydro-Dehnspannfutter wiederum liegt weltweit zwischen 8 % und 15 %. Betrachtet man die Entwicklung auf dem Markt für Werkzeughaltersysteme, werden vor allem zwei Aspekte deutlich: Zum einen steigt die Variantenvielfalt. Zum anderen gewinnen Präzisionsaufnahmen rasant an Bedeutung, da mit zunehmender Qualität und Leistungsfähigkeit der Werkzeugmaschinen auch die Anforderungen an die Prozesssicherheit sowie an die Werkzeugstandzeiten steigen. Hinzu kommt, dass Effizienzsteigerungen bei der Produktion von Präzisionswerkzeughaltern bewirken, dass der Aufpreis gegenüber mechanischen Spannfuttern, wie Weldon-, Whistle-Notch- oder Spannzangensystemen, merklich zurückging. Vor allem bei Hydro-Dehnspannfuttern sind die Einstiegspreise deutlich gesunken. Umso

wichtiger erscheint es, einmal definierte Werkzeughalterstrategien regelmäßig zu hinterfragen, auch und gerade bei der Investition in neue Werkzeugmaschinen.



Das SCHUNK Hydro-Dehnspannfutter TENDO Slim 4ax verfügt über die identische Störkontur wie SCHUNK CELSIO Warmschrumpfaufnahmen und punktet zusätzlich mit einer überragenden Schwingungsdämpfung.

## Betrachtung des Gesamtsystems

Vergleicht man die einzelnen Werkzeughaltersysteme, ihre technischen Eigenschaften und ihre Schnittstellen zur Maschinenspindel, so wird deutlich, dass es kein für alle Anwendungen optimales Werkzeughaltersystem gibt. Bei der Systemauswahl handelt es sich immer um einen individuellen Entscheidungsprozess, der von einer Vielzahl von Parametern abhängt. Dabei sollte der Werkzeughalter nie isoliert betrachtet werden, sondern stets das Zusammenspiel des Gesamtsystems bestehend aus Werkstückspannung, Werkstück, Werkzeug, Werkzeughalter, Spindelschnittstelle und Maschine. Als vorderste Schnittstelle zum Werkstück spielt der Werkzeughalter eine wesentliche Rolle, nicht zuletzt auch, da er in der Lage ist, Schwächen innerhalb des Gesamtsystems zumindest teilweise zu kompensieren.

Die Auswahl des jeweils idealen Werkzeughaltersystems sollte in mehreren Schritten erfolgen. Zunächst gilt es, die Basiskriterien zu definieren, die die grundlegende Prozessstabilität maßgeblich beeinflussen. Hierzu zählen die erforderliche Spannkraft, Radialsteifigkeit, Störkontur und gegebenenfalls die Eignung für Highspeed-Anwendungen. In einem zweiten Schritt rücken Qualitätskriterien in den Fokus, die die Prozessqualität, Präzision und Produktivität beeinflussen. Darunter fallen die Rundlauf- und Wiederholgenauigkeit, die Wuchtgüte, Schwingungsdämpfung, Kühlmittelezufuhr sowie die Möglichkeit der Längenvoreinstellung. Im dritten Schritt schließlich ist es ratsam, im Rahmen einer Kosten-Nutzen-Analyse wirtschaftliche Kriterien zu betrachten, also Anschaffungskosten, Lebensdauer, Flexibilität und Wiederverwendbarkeit sowie die Kosten des laufenden Betriebs.

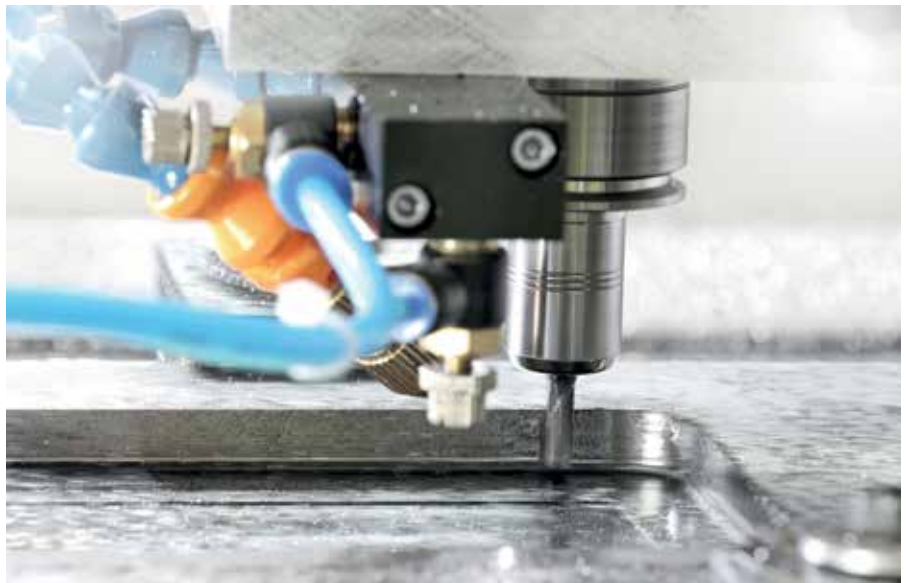
## Basiskriterien entscheiden maßgeblich über die Prozessstabilität

Die Basiskriterien der Werkzeughalterauswahl können als K.-o.-Kriterien der Werkzeughalterauswahl verstanden werden. Sie müssen zwingend erfüllt sein, damit der Zerspanungsprozess störungsfrei ablaufen kann.

● **Spannkraft/Drehmoment:** Von der Spannkraft des Werkzeughalters hängt ab, inwieweit das Drehmomentaufkommen an der Schnittstelle zwischen Werkzeughalter und Werkzeug beherrscht werden kann. Reicht die Spannkraft aus, greift die Schneide des Werkzeugs gleichmäßig ins Material ein. Ist sie zu klein, beginnt das Werkzeug, sich im Halter zu drehen und der Schnitt wird unruhig. Im Extremfall wird das Werkzeug komplett aus dem Werkzeughalter herausgezogen. Die Drehmomentübertragung ist bei den einzelnen Werkzeughaltersystemen auf unterschiedliche Weise gelöst: So können Werkzeuge per Gewinde in den Grundkörper eingeschraubt werden. Dabei muss das Gewinde so ausgelegt sein, dass es zumindest dem Drehmomentaufkommen entspricht. Eine zweite Variante sind mechanisch geklemmte Werkzeuge, die mit einem formschlüssigen Mitnehmer ausgestattet sind. Erst wenn die auftretenden Drehmomente die Bruch- oder Scherfestigkeit der Bauteile übersteigen, würde eine solche Spannung versagen. In der Regel liegen diese Festigkeiten weit über den bei der zerspanenden Bearbeitung auftretenden Drehmomenten, so dass bei mechanisch geklemmten Werkzeugen eine hohe Prozesssicherheit gewährleistet ist. Die dritte Möglichkeit schließlich sind kraftschlüssige Werkzeugspannungen, die sogenannte Querspressverbindungen nutzen. Dabei wird die das Werkzeug aufnehmende Bohrung mittels Wärme oder äußerer Kräfte so beeinflusst, dass das Werkzeug durch eine Überdeckung gespannt wird. In der Regel arbeiten Präzisionswerkzeughaltersysteme, wie etwa Hydro-Dehnspannfutter nach diesem Prinzip. Im Rahmen jüngerer technologischer Entwicklungen ist es gelungen, die Spannkraften von Hydro-Dehnspannfuttern so weit zu erhöhen, dass auch eine Volumenzerspannung prozesssicher möglich ist. Bei  $\varnothing$  20 mm werden mit modernen Hydro-Dehnspannfuttern Drehmomente bis zu 900 Nm übertragen.

● **Radialsteifigkeit:** Eine hohe Radialsteifigkeit ermöglicht hohe Schnittkräfte, sprich große Zustellungen und hohe Vorschübe. Für die Volumenzerspannung ist sie daher ein wesentliches Kriterium, beeinflusst sie doch entscheidend die Bearbeitungszeit und somit die Produktivität, aber auch die mögliche Auskrantung der Werkzeuge. Die Radialsteifigkeit hängt ab von den Materialeigenschaften des Werkzeughalters (E-Modul) und dessen Verarbeitung, von der Geometrie des Werkzeughalters sowie von dessen Einbindung ins Gesamtsystem der Werkzeugmaschine, insbesondere von der Schnittstelle zur Maschinenspindel. Vereinfacht ausgedrückt gilt: Je kürzer der Werkzeughalter, je größer sein Durchmesser, je homogener die Einheit aus Werkzeug und Werkzeugaufnahme, je stärker die Wandung der Werkzeugaufnahme und je umfassender die Abstützung der Aufnahme auf der Maschinenspindel, desto höher die Radialsteifigkeit.

● **Störkontur:** Wenn Werkstücke auf modernen 5-Achs-Maschinen in nur zwei Aufspannung komplett bearbeitet werden, spielt die Zugänglichkeit eine wesentliche Rolle. Gefragt sind schlanke Werkzeughalter, die



Beim Highspeed-Cutting im Formenbau müssen hochpräzise Oberflächen erzielt werden. Schwingungsdämpfende Präzisionswerkzeughalter sind dafür prädestiniert.



In der Mikrozerspannung gelten eigene Gesetze. Hier zahlen sich spezialisierte Spannfutter wie SCHUNK TRIBOS-Mini schnell aus.

ein ausreichend hohes Drehmoment übertragen und zugleich eine hohe Präzision am Werkstück gewährleisten. In besonders engen Räumen können alternativ Werkzeugverlängerungen eingesetzt werden, die bei Bedarf zwischen Werkzeug und Werkzeugaufnahme montiert werden. Im Gegensatz zu störkonturoptimierten Werkzeughaltern mit Spindelschnittstelle, lassen sich Werkzeugverlängerungen sehr flexibel einsetzen. Diese werden mit unterschiedlichen Spanntechnologien angeboten.

● **Highspeed-Eignung:** Wenn beim Highspeed-Cutting Spindeldrehzahlen von 80.000 min<sup>-1</sup> und mehr realisiert werden, müssen die Werkzeugaufnahmen besondere Bedingungen hinsichtlich Geometrie, Rundlaufgenauigkeit, Wuchtgüte aber auch hinsichtlich der Prozesssicherheit beim Werkzeugwechsel erfüllen. Je kleiner der Spanndurchmesser desto häufiger stoßen mechanische Universalspannfutter, aber auch thermische Schrumpffutter oder Hydro-Dehnspannfutter an Gren-

zen, sei es weil der zur Verfügung stehende Raum nicht für die entsprechende Spanntechnik ausreicht oder weil sich Werkzeuge in derart kleinen Dimensionen nicht mehr zuverlässig wechseln oder präzise einstellen lassen. Andere Spanntechnologie, wie beispielsweise die Polygonspanntechnik, die keine beweglichen Teile enthält, spielen unter anderem hier ihre Stärken aus.

### Qualitätskriterien bestimmen über Präzision und Produktivität

Historisch betrachtet war die Einhaltung der Basiskriterien lange Zeit ausreichend, um die meisten Zerspanungsoperationen durchzuführen. Erst in Verbindung mit wachsenden Ansprüchen an die Werkstückqualität und die Effizienz der Zerspanung sowie im Kontext moderner Werkzeugmaschinenkonzepte und Verfahren, gewannen bislang eher sekundäre Faktoren, die auch als Qualitätskriterien bezeichnet werden können, rasant an Bedeutung. Hier lassen sich sowohl branchenspezi-



Werkzeughalter der Zukunft: Der smarte iTENDO ermöglicht eine Echtzeitprozessüberwachung und -regelung unmittelbar am Werkzeug. Bilder: Schunk

fisch als auch regional unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeiten beobachten. Je höher die Ansprüche hinsichtlich Maßhaltigkeit, Oberflächengüte, aber auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, desto stärker rücken die folgenden Qualitätskriterien in den Fokus.

● **Rundlaufgenauigkeit:** Für die Präzisionsbearbeitung ist die Rundlaufgenauigkeit der Werkzeuge und des gesamten Antriebsstrangs von entscheidender Bedeutung. Von ihr hängt ab, ob Maße und Toleranzen eingehalten werden. Zudem hat die Rundlaufgenauigkeit erheblichen Einfluss auf den Verschleiß der Werkzeugschneide und auf die Lebensdauer der Maschinenspindel. Dreht sich das eingespannte Werkzeug nicht zentrisch zur Werkzeughalterachse, besteht die Gefahr, dass es zu Ungenauigkeiten kommt und die erforderlichen Maße am Werkstück nicht eingehalten werden. Zudem beginnen die Werkzeuge während der Bearbeitung zu schlagen, was zu Mikroausbrüchen an der Schneide führt und deren Verschleiß beschleunigt.

● **Wiederholgenauigkeit:** Die Wiederholgenauigkeit eines Werkzeughalters beschreibt, wie gut eine Werkzeugaufnahme einen definierten Parameter über mehrere Versuche hinweg reproduzieren kann. Für die moderne Präzisionsbearbeitung ist weniger die absolute Genauigkeit, sondern vielmehr die Wiederholgenauigkeit der Maschine und damit auch des Werkzeughalters entscheidend. Systematische Maschinenfehler lassen sich nämlich bei modernen CNC-Maschinen mit Hilfe von Algorithmen in der Maschinensteuerung vergleichsweise einfach kompensieren. Dies ist jedoch nur möglich, wenn eine hohe Wiederholgenauigkeit vorliegt, sprich wenn die jeweiligen Abweichungen immer möglichst identisch sind. Die Wiederholgenauigkeit des Werkzeughalters bestimmt also maßgeblich, welche Genauigkeiten letztlich am Werkstück zu erreichen sind.

● **Wuchtgüte:** Eine Unwucht entsteht vereinfacht ausgedrückt, wenn die Masse in Rotationskörpern ungleich verteilt ist, da entweder

der Schwerpunkt nicht auf der Drehachse liegt (statische Unwucht) oder die Hauptträgheitsachse nicht parallel zur Drehachse verläuft (dynamische Unwucht). Bei Werkzeughaltern liegt häufig eine Kombination aus statischer und dynamischer Unwucht vor. Ursachen können unter anderem sein: Konstruktiv-technisch bedingte Auslegungen des Werkzeughalters oder des Werkzeuges (z. B. einschneidige Werkzeuge); unsymmetrische Bauweise des Werkzeughalters (z.B. aufgrund von Greiferrillen oder Spannschrauben); unsymmetrische Massenverteilung aufgrund von Fertigungstoleranzen; Fluchtungsfehler oder Fehler bei der Lagerung des Rotationskörpers. Werkzeughalter mit großer Unwucht wirken sich in mehrfacher Hinsicht negativ aus: schlechtere Oberflächenqualität aufgrund von Vibrationen am Werkzeughalter; Einschränkung der erzielbaren Schnittgeschwindigkeiten; abnehmende Fertigungsgenauigkeit; Verkürzung der Werkzeugstandzeiten; Lager-schäden an der Maschinenspindel.

● **Schwingungsdämpfung:** Entsprechend dem Nachgiebigkeitsfrequenzgang des Gesamtsystems aus Maschine, Werkzeughalter, Werkzeug, Werkstückspannung und Werkstück treten bei jedem Zerspanungsprozess Schwingungen auf. Diese können beträchtliche Auswirkungen auf das Bearbeitungsergebnis haben und zu erhöhtem Werkzeugverschleiß, Werkzeugbruch oder Maschinenschäden führen. Vergleichbar mit einem Stoßdämpfer sind Werkzeughalter je nach Spanntechnologie in der Lage, Schwingungen zu dämpfen und einen ruhigen und gleichmäßigen Schneideneingriff zu unterstützen. Auf diese Weise lassen sich Geräuscentwicklungen minimieren, die Qualität der Werkstückoberfläche verbessern, die Standwege der Werkzeuge verlängern und die Maschinenspindel schonen.

● **Kühlmittelzufuhr:** Kühlschmierstoffe erfüllen beim Zerspanen vielfältige Aufgaben. Sie führen Späne und Wärme ab, vermindern die Reibung, sorgen für eine gleichmäßige

Temperatur von Werkzeug und Werkstück und tragen dazu bei, dass Toleranzen eingehalten werden. Nach der Art der Kühlmittelzufuhr kann zwischen Außenkühlung, Peripheriekühlung und Innenkühlung unterschieden werden. Vor allem bei der Innenkühlung ergeben sich Vorteile: Der Kühlschmierstoff kommt exakt an der Schneide an, ohne dass Kühlmitteldüsen manuell ausgerichtet werden müssen; auch aus engen und tiefen Konturen werden Späne zuverlässig abtransportiert; selbst beim Tieflochbohren kann die Schneide wirkungsvoll gekühlt werden. In der Folge verlängern sich die Standwege der Werkzeuge und die Prozessparameter können zum Teil deutlich erhöht werden.

### Wirtschaftlichkeitskriterien beeinflussen Effizienz der Zerspanung

Während die Basiskriterien und Qualitätskriterien unmittelbar den Zerspanungsprozess bestimmen und stets vorrangig in den Blick zu nehmen sind, dienen die Wirtschaftlichkeitskriterien der finalen Entscheidung unter ökonomischen Gesichtspunkten. Neben den reinen Anschaffungskosten der Werkzeugaufnahme sind hier zum einen die direkten Kosten zu berücksichtigen: Lebensdauer, Investitionen in Peripheriegeräte, Kosten des laufenden Betriebs (Werkzeugwechsel, Reinigung, Längenvoreinstellung, Wartung), Flexibilität, Energieverbrauch beim Werkzeugwechsel sowie Wiederverwendbarkeit der Aufnahmen. Zum anderen spielen vor allem die indirekten Kosten eine wesentliche Rolle. Hierzu zählen vor allem die Werkzeugkosten (da die Standzeiten der Werkzeuge abhängig vom eingesetzten Spannsystem erheblich variieren) sowie die Kosten/Einsparungen infolge einer reduzierten beziehungsweise erhöhten Produktivität. Über die Lebensdauer betrachtet können bei den indirekten Kosten pro Werkzeugaufnahme zum Teil Einsparungen im fünfstelligen Bereich realisiert werden. Zusätzlich gewinnt der Aspekt der Unfallvermeidung in jüngster Zeit rasant an Bedeutung. Vor allem Verbrennungen oder Quetschungen gelten als mögliche Risiken.

### Systematischer Vergleich

Der Kriterienkatalog zeigt, dass bei der Werkzeughalterauswahl stets eine detaillierte Betrachtung der jeweiligen Anwendung empfehlenswert ist. Als Kompetenzführer für Greifsysteme und Spanntechnik verfügt SCHUNK über eine umfangreiche Expertise in diesem Bereich. Hinzu kommt, dass das SCHUNK-Werkzeughalterprogramm als das umfangreichste Technologiespektrum Made in Germany gilt. Es reicht von mechanischen Werkzeughaltern und Warmschrumpfaufnahmen über preisattraktive hydraulisch gespannte Werkzeughalter bis hin zu High-End-Spannfuttern auf Basis der Hydro-Dehn- oder Polygonspanntechnik. Die Spitze bildet derzeit der sensorische Werkzeughalter iTENDO, der eine lückenlose Zustandsbeobachtung und Dokumentation der Prozessstabilität erlaubt, eine echtzeitfähige Regelung von Drehzahl und Vorschub sowie eine mannlose Grenzwertüberwachung. ■

**HWS**<sup>®</sup>

**SCHURG**<sup>®</sup>

Modellbauwerkstoffe für die Industrie



- EPS-Modellschaum, bis 5 x 1,25 x 1 m
- Vollform-PORESTA/EXPORIT, CN 18
- **HWS**<sup>®</sup>-Blockmaterialien, bis 2 x 1 x 0,2 m
- Konturguss / Formguss / Blockguss (PU)
- PU-Stylingmaterialien, Dichte: 32 - 300 g/l
- Selektierte Blockmaterialien, auch II.-Wahl
- Klebstoffe, Reiniger
- Werkzeugharze
- Wabenplatten
- Füllstoffe
- u.v.a.m.



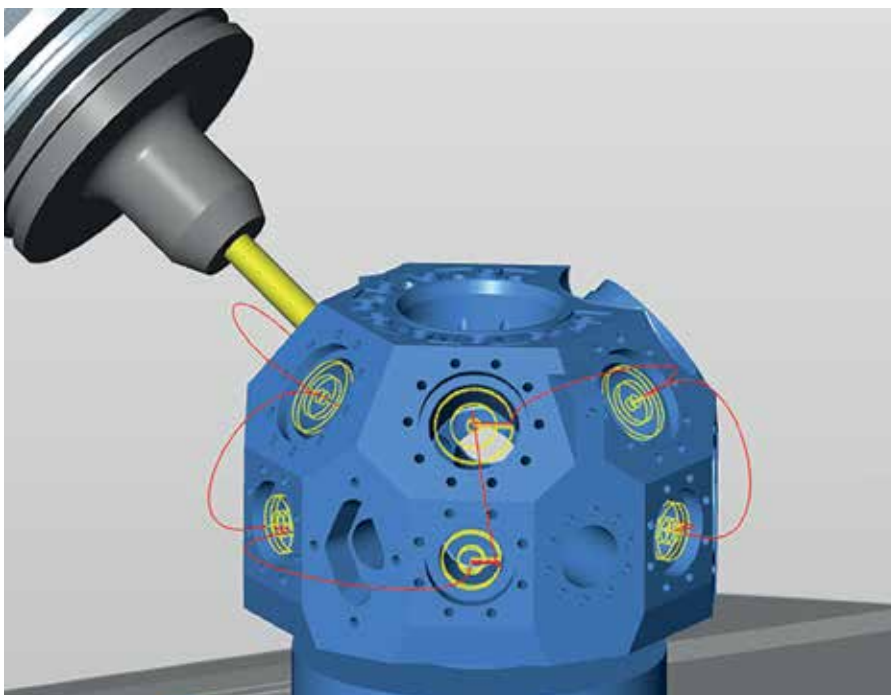
SCHURG GmbH    Tel. (0 56 21) 70 03-0    Fax: -33  
Industriestraße 12    Internet: [www.schurg.de](http://www.schurg.de)  
D-34537 Bad Wildungen    E-Mail: [info@schurg.de](mailto:info@schurg.de)

# Optimale Sicherheit in der 5-Achs-Bearbeitung

Mit dem Optimizer, einem optionalen Modul der Simulationslösung hyperMILL VIRTUAL Machining, bietet OPEN MIND die Verbesserung von NC-Programmen unter Berücksichtigung der individuellen Maschinenkinematik. Die Bearbeitung wird anhand eines digitalen Zwillings simuliert. Die Komplexität, die sich aus alternativen Aufspannungs- und Anstellungsoptionen in der 5-Achs-Bearbeitung ergibt, kann dadurch sicher beherrscht werden.



hyperMILL VIRTUAL Machining: der Optimizer analysiert komplette Bearbeitungsfolgen und berücksichtigt Achsenlimitationen.



Optimierte Zustellbewegungen reduzieren die Nebenzeiten erheblich. Bilder: Open Mind

Der hyperMILL VIRTUAL Machining Optimizer findet für Mehrachs-Bearbeitungen automatisch die technisch beste, kollisionsgeprüfte Anstellung mit effizienten Verfahrensbewegungen. Damit lassen sich Fehler vermeiden, die zum Beispiel bei der manuellen Optimierung der Achsenpositionen entstehen. Aufgrund der hohen Komplexität ist es schwierig, die Auswirkungen auf alle folgenden Bearbeitungsschritte zu erkennen und Entscheidungen zum Gesamtoptimum zu treffen. Der hyperMILL VIRTUAL Machining Optimizer analysiert mit leistungsstarken Optimierungsalgorithmen komplette Bearbeitungsfolgen und berücksichtigt dabei Achsenlimitationen. Zeitaufwendige Umpositionierungen werden vermieden. Der Optimizer erzeugt einen wirtschaftlichen und sicheren Maschinenlauf.

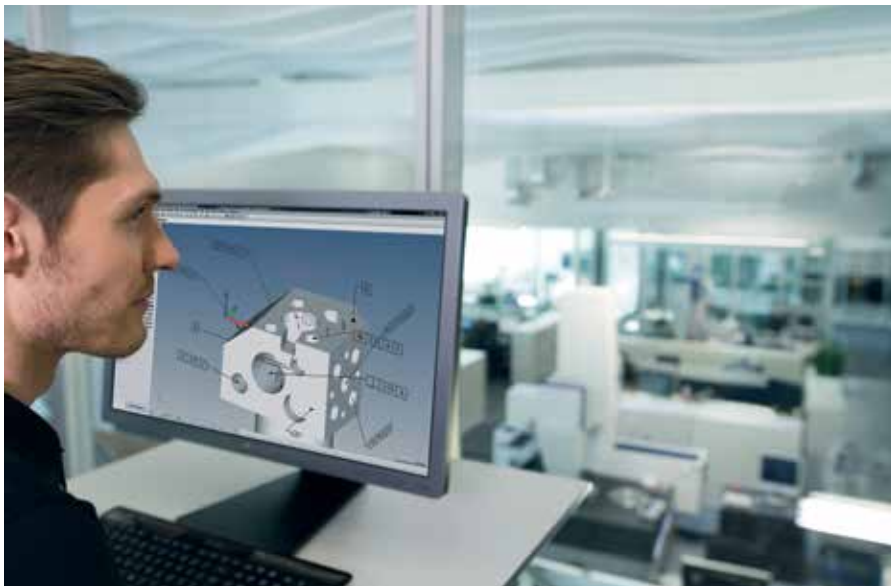
## Maschinenspezifika später berücksichtigen

Ein weiterer großer Vorteil des Optimizers kommt zum Tragen, wenn man für sehr unterschiedliche Bearbeitungszentren programmiert. Da die Anpassung an die letztlich verwendete Maschine inklusive Kollisionsprüfung automatisiert in der Simulationssoftware erfolgt, können CAM-Programme völlig maschinenneutral angelegt werden. Dies gibt Unternehmen eine größere Flexibilität in der Zuordnung ihrer Zerspannungskapazitäten.

Der Optimizer erkennt mögliche Probleme: Hat eine Maschine beispielsweise eine begrenzte Rundachsendrehung, berücksichtigt die Software dies in den Anstellungen und sorgt für eine flüssige Bearbeitung. Bei einer Achslimitation unterbricht der Optimizer die Werkzeugbahn, fährt sanft ab und dreht die Achse zurück, um aus der Limitation herauszukommen. Anschließend fährt das Werkzeug wieder sanft an und die Bearbeitung wird fortgesetzt. Mit dieser Methode ist zum Beispiel eine Spiralbearbeitung in einer limitierten Maschine möglich. Auch Gabelkopfmachines können mit dem Optimizer für eine dynamische Bearbeitung genutzt werden.

## So viele Achsen wie nötig

Die Software von OPEN MIND optimiert Zustellbewegungen und erkennt automatisch, ob die Positionierung unter Zuhilfenahme einer Rotationsachse schneller ist. Dabei werden die Rotationsachsen auf dem kürzesten Weg verfahren, und die Bewegungen der Linearachsen auf ein Minimum reduziert. So lassen sich höhere Geschwindigkeiten bei den Verfahrensbewegungen erzielen. Sollte aufgrund von erkannten Kollisionen eine 3-Achs-Bewegung nicht möglich sein, ändert der hyperMILL VIRTUAL Machining Optimizer die Bewegung unter Zuhilfenahme einer vierten oder fünften Achse. Die verschiedenen Operationen, egal ob 2,5D, 3D oder 5-Achs, werden so verbunden, dass sich die Nebenzeiten verkürzen. Das Werkzeug verfährt kollisionsgeprüft nah am Werkstück entlang, ohne zwischendurch auf eine Sicherheitsebene zurückgezogen zu werden. ■



Process & Control bei ZEISS Industrial Quality Solutions. Dies beschleunigt den Auswertungsprozess.

Wird die Auswertung als Feedback an den 3D-Drucker gekoppelt, ermöglicht dies Unternehmen, den Anteil an Gutteilen sowie die Reproduzierbarkeit zu erhöhen. ZEISS AMcontrol hat dabei handfeste Vorteile, wie Wiedemann betont: „Unsere Technologie arbeitet sehr schnell und robust. Denn durch das patentierte Verfahren wird die Auswertungsqualität nicht von den Lichtverhältnissen bzw. von Verfärbungen des Pulvers beeinflusst.“

### Weitere Ausbauschritte sind bereits geplant

Um die Lösung schnell in die praktische Anwendung zu bringen, wird ZEISS diese zunächst mit einem AM-Maschinenhersteller auf den Markt bringen. In einem nächsten Schritt wird ZEISS AMcontrol an die Geräte weiterer Hersteller adaptiert. Der Leistungsumfang von ZEISS AMcontrol wird ebenfalls kontinuierlich ausgebaut. „Langfristig wollen wir dem Anwender eine Lösung bieten, die nicht nur Fehler detektiert, sondern diese bewertet und sogar repariert“, sagt Wiedemann.

Das heißt: In Zukunft wird ZEISS AMcontrol dem 3D-Drucker beispielsweise nicht nur mitteilen, wo noch zusätzliches Pulver aufgetragen werden muss, um eine durch mitgeschleifte Spratzer verursachte Rinne zu füllen. „Künftig soll es auch möglich sein, diese Daten mit anderen Messungen rund um den Druckprozess zu kombinieren und so die Qualitätssicherung im 3D-Druck zu vereinfachen bzw. Anwendern zu ermöglichen Fehlerquellen und Zusammenhänge zwischen den einzelnen Faktoren des Druckprozesses schneller zu erkennen“, so Wiedemann. ■

## ZEISS AMcontrol überwacht Pulverbett im 3D-Druck

**Mit ZEISS AMcontrol kann jetzt die Güte des Pulverbetts während des 3D-Druckverfahrens beobachtet und analysiert werden. Ein gleichmäßig verteiltes und störungsfreies Pulverbett ist wesentlich für einen stabilen und zuverlässigen Additive Manufacturing (AM)-Prozess. Damit die AM-Technologie effizient genutzt werden kann, müssen Anwender die gesamte Fertigungskette verstehen und kontrollieren können. ZEISS bietet vom Elektronenmikroskop bis hin zum Computertomografen das breiteste Angebot an Lösungen.**

Mit ZEISS AMcontrol kann der 3D-Druck während des Bearbeitungsprozesses überwacht werden. Um Probleme wie Rillen oder Erhebungen im Pulver sicher zu detektieren, verwendet ZEISS AMcontrol ein patentiertes Verfahren zur Erstellung von Höhenkarten. Auffälligkeiten werden auto-

matisch erkannt, klassifiziert und nutzerfreundlich markiert.

„Unsere Lösung senkt signifikant den Aufwand in der Qualitätssicherung, denn der Anwender muss nur noch die relevanten Bilder prüfen“, betont Dr. Bernhard Wiedemann, Direktor Additive Manufacturing

**SPÄNEX GmbH**  
Luft-, Energie- und Umwelttechnik

Besuchen Sie uns auf der Holz-Handwerk in Nürnberg vom 18. - 21.03.2020 - Halle 9, Stand-Nr. 305

**SPÄNEX**

sicher. sauber. effizient.



Entstauben ■



Fördern ■



Abscheiden ■



Filtern ■



Brikettieren ■



Zerkleinern ■



Bauteile ■



Steuern ■

**SPÄNEX GmbH**  
Luft-, Energie- und Umwelttechnik  
Otto-Brenner-Straße 6  
D-37170 Uslar  
Tel. +49 (0) 5571 304-0  
Fax +49 (0) 5571 304-111  
info@spenex.de  
www.spenex.de



## Neuer 3D-Scanner misst kleinste Bauteile und komplexe Formen

**Die ATOS 5 Produktfamilie bekommt ein neues Mitglied. Speziell für kleine Bauteile und komplexe Freiformflächen entwickelt, stellt GOM eine neue optische 3D-Messmaschine vor. Geeignet ist der Sensor beispielsweise für die Inspektion von Turbinenschaufeln in der Luft- und Raumfahrtindustrie sowie der Energieerzeugung.**

Der neue ATOS 5 for Airfoil ergänzt die ATOS 5 Familie in dem Messbereich für kleine Bauteile. Während der ATOS 5 als Allrounder die unterschiedlichsten Messaufgaben in Messfeldern von 170 bis 1.000 mm Länge erfolgreich erfüllt, ist der ATOS 5X durch sein starkes, gebündeltes Licht besonders gut für große Flächen und Bauteile geeignet. Er spielt seine Überlegenheit beispielsweise in der Automobilindustrie aus, wo sogar ganze Karosserien schnell digitalisiert werden. Die in Turbinen rotierenden Turbinenschaufeln sind, ebenso wie die luftleitenden starren Strukturen, enormen Kräften ausgesetzt und entsprechend anfällig für Verschleiß. Nur wenn sie strömungstechnisch optimal funktionieren, ist die Leistung des Flugzeugtriebwerks oder der erzielte Stromertrag stabil. Um dies zu erreichen, müssen geringe Fertigungstoleranzen messtechnisch bei Produktion, Wartung und Reparatur überwacht und eingehalten werden.

### Hochpräzise bis ins kleinste Detail

Mit der Einführung einer 3D-Messmaschine speziell für kleine Bauteile mit einer Größe von 100 x 70 mm<sup>2</sup> bis 400 x 300 mm<sup>2</sup> schließt GOM die bisherige Lücke im unteren Messfeld. Gleichzeitig ist der ATOS 5 for Airfoil besonders gut für die Inspektion von für die Luft- und Raumfahrtindustrie produzierten Turbinenkomponenten, wie Blades, Blinks und luftleitende Strukturen, geeignet. Deren komplex geformte Ränder und Flächen stellen bisher eine Herausforderung bei der 3D-Digitalisierung dar. Auch bei Wartung und Reparatur von Turbinenleitschaufeln zeigt der ATOS 5 for Airfoil seine Stärke. Die Kosten für eine neue

Schaufel, die aufgrund von Defekten ersetzt werden muss, liegen bei über 10.000 Euro. Können die Fehler am Bauteil durch digitale Flächenrückführung und Reverse Engineering beispielsweise im Metall-3D-Druck ausbessert werden, sind beträchtliche Einsparungen möglich.

Mit der Einführung des ATOS 5 for Airfoil bietet GOM auch das zugehörige Softwareupdate an. Die 2019er Versionen von ATOS Professional und GOM Inspect Professional verfügen über neue Module, die unter anderem anspruchsvolle Kanten geometrien noch leichter analysieren. Allen ATOS 5 Scannern gemein sind die hohe Digitalisierungsgeschwindigkeit und die hohe Präzision der gemessenen Daten. Ein Scan in einer Messposition benötigt nur 0,2 Sekunden, 120 Aufnahmen in der Sekunde können ausgelöst werden. Per Lichtwellenleiter gibt der Sensor die Daten weiter. Eine Turbinenschaufel ist so in 3 Minuten vollständig digitalisiert, eine gesamte Blisk in etwa einer Stunde. Die gewonnene Punktwolke kann in der GOM Software sofort per Flächenvergleich mit dem CAD-Modell oder Daten aus vorherigen Messungen verglichen werden. In kürzester Zeit entsteht so ein leicht verständlicher Überblick über die Maßhaltigkeit des gerade produzierten, gewarteten oder reparierten Bauteils. Dank ihres robusten Designs mit geschützten Optiken, gekapselter Elektronik und einem selbstüberwachenden Sensor sind die Messsysteme auch für rauen Einsatzort direkt in der Produktion geeignet.

### Das ATOS Triple Scan Prinzip

Die Sensoren der ATOS Produktfamilie arbeiten nach dem Triple Scan Prinzip. Sie projizie-

*Speziell für kleine Bauteile und komplexe Freiformflächen hat GOM die neue optische 3D-Messmaschine ATOS 5 for Airfoil entwickelt. Geeignet ist der Sensor u.a. für die Inspektion von Turbinenschaufeln in der Luft- und Raumfahrtindustrie oder der Energieerzeugung. Bilder: GOM*



ren präzise Streifenmuster auf die Objekt Oberfläche, die zwei Kameras nach dem Stereokameraprinzip erfassen. Da die Strahlengänge beider Kameras und des Projektors durch die Kalibrierung vorab bekannt sind, lassen sich 3D-Koordinatenpunkte aus den drei unterschiedlichen Strahlenschnitten berechnen. Das Resultat ist, auch bei reflektierenden Oberflächen und komplex geformten Objekten mit komplizierten Hinterschnitten, ein Netz aus vollständigen Messdaten ohne Löcher oder fehlerhafte Punkte. Die Sensoren arbeiten mit schmalbandigem blauen Licht, sodass störendes Umgebungslicht bei der Bildaufnahme ausgefiltert werden kann. ■



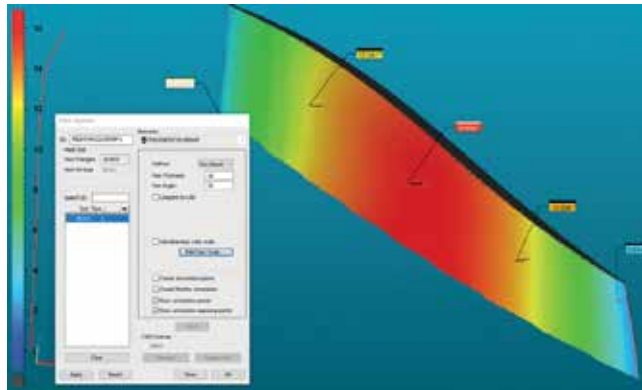
# Hexagon-Messsoftware mit neuen Funktionen und höheren Bedienkomfort

Die Messsoftware PC-DMIS 2019 R2 von Hexagon enthält erstmals die Funktion **Home Page**: einen Startbildschirm für eine noch komfortablere und produktivere Interaktion mit PC-DMIS. Dem Anwender zeigen sich hier auf intuitive Weise diejenigen Inhalte, die sowohl für das Erstellen von Messroutinen als auch deren Ausführung in der Fertigung relevant sind.

Home Page stellt eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem bisherigen PC-DMIS-Hauptbildschirm dar. Der Nutzer erhält damit einen raschen Zugriff auf zuletzt verwendete Programme und Favoriten direkt vom Startbildschirm aus. Darüber hinaus lassen sich Ordner individuell erstellen und Messroutinen entsprechend persönlicher Anforderungen organisieren. Dank Home Page stehen nun auch hilfreiche Inhalte und Supportleistungen direkt in PC-DMIS zur Verfügung. Die Nutzer profitieren

vom nahtlosen Zugriff auf aktuelle Informationen zu Produktneuheiten, Support-Kontakte, lehrreiche Videos, das PC-DMIS-Ideenzentrum sowie – bei bestehendem Software-Wartungsvertrag – auf den regelmäßig erscheinenden PC-DMIS-Newsletter.

Die neue Funktion „Flächenfarbkarte“ bietet dem Nutzer übersichtliche intuitive Grafiken zur anschaulichen Visualisierung der Bauteildicke. Diese Funktion stellt die ges-



sene Dicke unter Nutzung von Polygonnetzen oder Punktwolkendaten in einem abgestuften Farbverlauf dar. Abweichungen vom CAD-Modell lassen sich ebenfalls abbilden, sodass der Anwender sofort notwendige Maßnahmen oder Eingriffe vornehmen kann. Zu den bemerkenswerten Verbesserungen zählen neue Funktionen, die in die weithin anerkannte GD&T Auswahl von Capture aufgenommen wurden. Bereits bei der Veröffentli-

chung im Jahr 2019 R1 veränderte dieses Feature grundsätzlich die Art und Weise, GD&T Daten zu einem Messprogramm hinzuzufügen. Nun wurde es mit einer neuen OCR-Erkennung verbessert, einschließlich Feature-Control Frames, Bezügen und Bezugszielen.

Mit dem Feature „Ringlicht-Migration“ lassen sich Messprogramme schneller und weniger fehleranfällig von einem Messgerät auf ein anderes mit abweichender Ringlicht-Konfiguration übertragen. Das bietet eine effiziente Migration von

Programmen in Geräte im Offline-Modus und maximiert die Produktivität. Verbesserungen des Messstrategie-Assistenten erlauben eine zügige und einfache Anpassung gängiger Messparameter für einzelne Elemente oder auch Elementmuster, ohne den vollständigen Element-Dialog nutzen zu müssen.

PC-DMIS 2019 R2 steht zum Download bereit, entweder über die Webseite [HexagonMI.com](http://HexagonMI.com) oder über den Universal Updater. ■

## ALFRED LIENOW

Gießerei- & Modellbaubedarf · Maschinen & Werkzeuge oHG

Modellbaubedarf für den Holz-, Metall-, Kokillen- und Werkzeugbau

- Modellschriften:** Aus Kunststoff, Messing, Weißmetall
- Dübel:** Modelldübel, Scheibendübel aus Messing, Holz- & Metall-Meisterdübel
- Messwerkzeuge:** Messschieber, Tiefenmaße, Stahl-Stabmaßstäbe in verschiedenen Schwindmaßen, Höhenmess- und Anreißgeräte mit Schwindmaßen
- Schlitzdüsen:** Aus Messing, Stahl, Kunststoff
- Fräswerkzeuge:** Schafffräser für Holz, Metall & Kunststoff
- Metallfräser:** Alle Gradzahlen
- Modellraspeln:** DICK-Raspeln, Turboraspeln, Turbofräser, Riffelfeilen, Riffelraspeln, Präzisionsfeilen, Fräserfeilen
- Kunststoffe:** Epoxide, Polyurethane, Silikone, Blockmaterialien, PU-Stylingmaterialien, Klebstoffe, Füllstoffe, Pasten und Spachtel

Wir liefern alle  Metallerzeugnisse und Spanner!

Steinbacher Straße 38 · 61476 Kronberg/Oberhöchstadt · Tel.: 06173/61196 · Fax: 06173/61052 · Mail: [info@alfred-lienow.de](mailto:info@alfred-lienow.de)

## Fördermittel für die besten Ideen zur Energie-Effizienz

**Fördermaßnahmen für mehr Energieeffizienz in Unternehmen hat es ja schon einige gegeben, aber jetzt geht das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) ganz neue Wege. Ein Förderwettbewerb soll Anreize schaffen, in Verfahrensumstellungen auf effiziente Technologien oder in andere energetische Optimierungen zu investieren.**

Der „Wettbewerb Energieeffizienz“, der im April 2019 mit der ersten Bewerbungsphase startete, wird nun jährlich in mehreren Runden zur Teilnahme einladen und die besten Projekte mit Fördermitteln belohnen ([www.wettbewerb-energieeffizienz.de](http://www.wettbewerb-energieeffizienz.de)). Eine Art „Deutschland sucht den Super-Sparer“ also für Betriebe sämtlicher Rechtsformen, vom Familienunternehmen bis zum großen Industriekonzern. Hier geht es um essentielle Beiträge zu Klimaschutz und Ressourcenschonung. Und maßgeblich für die Förderbewilligung ist nicht eine Jury, sondern die so genannte Fördereffizienz, also das Verhältnis von beantragter Fördersumme zur erwarteten CO<sub>2</sub>-Einsparung. Aus diesem

Kriterium ergibt sich ein Ranking, von dessen Spitzenplatz absteigend alle Projekte gefördert werden – bis das Budget für die jeweilige Runde erschöpft ist. Unternehmen, die dann leer ausgehen, können aber zum nächsten Stichtag ihren Antrag erneuern.

In der Wahl der energetischen Maßnahmen sind die Antragsteller weitgehend frei. Wie bei bisherigen Förderprogrammen wird in den Konditionen ein sehr breites Spektrum von Prozessumstellungen über Abwärmenutzung bis zur Einbeziehung erneuerbarer Energien vorgeschlagen. Entscheidend ist, dass Energie- bzw. CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielt werden. Nach Ministeriumsangaben kann bereits für die



Bild: stock.adobe.com / Olivier Le Moal

Startrunde eine positive Zwischenbilanz gezogen werden: „Die Unternehmen scheuen nicht das Risiko, mit ihren Energieeffizienzprojekten in den Förderwettbewerb zu gehen, sondern nutzen vielmehr die Chance, gerade ambitionierte Projekte mit einer hohen Amortisationszeit ökonomisch realisieren zu können.“ ■

## Rechtliche Aspekte der additiven Fertigung

**Additive Fertigungsverfahren bringen nicht nur ungeahnte technische Möglichkeiten mit sich, sondern auch neue rechtliche Fragen. Dabei haben die verschiedenen Schritte in der Fertigung unterschiedliche juristische Aspekte und Fallstricke. Die neue Richtlinie VDI 3405 Blatt 5.1 nimmt sich der Thematik entlang der Prozesskette an und beschreibt die für jede Stufe typischerweise auftretenden rechtlichen Verantwortungen und Fragestellungen.**

Die Richtlinie VDI 3405 Blatt 5.1 arbeitet die rechtlichen Verantwortungen und Fragestellungen typischer Prozessschritte bei der additiven Fertigung heraus. Zur Klärung der Grundlagen finden sich darin auch eine erläuternde Beschreibung der Prozesskette und der Dateiformate und Dateitypen, die den einzelnen Schritten zugeordnet sind. Diese allgemeinen Basisinformationen und das zugleich enthaltene Detailwissen erleichtern auch die Zusammenarbeit von Juristen und Technikern, die beide zu den Zielgruppen der Richtlinie gehören. Juristen erhalten mit der Richtlinie das nötige Know-how zur juristischen Bewertung der technischen Aspekte. Techniker und Planer, Konstrukteure und Dienstleister werden in die Lage versetzt, die rechtliche Tragweite der einzelnen Produktionsschritte zu überblicken und zudem rechtskonforme Verträge zu gestalten. Anwendungsbereich der VDI 3405 Blatt 5.1 sind die rechtlichen Implikationen in der additiven Fertigungstechnik. Die Richtlinie beinhaltet grundlegende Informationen zum Ablauf von Prozessketten. Sie beschreibt auch das Qualitätsmanagement in der additiven Fertigung.

Weitere Teile sind Verträge und Haftung im Zusammenhang mit der additiven Fertigungstechnik. Die Richtlinie behandelt außerdem Fragen des Datenschutzes und des Eigentums an Daten. Ebenfalls wird auf die veränderte Gesetzeslage zum „Reverse Engineering“ eingegangen. Damit zusammenhängend stellt die Richtlinie auch die Rechtspflicht zur Implementierung von technischen Schutzmaßnahmen im Einzelnen vor. Auch die Dokumentation von Prozessen und Prozessschritten in der additiven Fertigung wird näher erläutert. Herausgeber der Richtlinie VDI 3405 Blatt 5.1 „Additive Fertigungsverfahren – Rechtliche Aspekte der Prozesskette“ ist die VDI-Gesell-

schaft Produktion und Logistik (GPL). Die Richtlinie ist im Januar 2020 als Entwurf erschienen und kann zum Preis von EUR 91,50 beim Beuth Verlag bestellt werden. VDI-Mitglieder erhalten 10 Prozent Preisvorteil auf alle VDI-Richtlinien. Onlinebestellungen sind unter [www.beuth.de](http://www.beuth.de) oder [www.vdi.de/3405](http://www.vdi.de/3405) möglich. Die Möglichkeit zur Mitgestaltung der Richtlinie durch Stellungnahmen bestehen durch Nutzung des elektronischen Einspruchsportals oder durch schriftliche Mitteilung an die herausgebende Gesellschaft ([gpl@vdi.de](mailto:gpl@vdi.de)). Die Einspruchsfrist endet am 30.06.2020. VDI-Richtlinien können in vielen öffentlichen Auslegestellen kostenfrei eingesehen werden. ■

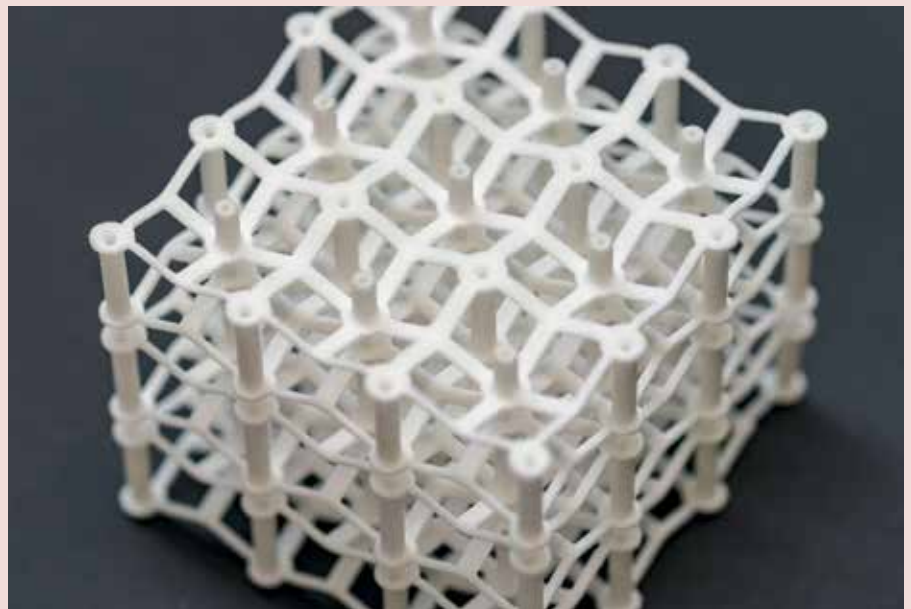


Bild: Messe Erfurt

Unter dem Produktnamen OptiMill-3D präsentiert MAPAL ein neues leistungsstarkes Programm an Vollhartmetallfräsern, die speziell für den Werkzeug- und Formenbau entwickelt wurden. Neben extrem hitzebeständigen Beschichtungen und speziellen Hartmetallsubstraten zeichnen sich diese Werkzeuge durch die speziell an den Formenbau angepassten Abmessungen und Geometrien aus.

Eigens zum Fräsen gehärteter Bauteile mit einer Härte von 45-66 HRC stellt MAPAL mit dem OptiMill-3D-HF-Hardened mit vier beziehungsweise sechs Schneiden zwei neue Hochvorschubfräser für die Hartbearbeitung vor. Damit die Werkzeuge auch bei schwierigen Einsatzbedingungen wie einem unterbrochenen Schnittprozess sicherarbeiten, hat MAPAL eine spezielle Stirngeometrie entwickelt. Der vierschneidige Fräser kommt vor allem zum Schruppen sowie zum Vorschlichten zum Einsatz. Durch die geringere Schneidanzahl und die damit großzügige Dimensionierung der Spanräume ist ein sicherer Abtransport der Späne gewährleistet. Zudem ist der Fräser das Mittel der Wahl, wenn mit langen Auskragungen und in tiefen Kavitäten gearbeitet wird.

Der sechsschneidige Fräser kann optimal zum Schruppen und Vorschlichten als auch zum Schlichten von ebenen Flächen mit hoher Vorschubgeschwindigkeit eingesetzt werden. Er erzeugt beste Oberflächen und Ebenheiten. Für die Weichbearbeitung steht das Pendant, der OptiMill-3D-HF, mit drei und vier Schneiden zur Verfügung. Die Abmessungen sind hierbei auf den OptiMill-3D-HF-Hardened abgestimmt.



## Neue Fräser aus Vollhartmetall für den Werkzeug- und Formenbau



Zum Schlichten von 3D-Formen bis zu einer Härte von 66 HRC kommt der Eckradiusfräser OptiMill-3D-CR-Hardened zum Einsatz.

### Hochgenaue Eckradien für maximale Präzision

Zum Schlichten von 3D-Formen bis zu einer Härte von 66 HRC kommt der Eckradiusfräser OptiMill-3D-CR-Hardened zum Einsatz. Er erzeugt bei maximaler Vorschubgeschwindigkeit sehr gute, glatte und hochglänzende

Oberflächen. Ausschlaggebend dafür sind die hochgenau gefertigten Eckradien. Der OptiMill-3D-CR-Hardened ist im Durchmesserbereich 4-12 mm in unterschiedlichen Längenausführungen und Eckenradien verfügbar. Die neuen Kreisradiusfräser OptiMill-3D-CS kommen überwiegend im Formenbau bei tiefen Kavitäten, für komplexe Freiformflächen, sowie bei der Fertigung von Turbinenschaukeln und Impellern zum Einsatz. Die Besonderheit der Werkzeuge ist die optimale geometrische Kombination aus Radius- und Formfräsern, die einen höheren Bahnabstand bei der Vorschlicht- und Schlichtbearbeitung möglich macht. Die Bearbeitungszeit kann deutlich reduziert sowie die Oberflächenqualität der Bauteile erheblich verbessert werden. Für die Bearbeitung tiefer, schlecht zugänglicher Kavitäten ist der OptiMill-3D-CS in Tropfenform die erste Wahl. Große Flächen und Flächen mit Störkontur werden mit dem Fräser in Kugelform hocheffizient bearbeitet. ■



Eigens zum Fräsen gehärteter Bauteile mit einer Härte von 45-66 HRC stellt MAPAL mit dem OptiMill-3D-HF-Hardened mit vier beziehungsweise sechs Schneiden zwei neue Hochvorschubfräser für die Hartbearbeitung vor. Bilder: Mapal

An- und Verkauf  
gebrauchter Modellbaumaschinen

Fritz Ernst Maschinenhandel e. K.  
In der Liethe 1, 58730 Fröndenberg/Ruhr  
Telefon 0 23 78 / 8 90 15 10  
Maschinenhandel.fritz-ernst@t-online.de

Alle Maschinen finden Sie unter:  
[www.fritz-ernst.de](http://www.fritz-ernst.de)

# Trennmittelfrei

## ReleasePLAS-Technologie ersetzt Silikonbeschichtung beim Wachs-spritzguss

Mit dem Wachs-spritzgussverfahren werden schnell und unkompliziert Modelle für den Feinguss hergestellt. Für eine zerstörungsfreie Entformung der Wachslinge müssen bislang silikonbasierte Trennmittel eingesetzt werden, die mit erheblichen Nachteilen für Mensch und Produkt einhergehen. In einem Projekt ist es Entwicklern des Fraunhofer IFAM gelungen ein trennmittelfreies Trennschichtsystem zu entwickeln, das eine nachhaltige Permanentbeschichtung auf dem Werkzeug ermöglicht. Die sogenannte ReleasePLAS-Technologie bietet neben technischen ebenso wirtschaftliche Vorteile.

Das Feingussverfahren wird eingesetzt, wenn filigrane Strukturen oder besonders hochwertige Oberflächen beim herzustellenden Gussbauteil gefordert sind. Das dafür benötigte Positivmodell wird in der Regel im Wachs-spritzguss hergestellt. Hierbei kommen Formen und Formeinsätze aus Aluminiumlegierungen, Stahl und Messing zum Einsatz. Zur Abformung der Modelle wird flüssiges oder pastöses Wachs in die Kavität der Metallform eingespritzt. Nach der Verfestigung des Wachses wird die Form geöffnet und das Modell, der sogenannte »Wachsling«, entformt. Dieses Verfahren ist schnell, kostengünstig, etabliert und für die Serienfertigung geeignet.

Allerdings müssen zur Unterstützung des Entformungsprozesses Trennmittel, typischerweise in Form von Silikon-sprays, eingesetzt werden. Ohne den Einsatz von Trennmitteln ist eine vollständige und zerstörungsfreie Entformung des Wachsmodells aus dem Formwerkzeug nach dem Stand der Technik nicht möglich. Bei Verwendung von Trennmitteln kommt es jedoch beim Entformungsvorgang zum Übertrag des Trennmittels auf die Oberfläche des Wachsmodells, als auch zur Bildung des sogenannten Formenaufbaus, einem Belag aus Trennmittel und Wachs.

Mit der Verwendung von Trennmitteln sind weitere Nachteile verbunden: Turnusmäßige Kosten für Reinigung der Spritzgusswerkzeuge, die Freisetzung von Silikon-Aerosolen, Kosten für das Abwaschen der Silikonanhaftungen von den Wachslingen sowie Qualitätsmängel in der Oberfläche der keramischen Schalen.

### Einsatz einer plasmapolymerten Trennschicht

Der Wunsch nach einem trennmittelfreien Prozess zur Abformung der Wachslinge besteht seitens der Feingussbetriebe seit Jahrzehnten. Zur Überwindung der oben genannten tech-



ReleasePLAS-Technologie: Trennmittelfreier Wachs-spritzguss durch Einsatz einer plasmapolymerten Trennschicht

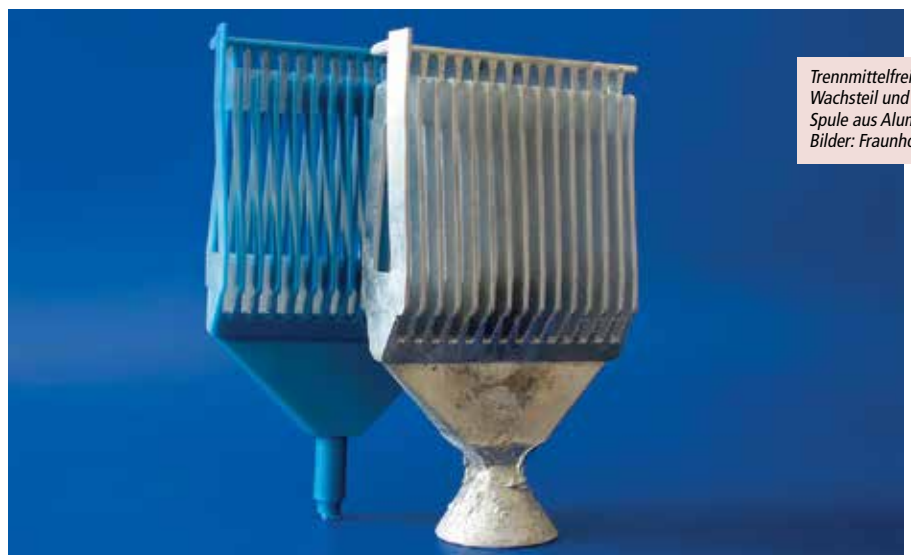
nischen und wirtschaftlichen Nachteile wurde in dem von der AiF geförderten Projekt 18915N der Ersatz der Trennmittel durch eine vom Fraunhofer IFAM entwickelte plasmapolymere ReleasePLAS-Trennschicht erforscht. Die eingesetzte Funktionsschicht auf den Spritzgießwerkzeugen wurde mittels einer plasmagestützten chemischen Gasphasenabscheidung (PECVD) erzeugt. Zuvor wurden die Spritzgießformen sorgfältig gereinigt und vor dem Beschichtungsprozess in einzelne Segmente zerlegt in der Plasmakammer angeordnet, sodass alle zu beschichtenden Oberflächen freilagen.

### Wissenschaftliche Ergebnisse führen zur sicheren Prozessentwicklung

Zur Lösung der Aufgabenstellung war es notwendig sich eingehend mit dem Erstarrungs- und den Grenzflächenverhalten von Modellwachsen auseinander zu setzen. Ein Ergebnis war, dass der sogenannte Adhäsionspunkt unbedingt beim Trennvorgang zu unterschreiten ist. Der Wachs-Adhäsionspunkt ist die Temperatur, ab der das Wachs anfängt an der Oberfläche anzuhafte. Es entsteht ein sichtbarer Rückstand, die Ablösekraft steigt spürbar an. Der Adhäsionspunkt ist nicht mit dem Schmelz-

punkt oder Tropfpunkt zu verwechseln. Der Schmelzpunkt/Tropfpunkt ist die Temperatur ab der sich das Wachs verflüssigt und liegt in der Regel deutlich über dem Adhäsionspunkt. Für einen dauerhaft erfolgreichen Trennvorgang ist es zudem notwendig, dass die Grenzfläche zwischen Plasmabeschichtung und dem Wachs stabil ist. Jedes Material verändert seine Zusammensetzung oder sein Vernetzungsverhalten, wenn es im Kontakt mit einer Oberfläche erstarrt. Dieser Bereich wird als Interphase bezeichnet und kann unterschiedliche Schichtdicken, von wenigen Nanometern bis hin zu Mikrometern, bilden.

Aus diesem Grund untersuchten die Wissenschaftler des Fraunhofer IFAM u.a. die mechanischen Eigenschaften dieser Interphase. Dazu wird das Verfahren der Nanoindentation eingesetzt. Durch die systematische Anpassung der Prüfkörper an die Messaufgabe gelingt es das E-Modul grenzflächennah (innerhalb der oberen 50 nm) zu bestimmen und die Wachse voneinander zu unterscheiden. Tendenziell sind Wachse mit kleinem Oberflächen-E-Modul weniger gut für das trockene Trennen geeignet, da die Interphase eine geringere mechanische Festigkeit aufweist. Somit wer-



Trennmittelfrei gespritztes Wachsteil und gegossene Spule aus Aluminium  
Bilder: Fraunhofer IFAM

den dem Anwender mit dem Adhäsionspunkt und dem Oberflächen-E-Modul zwei neue Kriterien an die Hand gegeben, um das Wachsspritzgussverfahren trenngerecht zu führen und Modellwaxe zu differenzieren.

Aufgrund der Erkenntnisse, der Verfahrensführung und der Eigenschaften der Release-PLAS -Beschichtung ist es gelungen, eine praxiserprobte Permanentbeschichtung für den Wachsspritzguss zu entwickeln. Die Untersuchungen der durch diesen Prozess hergestellten Trennschicht zeigten eine exzellente Haftung auf der metallischen Form, hohe Kohäsionsfestigkeit und niedrige Oberflächenenergie. Die Beschichtung hat durch die geringe Schichtdicke von  $\leq 2 \mu\text{m}$  keinen Einfluss auf die Maßhaltigkeit der Spritzgießformen. Dies ermöglicht es, die Release-PLAS-Trennschicht sowohl auf neue, als auch auf vorhandene Spritzgießwerkzeuge aufzutragen. Neben dem wichtigen Arbeitsschutz für die Mitarbeiter, die zukünftig keinen Schad- und Fremdstoffen durch Aerosole ausgesetzt sein müssen, ergeben sich weitere Vorteile: Die

Stillstandzeiten durch Wartung und Reinigung an den Werkzeugen der Spritzgießanlagen werden minimiert und Trenn- sowie Reinigungsmittel eingespart. Das Säubern der Wachsteile entfällt. Benetzungsprobleme beim Auftrag der primären Keramikschale treten nicht auf. Die Oberflächenqualität wird verbessert und Ausschuss verringert.

#### **Projektergebnisse und Ausblick**

Release-PLAS-Beschichtungen ermöglichen eine industriell anwendbare Permanentbeschichtung für den Wachsspritzgießprozess. Innerhalb Projektes wurde diese Beschichtung nicht nur am Fraunhofer IFAM in Laborversuchen, sondern zusätzlich unter industriellen Bedingungen bei Feingießern erfolgreich an mehreren Spritzgießformen getestet. Die Bandbreite der genutzten Spritzgießwerkzeuge (Handformen und Automatenwerkzeuge) reichte dabei von einfachen bis hin zu hoch komplexen Geometrien mit Losteilen und hydraulischen Schiebern mit unterschiedlichem Bedarf an Trennmittel. Im Rahmen der Pro-

jektlaufzeit hat ein Feingießer bereits über 40 000 Wachsteile mit einer Spritzgießform (Geometrie Turboladerrädchen) komplett trennmittelfrei gefertigt, ohne eine Abnutzungserscheinung an der Trennschicht festzustellen.

Um die klaren Vorteile der plasmapolymerten Trennschicht in den Feingießereien im vollen Umfang wirtschaftlich nutzbar zu machen, werden weitere Untersuchungen in Folgeprojekten angestrebt. Insbesondere sollen nachgelagerte Prozesse im Anschluss der Wachsmo- dellherstellung beleuchtet werden, um somit den wirtschaftlichen Nutzen für die Feingussbetriebe noch deutlicher zu machen und quantifizieren zu können. Untersuchte Prozessparameter könnten die Benetzbarkeit der Wachslinge ohne Vorreinigung beim Aufbringen der primären Keramikschale, die gezielte Verbesserung der Benetzbarkeit der Wachslinge durch Plasmaaktivierung sowie Langzeitversuche zum Beweis der prognostizierten und von Gießern geforderten Lebenszeitstandzeit der Plasmatre- nnschicht ( $> 500.000$  Entformungen) sein. ■

# ***Bewährtes und Neues von RESAU***

## **Hochabriebfeste Polyurethanharze:**

**NEU PAF 33** mit längerer Topfzeit, niedrigerer Viskosität, dadurch lange Fließphase

**PAF 03** und **PAF 03 OF**

Dazu die Hinterfüllharze **P4** und **P1** für große Volumen.

Für Probleme mit Sandanhaftungen unsere Lacke

**RESOLAN extrem, RESOLAN spezial,**

sowie die Trennmittel **R 60, W70, W80** und **RESAU-Silber**

**RESAU & Co. KG • Chemische Produkte • Gutenbergstr. 11 • 73779 Deizisau**

Telefon 0 71 53 / 8 30 30

Internet: [www.Resau.de](http://www.Resau.de)

• Telefax 0 71 53 / 83 03 10

• Email: [info@Resau.de](mailto:info@Resau.de)



Toolcraft profitiert von der langjährigen Expertise im Bereich der additiven Fertigung. Bilder: MBFZ toolcraft

## Ein neues Zeitalter im Spritzguss und Formenbau bricht an Toolcraft entwickelt 3D-gedrucktes Werkzeug



Das neue und optimierte 3D-gedruckte Werkzeug hat stark verkleinerte Bauteilabmessungen.



Die Möglichkeiten des 3D-Drucks in Metall erlauben es, neue Wege zu gehen und eine Form vollkommen neu zu denken.

**Toolcraft vereint sieben Geschäftsbereiche unter einem Dach. Dass diese voneinander profitieren, beweist ein internes Projekt, das gemeinsam mit dem Kooperationspartner Siemens realisiert wurde. Ausgangspunkt war eine Form zur Herstellung eines Kunststoffteils für die optische Industrie. Die Möglichkeiten des 3D-Drucks in Metall erlauben es, neue Wege zu gehen und eine Form vollkommen neu zu denken. Heraus kam ein topologieoptimiertes Werkzeug, das nicht nur leichter herzustellen ist, sondern auch in der Produktion des Kunststoffteils erhebliche Verbesserungen bringt.**

Das bisherige Werkzeug besteht aus Formeinheiten, Formplatten, Aufspannplatten und Normteilen. Die Abmessungen belaufen sich auf 125 x 125 x 130 mm (Breite x Länge x Höhe) und ein Gewicht von ca. 60 Kilogramm. Ziel des Projektes war es, den Spritzgussprozess hinsichtlich Zykluszeit zu optimieren sowie die Komplexität der Baugruppe und des Entwicklungsprozesses zu vereinfachen. Hierbei profitiert Toolcraft von der langjährigen Expertise im Bereich der additiven Fertigung. Aufgrund der sehr hohen Fertigungsfreiheiten des metallischen 3D-Drucks konnte der Konstrukteur den Einsatz neu auslegen und seine Topologie entsprechend den vorhandenen Lasten und Anforderungen optimieren. Das Ergebnis ist eine vollkommen neue Form – kleiner, leichter und mit integrierter, konturnaher Kühlung.

### Funktionalität erhalten

„Bestimmte Flächen galt es bei der Topologieoptimierung zu erhalten, um die Funktionalität der Form zu gewährleisten“, so Ralf Domider, Konstruktion und Simulation Metall-Laserschmelzen bei Toolcraft. „Spezielle Anforderungen, wie zum Beispiel die Passgenauigkeit beider Teile zueinander, die Position des Auswerferpaketes und die Anschlüsse der Maschinenperipherie, mussten bei der Topologieoptimierung bereits berücksichtigt werden.“ Zudem ist schon bei der Konstruktion die spätere Aufspannmöglichkeit für Nacharbeiten in einem CNC-Bearbeitungszentrum zu beachten. Um die technologischen Vorteile der additiven Fertigung voll auszuschöpfen, wurden Funktionsflächen, wie zum Beispiel ein konturnaher Kühlkanal mit optimierter Querschnittsfläche, in das Rohteil integriert.

Eine weitere Herausforderung stellt der Bauteilverzug beim 3D-Druck in Metall dar. Die optimale Bauteilausrichtung und die jeweilige Supporterstellung setzt ein tiefes Prozessverständnis und Erfahrung im Aufbereiten von Daten für die additive Fertigung voraus und hat einen starken Einfluss auf den Bauteilverzug. Mit Hilfe der integrierten Prozesssimulation lassen sich diese Verzüge schnell und effizient berechnen. Somit werden unerwünschte Ausschussbauteile oder Störungen im Bauprozess bereits im Vorfeld vermieden. Das „first time right“-Prinzip ist ein wichtiges Indiz für die technologische Reife der additiven Fertigung und ist vor allem für industrielle Anwendungen von hoher Bedeutung.

### End-to-end Prozess mit Siemens NX

Nach der konstruktiven Neuauslegung der Form extrahiert der Konstrukteur Funktionsflächen und legt die Randbedingungen fest. Auch das Material wird zu diesem Zeitpunkt ausgewählt. Danach folgen die Integration der konturnahen Kühlung, Topologieoptimierung sowie Verifizierung mittels FEM-Berechnung und Kühlsimulation. Anschließend werden die Daten für den Druck aufbereitet. Nach der Simulation des Druckprozesses folgt die Fertigung sowie das Finishing, von der Wärmebehandlung, Stützstrukturentfernung, Oberflächenbehandlung bis zur zerspanenden Nacharbeit sowie optischen und taktilen Qualitätskontrolle.

### Ein erster Schritt zum Formenbau der Zukunft

Das neue und optimierte 3D-gedruckte Werkzeug hat stark verkleinerte Bauteilabmessungen. „Die ursprüngliche Baugruppe aus mehreren Einzelteilen wurde auf jeweils eine Werkzeughälfte reduziert. Die Masse des optimierten Werkzeuges ist somit um fast 50 Prozent geringer“, resümiert Domider. Das niedrige Gewicht erfordert kleinere Maschinenkräfte und erleichtert die Montage in der Spritzgussmaschine. Gleichzeitig wurde die Performance des Werkzeuges, trotz einer kürzeren Entwicklungszeit, deutlich gesteigert. Die geringere Masse und die konturnaher Kühlung ermöglichen eine Reduzierung der Zykluszeit um 30 Prozent bei identischer Bauteilqualität. ■



## Innovative Alternativen für klein(st)e Mengen

Adieu Handvermischung:  
Mit dem Dispenser-Aufsatz LC-DCM (2.v.li.) und seinen MDM-Maschinen (re.) bietet Tartler vier innovative Systemlösungen für das manuelle und maschinelle Dosieren und Mischen kleiner Mengen von Silikon-, Polyurethan- und Epoxidharzen.  
Bild: Tartler

**Für die Verarbeitung und Applikation kleiner und sehr kleiner Mengen von flüssigen Zwei-Komponenten-Kunstharzen bietet der Anlagenbauer Tartler vier verschiedene Systemlösungen an. Insbesondere Anwender in Produktentwicklung und Prototyping sowie Elektroverguss, Klebstofftechnik und Resin Injection Molding (RIM) erhalten damit gleich mehrere Alternativen für das effiziente Dosieren und Mischen von Silikon-, Polyurethan- und Epoxidharzen.**

Wer als Verarbeiter von minimalen Kunstharzmengen mit Pneumatik-Dispensern arbeitet und der reinen Handvermischung Adieu sagen möchte, dem bietet Tartler mit dem Dispenseraufsatz LC-DCM eine elegante und kostengünstige Lösung. Denn dieser Aufsatz verfügt über einen Universal-Anschluss für viele marktübliche manuelle Kartuschensysteme und ermöglicht das dynamische Mischen von Harz und Härter.

Mit dem LC-DCM erschließt Tartler dem Kleinmengen-Anwender also die Qualitätsvorteile der dynamischen 2K-Dosier- und Mischtechnik, wie man sie aus der industriellen Kunstharzverarbeitung kennt. Mit anderen Worten: Wer Gießharze und Klebstoffe beispielsweise für Reparaturen, Nacharbeiten oder die Oberflächenoptimierung einsetzt und zum Mischen von Harz und Härter die Mehrkomponenten- oder Doppelkartuschen-Pistolen von Nordson, Sulzer, Ritter oder anderen namhaften Anbietern nutzt, der kann nun den LC-DCM von Tartler andocken und von den Vorteilen einer sehr homogenen Vermischung und erhöhter Ausstoßleistungen profitieren.

Mit dem LC-DCM kann der Minimalmengen-Anwenderbeigleicher Konfiguration, gleichem Druck und je nach Materialauswahl einen um bis zu 80 Prozent höheren Volumenaustrag erzielen als beim Einsatz eines vom Kartuschen- oder Materialhersteller angebotenen Statikmischers. Dabei nimmt es der Dispenser-Aufsatz von Tartler auch mit extremen Mischungsverhältnissen und hohen Viskositätsunterschieden zwischen den Materialien auf.

### Einstieg in die maschinelle 2K-Verarbeitung

Eine Einsteigerlösung für Kleinmengen-Verarbeiter, die den Schritt vom manuellen zum maschinellen Dosieren und Mischen flüssiger PU und Epoxidharze gehen wollen, ist das Tischgerät MDM 4 im Programm von Tartler. Nach einem gründlichen Re-Engineering ist dieses Kompaktsystem nun so ausgelegt, dass es durch die Kombination der Pumpen für Ausstoßmengen von 50 bis 800 ml/min konfigurierbar ist – je nach Mischungsverhältnis und Viskosität der Komponenten. Mit der MDM 4 lassen sich Dosierverhältnisse von 100:10 bis 10:100 realisieren und der Ausstoß wird

mit einem Potentiometer justiert. Als Mischkopf dient ein schlanker LC 0/2 von Tartler. Er verfügt über einen rotierenden Einwegmischer, der über eine flexible Welle von einem frequenzgeregelten Elektromotor angetrieben wird. Bei den Behältern für die A- und B-Komponenten kann der Anwender zwischen Gebinden von 0,5 bis 100 l wählen. Zur Inbetriebnahme der MDM 4 reicht ein 220 V-Anschluss.

### Gießen, Sprühen, Schäumen

Das nächstgrößere Modell der Baureihe ist die MDM 5. Sie ist in der Ausstoßmenge von 0,05 bis 1,5 l/min variabel, bietet aber mehr Ausstattung sowie eine Steuerung vom Typ Siemens Logo, die eine Reihe praktischer Features bereitstellt – beispielsweise eine Vorwahl der Schusszeit und einen Topfzeitalarm. Die Maschine lässt sich mit Behältern verschiedener Größen, Elektro-Rührwerken sowie Heizungen für Behälter, Schläuche und Mischkopf ausstatten.

Ausgelegt für Ausstöße von bis zu 3,5 l/min und ausgestattet mit noch mehr Funktionen ist schließlich die MDM 6. Sie ist das Top-Modell der Kompaktmaschinen-Baureihe und lässt sich mit Behältern von 3,0 l bis 100 l Volumen bestücken. Ihre Steuerung bietet unter anderem die Möglichkeit auch eine kleine und große Rezirkulation der Komponenten durchzuführen. Die MDM 6 eignet sich ebenfalls für Anwendungen rund um das Gießen, Sprühen und Schäumen. ■

## Arbeitsschutz

\_branchengerecht  
\_praxisorientiert  
\_effizient

Sicherheitstechnische und arbeitsmedizinische Betreuung

Informationen unter [siam-arbeitsschutz.de](http://siam-arbeitsschutz.de)

# SIAM

Gesellschaft für Arbeitsschutz mbH

# Optische 3D-Messtechnik mit RAKU TOOL

**Präzise Messtechnik benötigt stabile Demonstrationsobjekte: Um die Leistungsstärke ihrer Messsysteme für die Qualitätssicherung in Gießereien zu demonstrieren, setzt die GOM GmbH, führender Hersteller optischer 3D-Messtechnik, auf die Polyurethanplatte RAKU TOOL WB-0801 von RAMPF Tooling Solutions.**

Gießereien müssen immer höhere Qualitätsanforderungen erfüllen. Das gelingt zum einen mit hochwertigen Materialien und zum anderen mit einer durchgängigen Qualitätssicherung unter Einsatz von hochpräzisen optischen 3D-Messsystemen – angefangen beim Simulationsabgleich über die Beschleunigung von Werkzeug-Try-Out und Erstmusterprüfung bis zur Produktionskontrolle und CNC-Bearbeitung.

Wie das in der Praxis funktioniert, zeigt der Messtechnik-Hersteller GOM mit Hilfe von RAKU TOOL WB-0801. Die Modellplatte wird zur Herstellung eines Ventilgehäuses im Sandguss eingesetzt und zeigt als Teil der Prozesskette den Einsatz von GOM-Messsystemen für die durchgängige Qualitätssicherung in Gießereien. „Dabei muss das Blockmaterial eine sehr hohe Genauigkeit des Modells ermöglichen und einfach zu fräsen sein“, so Matthias Traxel von RAMPF Tooling Solutions. „Diese Anforderungen erfüllt



Das Polyurethanblockmaterial RAKU TOOL WB-0801 wird für die Herstellung von Formplatten (im Bild), Urmodellen, Datenkontroll-Modellen, Lehren und Vorrichtungen sowie Vakuumtiefziehformen eingesetzt. Bild: Rampf

RAKU TOOL WB-0801 mit einer feinen Oberflächenstruktur, guten Dimensionsstabilität, Druck- und Biegefestigkeit sowie einer hohen Wärmeformbeständigkeit und einem niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten.“ Der

Herstellungsprozess ist einfach und schnell: Dem direkten Fräsen der Modellplatte folgt deren Nachbearbeitung. Anschließend geschieht die flächenhafte Vermessung mit dem optischen 3D-Messsystem. ■

## Herstellung hochpräziser Prototypen

### mipart launcht 3D-Druckverfahren Polyjet

**Die On Demand Manufacturing Plattform mipart führt das 3D-Druckverfahren Polyjet neu im Online-Konfigurator ein. Es ermöglicht hochwertige Prototypen und Kleinserien aus bis zu 510.000 Farben und Tausenden Materialkombinationen. Durch die Präzision, Effizienz und Bandbreite an Materialien eignet sich Polyjet hervorragend für die Herstellung von Konzeptmodellen. Auf das Know-how von mipart setzt auch das weltweit agierende Orthopädieunternehmen Össur.**

Polyjet hat alle Eigenschaften, um den Rapid Prototyping Prozess enorm zu beschleunigen und ist das ideale 3D-Druck-Verfahren für Bauteile und Baugruppen mit feinsten Details, die aus mehreren Materialien und Farben bestehen sowie verschiedene physische Eigenschaften

vereinen: Vollfarbig, voll funktionsfähig und in einem Arbeitsgang druckbar. Prototypen in der Produktentwicklung, beispielsweise für Eignungstests in der Medizintechnik, lassen sich mit Polyjet daher sehr einfach herstellen. Das additive Fertigungsverfahren nutzt Photopolymere, um Modelle mit gummiartiger Beschaffenheit, hoher Widerstandsfähigkeit und Temperaturbeständigkeit präzise und schnell entstehen zu lassen. Konkret bietet Polyjet eine nahezu unendliche Aus-

wahl an Kombinationsmöglichkeiten für Farben, Transparenzen, Härtegraden, Texturen und Oberflächen. Das Verfahren ermöglicht Ergebnisse, die der Realität beeindruckend nah kommen.

#### Zahlreiche Verfahren von zerspanend bis additiv

Für das Polyjet-Verfahren verfügt mipart mit dem Stratasys J750 über einen Drucker der Königsklasse. Mit der umfangreich ausgestat-

Prototypen physiologischer Modelle für den Lehrunterricht, hergestellt im 3D-Druckverfahren Polyjet. Bild: BAM GmbH





teten Reinigungs- und Finish-Abteilung kann mipart nahezu jedes additiv gedachte Bauteil realisieren. Der entscheidende Vorteil des Online-Konfigurators für die mipart-Kunden ist das große hausinterne Fertigungs-Know-how. Denn hinter der On Demand Manufacturing Plattform mipart steht die BAM GmbH mit ihrem hochmodernen Maschinenpark in Weiden in der Oberpfalz (Bayern).

Neben Polyjet bietet mipart mit HP Multi Jet Fusion derzeit ein weiteres additives Verfahren an. In naher Zukunft werden Fused Deposition Modeling (FDM) und der 3D-Druck von Metall im Online-Konfigurator folgen. Darüber hinaus können Kunden bereits jetzt 3D-Modelle zerspanend fertigen lassen. In der nächsten Erweiterungsstufe kann über mipart auch die Laserbearbeitung von Bauteilen aus Blech konfiguriert werden.

Auf mipart.com laden Nutzer 3D-Modelle hoch, lassen sich den Preis in Echtzeit berech-

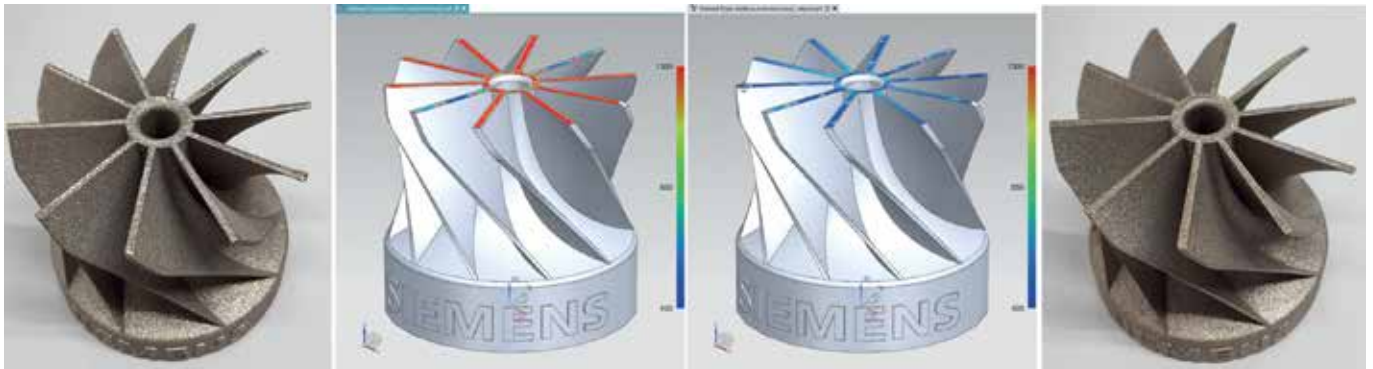
nen und bestellen das Bauteil direkt online. „Die Online-Plattform wird sehr gut angenommen, zudem ist die Bandbreite unserer Aufträge sehr groß. Seit dem Start von mipart im April 2019 wurden schon mehr als 21.000 Anfragen aus 12 Ländern von der von uns entwickelten künstlichen Intelligenz vollautomatisch bearbeitet“, sagt Marco Bauer, Geschäftsführer der BAM GmbH, aus der mipart hervorgeht.

#### Orthopädieunternehmen reduziert Entwicklungsdauer

Auch das weltweit erfolgreiche Orthopädieunternehmen Össur setzt auf mipart.com, um Prototypen herzustellen. „Die Möglichkeit Bauteil-Bestellungen komplett online abzuwickeln, reduziert die Entwicklungsdauer unserer Produkte enorm. Ab einem gewissen Grad an Bauteil-Komplexität ist aber die direkte Interaktion mit dem Fertiger unum-

gänglich“, sagt Stefan Krämer, Product Lead Designer bei Össur. Deshalb habe sich das Unternehmen für mipart entschieden.

Die besondere Kombination aus Software- und Fertigungs-Know-how von mipart macht den Unterschied: Bei der Entwicklung der Künstlichen Intelligenz (KI), die auf Machine-Learning-Algorithmen basiert, floss die mehrjährige Expertise der BAM GmbH ein. Somit konnte die KI mit vorhandenen Maschinenprozessdaten, also mit realen Daten, entwickelt werden. Die BAM GmbH bietet von der zerspanenden, additiven und umformenden Präzisionsfertigung bis hin zum eigenen Sondermaschinenbau Qualität und Service – alles aus einer Hand. „Und wir wurden nicht enttäuscht. Die Bauteile waren binnen weniger Tage nach unserer Online-Bestellung schon einsatzbereit bei uns und überzeugten durch enorme Oberflächengüte und exakte Toleranzen“, sagt Krämer. ■



## Tests und Fehlversuche reduzieren

### Siemens präsentiert in NX integrierte AM-Path-Optimizer-Technologie für die additive Fertigung

**Siemens Digital Industries Software hat den Additive Manufacturing (AM) Path Optimizer vorgestellt. Der AM Path Optimizer ist eine Beta-Technologie, die in die NX-Software integriert ist. Sie soll Kunden bei der Lösung von Überhitzungsproblemen helfen, dazu beitragen, Ausschuss zu reduzieren sowie die Produktionsleistung zu erhöhen.**

Auf diesem Weg wird die Industrialisierung von AM oder der Einsatz von AM im industriellen Maßstab erreicht. Siemens hat diese fortschrittliche Simulationstechnologie der nächsten Generation entwickelt, um die Produktionserträge und Qualität von Komponenten zu maximieren, die im Pulverbett-Schmelzverfahren hergestellt werden. Diese neueste Erweiterung der durchgängigen Siemens-Lösung für die additive Fertigung speist den digitalen Faden. Dieser dokumentiert jeden Schritt des gesamten additiven Fertigungsprozesses. Aufbauend auf der Simcenter Additive Manufacturing Process Simulation ergänzt der AM Path Optimizer die Siemens-Strategie für den digitalen Zwilling des Fertigungsprozesses. Er behebt Fehler, die durch suboptimale Scanstrategien und Prozessparameter verursacht wurden. Diese können zu systematischen

Ausfällen durch Überhitzung führen. Das hat Ausschuss und Unstimmigkeiten in der Komponentenqualität zur Folge.

Siemens hat diese Beta-Technologie mit TRUMPF als Partner erfolgreich getestet. „Mit dem AM Path Optimizer können Siemens und TRUMPF die Standardisierung von Additiv-Technologien weiter vorantreiben“, sagt Jeroen Risse, AM-Experte bei TRUMPF. „In unseren Demos konnten wir eine Verbesserung der geometrischen Genauigkeit, die Vermeidung von Überhitzungsfehlern beim Überlackieren sowie eine homogenere Oberflächenqualität feststellen. Außerdem erwarten wir, dass die Ausschussrate deutlich reduziert wird.“

Die Technologie verwendet einen innovativen Ansatz, der physikalische Simulation mit Machine Learning kombiniert. Somit kann

eine vollständige Arbeitsdatei in wenigen Minuten vor der Produktion an der Maschine analysiert werden. Es ist zu erwarten, dass diese Technologie dazu beiträgt, First-Time-Right-Drucke zu produzieren und die Anzahl der Tests und Fehlversuche drastisch zu reduzieren. Sie kann auch dabei helfen, Druckkosten zu senken und den Druck von Komponenten zu realisieren, die heute fast unmöglich herzustellen sind.

„Der AM Path Optimizer ist die neueste Innovation in den End-to-End-Lösungen für die additive Fertigung von Siemens. Wir sind davon überzeugt, dass sie einen großen Einfluss auf den Einsatz von AM für Komponenten, die im Pulverbett-Schmelzverfahren hergestellt werden, haben wird“, sagt Zvi Feuer, Senior Vice President, Manufacturing Engineering Software bei Siemens Digital Industries Software. „Die Kombination von NX für additive Fertigung und unserer Simcenter AM-Technologie innerhalb des Xcelerator-Portfolios bietet unseren Kunden wichtige Ressourcen. So können sie Produzenten bei der Entwicklung und dem Druck von großformatigen Gebrauchsteilen, die auf dem Markt einzigartig sind, unterstützen.“ Siemens arbeitet mit Erstanwendern, um die AM Path Optimizer-Lösung weiter zu testen. ■



Zur effektiven Hautreinigung ist auch ein korrekter Waschprozess wichtig. Bild: Gentle07 / Pixabay

# Warum Handhygiene am Arbeitsplatz unverzichtbar ist

**Nach der Erkältungswelle kommt regelmäßig die Grippewelle? Als Arbeitsschützer wissen Sie um die Gefahren, die von krankheitserregenden Viren und Bakterien wie Streptokokken, Influenza oder Noroviren ausgehen. Eine Epidemie kann einen gesamten Betrieb über Wochen lahmlegen. Den besten und einfachsten Schutz vor Infektionen bietet dabei noch immer eine sorgfältige Handhygiene.**

Das Thema Hygiene am Arbeitsplatz sollte Bestandteil des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in jedem Betrieb sein. Denn dort, wo sich viele Menschen aufhalten, ist die Gefahr besonders groß, sich mit einer Infektionskrankheit anzustecken. Verantwortlich für die Sauberkeit und Hygiene im Betrieb ist in erster Linie der Arbeitgeber. Er hat dafür zu sorgen, dass die Beschäftigten einen sauberen Arbeitsplatz, nicht verschmutzte Arbeitsmittel sowie ausreichend Waschgelegenheiten vorfinden. In Bezug auf die hygienischen Vorschriften wird allgemein zwischen der Betriebs- und der Personalhygiene unterschieden. Personalhygiene umfasst sämtliche Maßnahmen zur Reinhaltung der Beschäftigten und ihrer Arbeitskleidung. Dazu gehören z.B. die Desinfektion der Hände nach jedem Toilettenbesuch, saubere und kurze Fingernägel sowie das Tragen sauberer Kleidung. Bei der Betriebshygiene geht es um den hygienischen Zustand der Betriebsstätte, der Arbeitsplätze und der Arbeitsmittel. Darunter fallen vor allem auch

Bereiche mit einer hohen Besucherfrequenz, wie z. B. Toiletten- und Büroräume.

## Regelmäßiges Händewaschen bietet unverzichtbaren Schutz

Einer effizienten Handhygiene kommt eine enorme Bedeutung bei der Prävention von Infektionskrankheiten zu. Nicht umsonst gilt das Händewaschen mit Seife als wirksamstes Mittel, um eine Ansteckung mit krankmachenden Keimen zu verhindern. „Studien haben ergeben, dass durch regelmäßige Unterweisungen und Schulungen in Handhygiene sowie das Aufstellen von Desinfektionsspender die Zahl der Krankmeldungen und Ausfalltage spürbar reduziert und dadurch ein Absinken der Produktivität verhindert werden kann“, berichtet Ralf Bickert, Geschäftsführer der SIAM Gesellschaft für Arbeitsschutz mbH. Doch nicht nur regelmäßiges und richtiges Händewaschen ist wichtig, sondern auch das Händetrocknen sowie ggf. die Händedesinfektion sollten stets korrekt durchgeführt werden.

Um eine ausreichende Keimreduktion durch das Händewaschen zu erzielen, sollten die Hände ca. 30 Sekunden lang mit Seife gewaschen und anschließend möglichst mit Einmalhandtüchern getrocknet werden.

## Richtiges Händewaschen

Um beim Händewaschen die optimale Wirkung zu erzielen, ist es laut dem Robert Koch-Institut (RKI) entscheidend, die richtige Methode anzuwenden. Diese besteht in der Kombination von Einseifen, Reiben, Abspülen und Trocknen der Hände. Das Institut empfiehlt folgenden Ablauf:

1. Hände unter fließendem Wasser anfeuchten,
2. Hände gründlich einseifen,
3. Seife mindestens 20 bis 30 Sekunden verreiben, auch beispielsweise auf dem Handrücken, den Handgelenken und zwischen den Fingern,
4. Hände unter fließendem Wasser gut abspülen,
5. Hände sorgfältig mit einem frischen Einmalhandtuch abtrocknen.

## „Hygienesünder“ am Arbeitsplatz

Eigentlich sollte das Händewaschen mit Seife nach jedem Toilettengang selbstverständlich sein – ist es aber nicht. Vielmehr gibt es in deutschen Betrieben eine Umfrage zufolge erschreckend viele Hygienesünder: Von 1.000 befragten Büroangestellten gab jeder Dritte an, seine Hände nach dem Toilettengang nicht zu waschen. Der Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte nahm diese Zahlen zum



Kompakte Tipps zum Hautschutz gibt ein Flyer der Berufsgenossenschaft Holz und Kunststoff, im Internet herunterzuladen unter der Kurz-URL <https://t1p.de/BGHM-Hautschutz>.

Anlass, um auf die alarmierende Situation bei der Hygiene am Arbeitsplatz aufmerksam zu machen. Das Infektionsrisiko sei vor allem in Großraumbüros und großen Arbeitsbereichen, z. B. Fertigungshallen, besonders hoch.

Hygieneprävention beginne im Kopf. Deshalb sei es besonders wichtig, dass Unternehmen Hygiene-Schulungen und Unterweisungen anbieten, um die Mitarbeiter regelmäßig an die Einhaltung der Hygienestandards zu erinnern, und zwar nicht nur in der Erkältungszeit. Am Arbeitsplatz sollten die Beschäftigten ihre Hände jeweils

- vor dem Essen,
- nach dem Toilettenbesuch,
- nach dem Niesen, Schnäuzen oder Husten,
- nach dem Kontakt mit Gefahrstoffen,
- nach dem Kontakt mit Abfällen sowie
- nach dem Kontakt mit schmutzigen, kontaminierten Materialien (z.B. Türklinken, Treppengeländer, Haltegriffe) gründlich waschen.

### Handhygiene

#### schließt Hautpflege mit ein

„Im Tischler- und Schreinerhandwerk sollte man wegen der üblichen Verschmutzungen noch ein paar weitere Dinge beachten“, sagt der SIAM-Geschäftsführer. Jede Hautreinigung irritiert die Haut. Insbesondere bei der häufigen Verwendung von Hautreinigungsmitteln mit stark entfettenden Tensiden, Reibe- oder Lösemitteln können berufsbedingte Hauterkrankungen entstehen. Empfohlen wird, auf Bürsten und Lösungsmittelhaltige

Arbeitsstoffe zur Hautreinigung grundsätzlich zu verzichten. Reibekörperhaltige Reinigungsmittel sind zu vermeiden und sollten so selten wie möglich angewendet werden. Immer sollte den Beschäftigten die Möglichkeit gegeben werden, sich auch mit reibekörperfreien Reinigungsmitteln zu waschen.

„Auch manche Kollegen als ‚unmännlich‘ sehen mögen, ist dringend zum Einsatz von Hautpflegemitteln zu raten“, so Ralf Bickert. Angesichts der hohen Belastung unterstützen sie die Rückfettung und Regeneration der Haut. Können keine Hautschutzmittel eingesetzt werden, kommt der Pflege eine besondere Bedeutung zu. Die pflegenden Substanzen werden jeweils nach der Arbeit, aber auch in der Freizeit benutzt.

### Beim Händetrocknen sollte Prinzip der Einmalnutzung gelten

Den Beschäftigten sollten zur Trocknung der Hände – falls nicht bereits vorhanden – Einmalhandtücher aus Papier oder Einweghandtücher aus Stoff zur Verfügung stehen. Diese bieten nachweislich einen besseren Schutz als die meisten sonstigen Trocknungsmethoden. Bei den weit verbreiteten Stoffhandtuchspendern sollte es sich zwingend um sog. „Retraktivspender“ handeln. Diese sind dadurch gekennzeichnet, dass sich der benutzte Teil des Tuchs automatisch einzieht und sich im Spender strenggetrennt vom frischen Handtuch aufrollt. Von Gemeinschaftshandtüchern ist dringend abzuraten, weil durch das gemeinschaftliche Benutzen die Gefahr der Keimübertragung sehr groß ist. ■

## Sicherheit mit SIAM

SIAM unterstützt vor allem Klein- und Mittelbetriebe des Modell-, Formen- und Werkzeugbaus, die sich dem sogenannten Unternehmermodell angeschlossen haben, bei allen Pflichten und Aufgaben im Arbeitsschutz. Das praxisnahe, branchenspezifische Angebot, das von mehreren Branchenfachverbänden getragen wird, setzt sich aus interaktiver Online-Unterstützung und persönlicher Beratung zusammen. SIAM ermöglicht die einfache Umsetzung geltender Regelwerke und hilft insbesondere, die vom Gesetzgeber geforderte betriebliche Dokumentation (Gefährdungsbeurteilung, Sicherheitsunterweisung der Mitarbeiter, Gefahrstoffverzeichnis usw.) zu erstellen und auf dem aktuellen Stand zu halten. Geboten wird außerdem der unerlässliche Anschluss an eine arbeitsmedizinische Betreuung, die ansonsten nur schwer zu organisieren ist. Für größere Unternehmen übernimmt SIAM auch die betriebliche Unterstützung im Rahmen der kontinuierlichen Regelbetreuung.

**STADLER**  
**STAHLGUSS**

**Wir sind eine innovative Stahlgießerei in der Schweiz und produzieren am Standort Biel anspruchsvolle Gussteile mit hoher Fertigungstiefe für eine internationale Kundschaft.**

**Unser Unternehmen gehört zur Stadler Rail Group. Die Stadler Rail Group ist der Systemanbieter von kundenspezifischen Lösungen im Schienenfahrzeugbau und ein führender Hersteller von Schienenfahrzeugen.**

Zur Verstärkung unseres Modellbaues suchen wir per sofort oder nach Vereinbarung einen

## TECHNISCHEN MODELLBAUER (w/m)

### IHRE AUFGABEN

- Änderungen und Reparaturen an bestehenden Modellen
- Anfertigen von neuen Modellen, Kernbüchsen und Plattenmontage
- Herstellen und bei Bedarf reparieren von bestehenden Kernbüchsen

### IHR PROFIL

- Abgeschlossene Grundausbildung als technischer Modellbauer
- Einige Jahre Berufserfahrung
- Freude am Beruf mit täglichen Herausforderungen
- Sorgfältige und exakte Arbeitsweise
- Teamfähigkeit, Engagement, Selbstständigkeit

### UNSER ANGEBOT

Es erwartet Sie eine vielseitige, spannende Aufgabe in einem kleinen, motivierten Team.

### BEGEISTERT?

Dann packen Sie Ihre Chance und bewerben Sie sich! Wir freuen uns auf Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen mit Foto an: Stadler Stahlguss AG, Frau Trudi Wyss, Leiterin Personal, Johann-Renfer-Str. 51-55, CH-2504 Biel, **E-Mail / Telefon** : [trudi.wyss@stadlerstahlguss.ch](mailto:trudi.wyss@stadlerstahlguss.ch), Tel. : +41 (0)32 344 45 02

Ein Unternehmen der Stadler Rail Group - [www.stadlerstahlguss.ch](http://www.stadlerstahlguss.ch)

# Modellbauer/innen erhalten Meisterbriefe und Urkunden

## Freisprechungsfeier in Bad Wildungen

**Am 23. November 2019 war für viele ehemalige Meisterschüler/innen der Holzfachschule Bad Wildungen der große Tag: Im Auditorium auf dem Campusgelände bekamen sie ihre hart erarbeiteten und wohlverdienten Meisterurkunden überreicht, unter ihnen auch zwei Modellbauermeister-Klassen.**

Zunächst begrüßte Schulleiter Hermann Hubing die neuen Meister/innen, ihre Angehörigen sowie die Dozenten der Holzfachschule zur Freisprechungsfeier. Hubing bedankte sich bei den Jungmeister/innen dafür, dass sie sich für die Holzfachschule Bad Wildungen entschieden haben. Anschließend hielt Thomas Radermacher, Präsident des Bundesverbands Holz und Kunststoff, den Festvortrag. Dabei betonte er den Sinn der Meisterausbildung: „Die Meisterprüfung ist nicht dazu da, um aus einem schlechten Handwerker einen guten Handwerker zu machen. Sie ist dazu da, um aus einem guten Handwerker einen guten Geschäftsmann zu machen!“, so Radermacher.

Nach seinem Festvortrag überreichte er gemeinsam mit Hermann Hubing und den jeweiligen Klassenlehrern sowie Vorsitzenden der Prüfungsausschüsse die Meisterbriefe und Zertifikate an die Absolventen, u.a. an die Modellbauermeister/innen: Felix Becker, Tim David Bergmann, Franziska Häberle, Frithjof Jahn, Fabian Jobst, Thomas Kurzendorfer, Moritz Lenz, Martin Loipfinger, Carsten Mertens, Joshua Aaron Munz, Benedikt Reichardt, Richard Sauer, Leo Schledowitz, Robin Schneider, Maximilian



Foto: Stolz und glücklich präsentieren die anwesenden Modellbauermeister/innen ihre Meisterbriefe, oben der Vollzeitkurs und unten der Teilzeitkurs (Quelle: Holzfachschule).

Taufenbach und Marcus Zielke. Horst Fularczyk und Johannes Zech, Vorstandsmitglieder des Bundesverbandes Modell- und Formenbau, händigten den Jungmeister/innen anschließend Anerkennungsurkunden aus und überbrachte beste Wünsche vom Verband. Frank Dittmar, Vizepräsidenten der Hand-

werkskammer Kassel, thematisierte zum Abschluss den Wandel, vor dem das gesamte Handwerk steht und machte mit einem Aristoteles-Zitat deutlich, dass die Digitalisierung den Jungmeister/innen neue Chancen eröffnen werde: „Wir können den Wind nicht ändern, aber die Segel anders setzen.“

# Weiterbildungsstipendium für junge Fachkräfte wird attraktiver

**Beim Weiterbildungsstipendium hat sich zum Jahresbeginn 2020 die Förderung deutlich erhöht. Begabte Fachkräfte mit abgeschlossener Berufsausbildung können durch das Stipendienprogramm künftig deutlich mehr Geld erhalten.**

Für alle Stipendiaten steigt die maximale Förderhöhe steigt von 7.200 Euro auf 8.100 Euro. Das Weiterbildungsstipendium bietet Unterstützung für fachliche Weiterbildungen und Aufstiegsfortbildungen oder aber fachübergreifende Weiterbildungen wie Software-Kurse oder Intensiv-Sprachkurse. Auch ein berufsbegleitendes Studium, das auf der Ausbildung aufbaut, ist förderfähig. Insbesondere

angehenden Meistern hilft diese finanzielle Unterstützung der Bundesregierung bei der Vorbereitung auf ihre Prüfung. „Gerade vor dem Hintergrund, dass in den nächsten fünf Jahren mindestens rund 100.000 Betriebsnachfolgen anstehen, ist es wichtig, junge Menschen zu einer beruflichen Weiterbildung zu motivieren und finanzielle Barrieren, die sie davon abhalten könnten, möglichst auszuräumen“, freut sich Holger Schwannecke, Generalsekretär des Zentralverbandes des Deutschen Handwerks (ZDH).

Und noch etwas ist neu: Weiterbildungen im Ausland werden deutlich erleichtert. Intensivsprachkurse oder berufsbezogene Weiterbildungen können auch im Ausland absolviert werden. Damit wird das Sammeln von



Bild: M. Großmann / Pireto.de

Auslandserfahrungen ermöglicht. Die Umsetzung des Weiterbildungsstipendiums vor Ort übernehmen rund 280 Kammern und weitere Berufsbildungsstellen.

Weiterführende Informationen unter [www.weiterbildungsstipendium.de](http://www.weiterbildungsstipendium.de).

# Neues Internatsgebäude in Bad Wildungen eingeweiht

## Zimmer stehen ab Frühjahr 2020 zur Verfügung

Für insgesamt 5,8 Millionen Euro ist in den vergangenen Jahren auf dem Gelände der Holzfachschule Bad Wildungen ein hochmodernes Internatsgebäude mit 93 Betten entstanden. Am 22. November 2019 fand die offizielle Einweihung statt, zu der auch Gäste aus Lokal- und Landespolitik kamen. Die ersten Schüler werden ihre Zimmer voraussichtlich im Frühjahr 2020 beziehen können.

Vom ersten Spatenstich am 17. Mai 2018 bis zur Einweihung des neuen Internatsgebäudes vergingen nur rund 18 Monate. Bei der offiziellen Feier im Auditorium der Holzfachschule Bad Wildungen bedankte sich Schulleiter Hermann Hubing zunächst bei den anwesenden Fördergeldgebern. Von den insgesamt 5,8 Millionen Euro, die der Neubau gekostet hatte, wurden 50 Prozent von der Europäischen Union und dem Land Hessen übernommen. Weitere 40 Prozent steuerte der Bund bei, so dass letztlich 10 Prozent auf Eigenmittel der Holzfachschule entfielen.

Hubing bedankte sich bei den politischen Vertretern dafür, dass diese mit ihrer Unterstützung des Neubaus ein klares Zeichen für den Bildungsstandort Bad Wildungen gesetzt hätten. Gleichzeitig kündigte der Schulleiter an, dass weitere umfassende Modernisierungsmaßnahmen notwendig seien, um den Standort Bad Wildungen für die Zukunft zu rüsten. Geplant seien unter anderem der Neubau der Tischlereiwerkstätten, des Sägewerks und der Mensa. Insgesamt werde die Modernisierung der Holzfachschule weitere 26 Millionen Euro erfordern, so Hubing.

An der feierlichen Einweihung des neuen Internatsgebäudes nahmen unter anderem Axel Henkel, Abteilungsleiter Außenwirtschaft, Mittelstand, Berufliche Bildung, Technologie im Hessischen Wirtschaftsministerium, sowie Bad Wildungens Bürgermeister Ralf Gutheil teil. Im Anschluss machten sich die Anwesenden auf, um das neue Gebäude bei einer ausführlichen Besichtigung in Augenschein zu nehmen.



Ralf Gutheil (v.l.), Schulleiter Hermann Hubing und Axel Henkel vom Hessischen Wirtschaftsministerium freuen sich über den Neubau in Bad Wildungen (Quelle: Holzfachschule).



### Bundesfachschule Modell und Formenbau

#### Termine 2020

##### Überbetriebliche Ausbildung

<b>MOD 1 (MOD1/12)</b>	Grundlagen Modellbau
<b>MOD 2 (MOD2G/12)</b>	Gießereimodellbau
<b>MOD 2 (MOD2K/12)</b>	Karosseriemodellbau
<b>MOD 2 (MOD2AMB/12)</b>	Anschauungsmodellbau

Die Lehrgänge finden ganzjährig statt. Termine nach Anfrage.

<b>MOD Maschinen 1 (G-MOD1/18)</b>	10.02.2020 – 14.02.2020 20.04.2020 – 24.04.2020 29.06.2020 – 03.07.2020
------------------------------------	---

<b>MOD Maschinen 2 (G-MOD2/18)</b>	17.02.2020 – 21.02.2020 25.05.2020 – 29.05.2020 06.07.2020 – 10.07.2020
------------------------------------	---

<b>MOD Steuerung (MODSTEU/12)</b>	30.03.2020 – 03.04.2020
-----------------------------------	-------------------------

Interessenten werden um eigenständige Anmeldung gebeten.

##### Meisterkurs Modellbauer 2020

<b>Teil 3 und 4</b>	06.01.2020 – 21.02.2020 17.08.2020 – 02.10.2020
---------------------	--

<b>Teil 1 und 2</b>	02.03.2020 – 28.08.2020
---------------------	-------------------------

<b>Betriebsurlaub Holzfachschule</b>	20.07.2020 – 07.08.2020
--------------------------------------	-------------------------

Weitere Informationen bezüglich Lehrgänge und Meisterkurs entnehmen Sie bitte der Homepage der Holzfachschule Bad Wildungen.

#### Kontakt und Anmeldung bei:

**Viktoria Hofmann**  
Sachbearbeitung  
Tel.: 05621/7919-11  
Fax.: 05621/7919-88  
E-Mail.: hofmann@holzfachschule.de  
Internet: www.holzfachschule.de



Bundesfachschule Modell- und Formenbau  
**Holzfachschule Bad Wildungen gGmbH**  
Auf der Roten Erde 9  
34537 Bad Wildungen

Registergericht: Amtsgericht Fritzlar, HRB 11917  
Geschäftsführer: Hermann Hubing  
Aufsichtsratsvorsitzender: Reinhard Nau

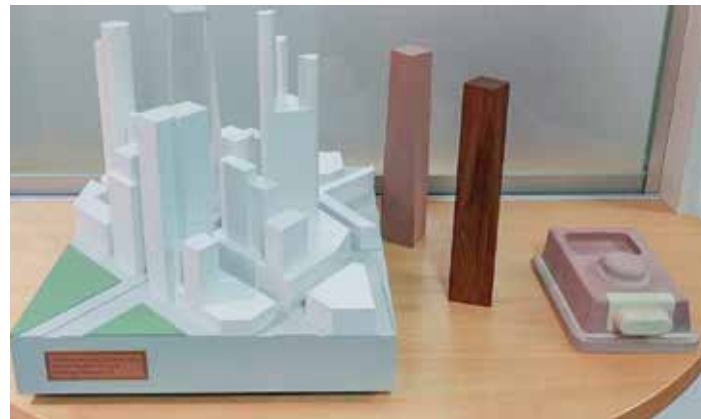
# PLW 2019: „Zukunft kommt von Können“

## Siegerehrung im Leistungswettbewerb des Deutschen Handwerks

Unter dem Motto „Zukunft kommt von Können“ zeichnete das deutsche Handwerk am 13. Dezember 2019 im Rahmen einer Festveranstaltung in Wiesbaden 110 erstplatzierte Bundessieger im Leistungswettbewerb des Deutschen Handwerks aus. Die Auszeichnungen überreichte Hans Peter Wollseifer, Präsident des Zentralverbandes des Deutschen Handwerks (ZDH).

Mehr als 3.000 Wettkämpfer/innen in über 100 Wettbewerbsberufen (inklusive Fachrichtungen) waren 2019 angetreten, um im Rahmen des Leistungswettbewerbs des Deutschen Handwerks „Profis leisten was“ (PLW) ihre berufliche Exzellenz, ihre Passion für ihr Handwerk und im Wettbewerb ihr Können zu zeigen. Mit 98 von 100 Punkten erzielte Tillman Lieberenz das Topergebnis bei den Technischen Modellbauer/innen in der Fachrichtung Anschauung. Ausbildungsbetrieb ist die Werk5 GmbH in Berlin. Bester Modellbauer der Fachrichtung Gießerei wurde Stefan Blödt aus Amberg. Der 19-Jährige hatte mit seinem in 24 Arbeitsstunden zu erstellenden Prüfungsstück 96 Punkte erzielt. Der Ausbildungsbetrieb Modellbau Gerald Blödt knüpfte damit an vorherige Erfolge an. Zwei 1. Bun-

dessieger, einige Kammer- und Landessieger konnten bereits verbucht werden. In der Fachrichtung Karosserie & Produktion belegte Samuel Haid (Fa. Funk Dreidimensional aus Simmersfeld in Baden-Württemberg) den ersten Platz, er kam auf 90 Punkte. Die zweiten Plätze belegten Dennis Lange (Gießerei, 91 Punkte, Duisburger Modellfabrik GmbH) und Philip Neuenroth (Anschauung, 91 Punkte, Modellbau-Werkstatt).



Das Siegerstück (l.) von Tillmann Lieberenz: Die Jury zeigte sich besonders vom AP1-Prüfstück (r.) des Erstplatzierten der Fachrichtung Anschauung beeindruckt.



Die Auszeichnung und Ehrung des Bundessiegers Stefan Blödt nahmen Hessens Ministerpräsident Volker Bouffier (l.) und ZDH-Präsident Hans Peter Wollseifer (r.) vor.

# Azubi-Wettbewerb 2020: „Mobilität der Zukunft“

Anmeldeschluss am 4. April 2020



Bis zum 4. April 2020 haben Auszubildende in Betrieben des Modell-, Formen- und Werkzeugbaus Zeit, um sich am bundesweiten Azubi-Wettbewerb des BVMF anzumelden. Neben Geldpreisen winkt den drei Erstplatzierten je eine Reise für zwei Personen zum Bundesverbandstag vom 21. – 23. Mai 2020 in Friedrichshafen am Bodensee.



Wir danken unseren Sponsoren für die Unterstützung!

„Mobilität der Zukunft“ lautet der Titel des diesjährigen Wettbewerbs, an dem alle Auszubildende in Betrieben des Modell-, Formen- und Werkzeugbaus teilnehmen können. Die Aufgabe ist, das Modell eines Fortbewegungsmittels der Zukunft zu konstruieren und zu bauen, das gleichermaßen praktisch wie umweltschonend ist. Darüber hinaus ist eine Dokumentation (1/2 Seite) über die Idee und die Umsetzung anzufertigen.

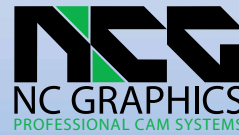
Grundsätzlich sind die Teilnehmer frei in der Wahl des Designs, der Materialien und des Herstellprozesses – eine gehörige Portion Kreativität wie immer gefragt. Die Größe des Modells soll 400 x 400 x 600 Millimeter nicht überschreiten und von einer Person problemlos getragen werden können. „In den Städten wird es immer voller, Parkplätze sind Mangelware, der Verbrennungsmotor hat bald ausgedient. Vor dem Hintergrund dieser Veränderungen ist die Aufgabenstellung des Azubi-Wettbewerbs 2020 zu verstehen“, erklärt Peter Gärtner, der den Wettbewerb auf Seiten des Bundesverbandes bereits zum siebten Mal administrativ und organisatorisch begleitet.

Anmeldungen zum Wettbewerb werden bis zum 4. April per E-Mail unter [wettbewerb@modell-formenbau.eu](mailto:wettbewerb@modell-formenbau.eu) entgegen genommen, Abgabeschluss ist am 25. April. Anschließend entscheidet eine fünfköpfige Jury, wer die drei Erstplatzierten sind. Diese werden dann zum Bundesverbandstag vom 21.– 23. Mai mit je zwei Personen nach Friedrichshafen am Bodensee eingeladen. Dort wird bekannt gegeben, wer den 1. (1.000,- €), 2. (500,- €) und 3. Preis (250,- €) gewonnen hat. Weitere Infos zum Wettbewerb gibt es unter <https://www.modellformenbau.eu/azubiwettbewerb>.

# Partner Network



CAD/CAM MES  
Software & Services



sicher. sauber. effizient.

[www.modell-formenbau.eu](http://www.modell-formenbau.eu)



## „Gutes Deutsch – bessere Chancen“

### Sprachsensibler Unterricht an beruflichen Schulen

Die Kultusministerkonferenz der Länder (KMK) will die sprachliche Bildung und Sprachförderung durchgängig und systematisch in allen schulischen Einrichtungen fördern. Neben den allgemeinbildenden Schulengerät dabei auch der Berufsschulunterricht in den Fokus.

Die KMK hat dazu Anfang Dezember eine Empfehlung „Sprachsensibler Fachunterricht an beruflichen Schulen“ herausgegeben, die sich den besonderen Herausforderungen gerade der Förderung der Fachsprache an den beruflichen Schulen widmet. Mit ihren Angeboten zum Berufseinstieg, der beruflichen Erstausbildung und der Höher- und Weiterqualifizierung böten die beruflichen Schulen ein abgestimmtes und ineinander verzahntes System vielfältiger Bildungsoptionen, das auf die berufliche und gesellschaftliche Integration breit gefächerter Zielgruppen angelegt ist. Immer mehr Jugendlichen und jungen Erwachsenen mit unterschiedlich ausgeprägten sprachlich-kommunikativen Kompetenzen treten in die Bildungsgänge der beruflichen Schulen ein. Diese zunehmende Heterogenität der Schülerschaft mit oder ohne Migrationshintergrund stellt auch die beruflichen Schulen vor Herausforderungen. „Die Förderung berufssprachlicher Kompeten-



Bild: Ulrich Wechselberger / Pixabay

Alle Schülerinnen und Schüler mitzunehmen und zu erfolgreichen Abschlüssen zu, ist Ziel des sprachsensiblen Berufsschulunterrichts.

zen ist grundlegend für einen erfolgreichen Übergang in die Arbeitswelt und weiterführenden Bildungsgänge. Gleichzeitig bietet die berufliche Bildung durch ihren unmittelbaren Anwendungs- und Handlungsbezug vielfältige Anknüpfungspunkte für einen sprachsensiblen Unterricht“, so der KMK-Präsident Alexander Lorz. Der Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) begrüßt das KMK-Vorhaben. „Vor dem Hintergrund der jüngsten PISA-Ergebnisse und der weiter bestehenden Aufgabe, junge Geflüchtete zu integrieren, scheint dies dringend geboten“, meint ZDH-Präsident Hans Peter Wollseifer. „Allerdings darf dies nicht dazu führen, dass die Lernorte Betrieb und Berufsschule dauerhaft ‚Reparaturaufgaben‘ übernehmen, um diese Herausforderungen zu

bewältigen. Der Erwerb hinreichender alltags-sprachlicher Kompetenzen muss vor der Ausbildung sichergestellt werden.“

Eine gezielte Sensibilisierung von Lehrkräften und Auszubildenden für das Thema sprachsensibler Unterrichtsgestaltung könne aktuell dabei helfen, Zugewanderte in die Berufliche Bildung und das deutsche Handwerk zu integrieren. Die Handwerksorganisation unterstütze die betrieblichen Lernorte hier bereits auf vielfältige Weise – z.B. mit der kostenlosen App „Mein Vokabular“ und Nachhilfe im Betrieb. „Auch bei der sprachsensiblen Gestaltung von Abschlussprüfungen in der Ausbildung unterstützt die Handwerksorganisation die Prüfungsausschüsse mit Schulungen und Handreichungen“, so Wollseifer. ■

## Irrtum ausschließen



Um sich vor einer festen Anstellung besser kennenzulernen, kann das Arbeiten zur Probe ganz hilfreich sein. Nur sollte man dabei ein paar Spielregeln kennen und beachten. Bild: rawpixel / Pixabay

### „Schnuppertage“ sind keine Probearbeit

Ein Arbeitsuchender, der in einem Unternehmen einen „Probearbeitstag“ verrichtet und sich dabei verletzt, ist gesetzlich unfallversichert. Dies hat das Bundessozialgerichts entschieden (Aktenzeichen B 2 U 1/18 R).

Was bedeutet das, wenn ein Arbeitgeber einem Stellenbewerber vorschlägt, ein paar Tage den künftigen Arbeitsplatz und den

Betrieb kennenzulernen? Ist das Probearbeiten oder sind das „Schnuppertage“, wie ein sogenanntes Einfühlungsverhältnis umgangssprachlich oft genannt wird? Ganz klar: Es kommt drauf an! Probearbeit oder Einfühlungsverhältnis - beides gibt es, aber rechtlich sind es zwei

Paar Schuh mit gravierenden Unterschieden: Probearbeiten ist meldepflichtig in der Sozialversicherung und gesetzlich unfallversichert. Ein Einfühlungsverhältnis ist weder meldepflichtig noch versichert.

Ob es sich bei den Kennenlern-Tagen um die Schnuppertage handelt oder um Probearbeiten hängt davon ab, wie diese konkret ablaufen. Beim Probearbeiten übernimmt der Bewerber auf Anweisung des Chefs betrieblich notwendige Arbeiten. Und damit handelt es sich um ein meldepflichtiges Arbeitsverhältnis, aus dem auch Anspruch auf Bezahlung entsteht. Bei einem Einfühlungsverhältnis weist

der Arbeitgeber dem Schnupperkandidaten keine betrieblich notwendigen Arbeiten zu, die er allein und selbstständig erledigt. Seine Arbeitsleistung ist rein freiwillig und er muss keine bestimmten Arbeitszeiten einhalten. Auch auf Bezahlung hat er keinen Anspruch.

#### Schriftliche Vereinbarung im Vorfeld

Immer wieder wird vor Gericht gestritten, ob die vereinbarten Schnuppertage auch tatsächlich welche waren. Eine schriftliche Vereinbarung im Vorfeld kann hier hilfreich sein. Darin sollte der Zeitraum des Einfühlungsverhältnisses eindeutig festgelegt sein. Außerdem sollte sie den Passus enthalten, dass keine Verpflichtung zur Arbeitsleistung besteht und auch kein Lohnanspruch. Im Streitfall entscheidend ist aber, dass sich alle an das in der Vereinbarung Festgeschriebene halten, also was tatsächlich getan wird und was nicht. Das gilt übrigens auch, wenn der Schnupperkandidat im Betrieb einen Unfall hat. Stellt sich heraus, dass er nicht nur geschnuppert, sondern auch auf Anweisung des Arbeitgebers gearbeitet hat, ist er gesetzlich unfallversichert. Der Arbeitgeber muss dann allerdings mit Regressforderungen der Berufsgenossenschaft rechnen, weil er das Arbeitsverhältnis nicht gemeldet und den Arbeitnehmer schwarz beschäftigt hat. ■



# Verfall von Urlaubsansprüchen – neue Obliegenheiten des Arbeitgebers

In zwei Entscheidungen hatte der Europäische Gerichtshof (EuGH) 2018 neue Mitwirkungspflichten für die Arbeitgeber hinsichtlich der Urlaubsgewährung bei Beschäftigten geschaffen. Die neuen Vorgaben des EuGHs sind im Februar 2019 vom Bundesarbeitsgericht (BAG) auch auf das deutsche Urlaubsrecht übertragen und konkretisiert worden. Demnach müssen Arbeitgeber jetzt gegenüber jedem einzelnen Beschäftigten auf den konkret verbleibenden Urlaubsanspruch des Jahres hinweisen.

Der Hinweis muss eindeutig und für die Beschäftigten verständlich sein. Zudem muss der Arbeitgeber die Beschäftigten über die Konsequenzen belehren, die eintreten, wenn diese den Urlaub nicht entsprechend dieses Hinweises beantragen. Arbeitgeber können ihre Mitteilungspflicht zum Beispiel dadurch erfüllen, dass sie dem Beschäftigten zu Beginn des Kalenderjahres, spä-

testens jedoch zu Ende des Kalenderjahres (= Urlaubsjahr) mitteilen, wie viele Urlaubstage ihm zustehen und müssen den Mitarbeiter individuell darauf hinweisen, ihren Jahresurlaub so rechtzeitig zu beantragen, dass der Urlaub innerhalb des laufenden Urlaubsjahres genommen werden kann. Unterbleibt dieser Hinweis, kann der Urlaub grundsätzlich nicht verfallen. Als Hilfestellung bei der Umsetzung der (neuen) Hinweispflicht hat der Bundesverband Modell- und Formenbau eigens einen passenden Mustertext erstellt. Mitgliedsbetriebe können diesen bei der Redaktion von „modell + form“ (redaktion@modell-und-form.com) per E-Mail anfordern. Aber Achtung: In der betrieblichen Praxis wird



Bild: Free-Photos / Pixabay

die Urlaubsgewährung oft flexibel gehandhabt, d.h. man macht von der Verfallregelung keinen Gebrauch und „bucht“ den Resturlaub einfach in das neue Jahr. In diesen Fällen wäre ein Hinweis auf den Verfall von Urlaubsansprüchen nicht zwingend erforderlich und würde im Zweifel eher zu Irritationen führen. ■

## Betriebe und Jugendliche finden häufig nicht zusammen

### Studie zum Ausbildungsmarkt zeigt große regionale Unterschiede



Wie Betriebe und Jugendliche besser zueinander finden könnten: praxisnahe Berufsberatung.

Bild: Karl-Heinz Laube Pixelio.de

In den letzten Jahren ist die Zahl der Ausbildungsanfänger im dualen System der Berufsausbildung wieder gestiegen. Trotz dieser positiven Entwicklung finden Betriebe und Jugendliche immer häufiger nicht zueinander: Im Jahr 2009 konnten 17.000 Ausbildungsplätze nicht besetzt werden und 93.000 Bewerber gingen leer aus. Auch 2018 suchten noch 79.000 Jugendliche erfolglos eine Lehrstelle, obwohl sich die Zahl der unbesetzten Ausbildungsplätze auf 58.000 mehr als verdreifacht hat.

Zu diesen Ergebnissen kommt der Ländermonitor berufliche Bildung 2019 der Abteilung

Wirtschaftspädagogik der Universität Göttingen und des Soziologischen Forschungsinstituts in Göttingen, der durch die Bertelsmann Stiftung gefördert wurde. Die Gründe für diese Passungsprobleme sind vielfältig: Für knapp die Hälfte (44 Prozent) der unbesetzten Stellen gibt es zwar interessierte Jugendliche, es kommt aber trotzdem nicht zum Abschluss von Ausbildungsverträgen, weil der Betrieb die Bewerber nicht für geeignet hält oder die Jugendlichen den Betrieb nicht für attraktiv genug halten. Bei knapp einem Viertel (23 Prozent) der unbesetzten Stellen liegt das Problem in fehlender Mobilität. Insgesamt hat sich die Situation auf dem Ausbildungsmarkt für junge Menschen

verbessert. Kamen 2009 im bundesweiten Durchschnitt auf 100 Ausbildungssuchende knapp 89 Stellen, so sind es heute annähernd 97. Die bundesweite Betrachtung verdeckt allerdings große regionale Unterschiede: Regionen mit einem Überhang an Ausbildungsstellen finden sich überwiegend im Süden und im Osten Deutschlands. Mehr Ausbildungsnachfrager als offene Stellen gibt es hingegen im Westen und Nordwesten der Republik. So stehen beispielsweise in Hagen (NRW) 100 Bewerbern gerade einmal 80 Ausbildungsplätze zur Verfügung. In Regionen mit einem Mangel an Ausbildungsplätzen sinken vor allem die Chancen der Jugendlichen mit Hauptschulabschluss, einen Ausbildungsplatz zu finden.

Insgesamt begannen 2017 lediglich 37 Prozent von ihnen direkt nach Verlassen der Schule eine duale und weitere 10 Prozent eine schulische Ausbildung. Mehr als die Hälfte (53 Prozent) begannen stattdessen lediglich eine Maßnahme des Übergangssektors. Schlechte Chancen bei der Ausbildungsplatzsuche haben auch Bewerber mit ausländischer Staatsbürgerschaft. Nur 44 Prozent von ihnen konnten direkt eine Ausbildung aufnehmen. Gerade vor dem Hintergrund des drohenden Fachkräftemangels sei dies alarmierend, so Dräger:

„Wir müssen die Integrationskraft des Ausbildungssystems stärken. Jeder junge ausbildungsinteressierte Mensch muss unabhängig von Herkunft und Schulabschluss die Chance auf einen Ausbildungsplatz bekommen.“ ■



## Mindestvergütung für Azubis ab 1. Januar 2020

**Ende November 2019 hat nach dem Bundestag auch der Bundesrat dem Berufsbildungsmodernisierungsgesetz zugestimmt. Damit sind Anfang 2020 verschiedene Änderungen am Berufsbildungsgesetz (BBiG) und an der Handwerksordnung (HWO) in Kraft getreten.**

Unbedingt beachtet werden sollten vor allem die Änderungen zur gesetzlichen Mindestausbildungsvergütung. Mit Jahresbeginn gilt diese gemäß § 17 BBiG (neu) für alle Ausbildungsverträge, die ab 1. Januar 2020 geschlossen werden. Die jeweiligen Mindestvergütungsbeträge und deren Steigerungsrate schreibt der Gesetzgeber für die nächsten vier Jahre verbindlich vor. Von den Vergütungshöhen kann nur unter bestimmten Bedingungen abgewichen werden:

- Eine Unterschreitung der Mindestvergütung ist möglich, wenn der Auszubildende an einen einschlägigen Branchen-Tarifvertrag gebunden ist, d. h. der Auszubildende muss Mitglied einer für sein Gewerk zuständigen Innung/Arbeitgeberverband sein, die mit einer Gewerkschaft die Ausbildungshöhen wirksam tarifvertraglich festgelegt hat.
- Eine Überschreitung ist möglich, da sich die Ausbildungsvergütung wie bisher an den bestehenden Vergütungsregelungen in der jeweiligen Branche orientiert.
- Ist der Tarifvertrag nicht allgemeinverbindlich und sind die Vertragspartner nicht tarifgebundenen, darf die Ausbildungsvergütung die tarifvertragliche Ausbildungsvergütungshöhe zwar unterschreiten, aber um nicht mehr als 20%. Die absolute Untergrenze bildet dann die Höhe der gesetzlichen Mindestausbildungsvergütung.

Für bereits laufende Berufsausbildungsverträge gilt die Mindestausbildungsvergütung nicht. Hier sind die in den jeweiligen Ausbildungsverträgen für das entsprechende Berufsausbildungsjahr vereinbarten Ausbildungsvergütungen weiterhin unverändert maßgebend.

Ein Merkblatt mit näheren Informationen zur Mindestausbildungsvergütung kann unter der Kurz-URL <https://t1p.de/o11d> von der Website des Bundesverbands Modell- und Formenbau heruntergeladen werden.

### Weitere Änderungen

Weitere Änderung der Berufsbildungsnovelle betreffen die sog. Teilzeitberufsausbildung (§ 7a BBiG neu). Die Möglichkeit der Berufsausbildung in Teilzeit besteht schon seit einiger Zeit und ist kein Sonderfall mehr. Beide Parteien können eine Verkürzung um bis zu 50 Prozent der täglichen oder wöchentlichen Ausbildungszeit vereinbaren. Dabei verlängert sich im Gegenzug die Ausbildungsdauer um die gekürzte Zeit nach „hinten raus“, auch über die Regelausbildungszeit von z.B. 36 Monaten hinweg. Die Grenze liegt beim Eineinhalbfachen der in der Ausbildungsverordnung vorgesehenen Gesamtausbildungsdauer. Bei der Berechnung der Ausbildungsdauer ist am Ende auf ganze Monate abzurunden. Beispiel: Die Parteien vereinbaren eine Verkürzung der regelmäßig 40 Stunden/Woche auf 32 Stunden/Woche, das sind 20 Prozent. Die Ausbildungsdauer von ursprünglich 36 Monaten verlängert sich um jene 20 % auf 43,2 Monate. Im Ausbildungsvertrag sind 43 Monate Ausbildungsdauer einzutragen. Die Höchstgrenze von 54 Monaten wird dabei nicht überschritten. Die Ausbildungsvergütung ist anteilig zu kürzen, wie hier im Beispiel um 20 Prozent.

Wichtig für Ausbildungsbetriebe ist außerdem der neugefasste Freistellungsanspruch von Auszubildenden während der Berufsschulzeiten (§ 15 BBiG neu). Die Regelungen für die Freistellung und Anrechnung des Berufsschulunterrichts auf die Arbeitszeit werden für Jugendliche und Erwachsene vereinheitlicht. So dürfen alle Auszubildende zukünftig vor und nach der Berufsschule nicht mehr in den Ausbildungsbetrieb, sofern die Berufsschulzeit fünf Schulstunden überschreitet. ■

## modell+form

### I M P R E S S U M

#### Herausgeber

Bundesverband Modell- und Formenbau  
Kreuzstraße 108-110, 44137 Dortmund,  
Tel.: 02 31 / 91 20 10 27  
Fax: 02 31 / 91 20 10 10

#### Redaktion

Ralf Bickert (V.i.S.d.P.)  
Kreuzstraße 108, 44137 Dortmund  
Tel.: 02 31 / 91 20 10 25  
Fax: 02 31 / 91 20 10 10  
e-Mail: [redaktion@modell-und-form.com](mailto:redaktion@modell-und-form.com)  
[www.modell-formenbau.eu](http://www.modell-formenbau.eu)

#### Freie Mitarbeiter

Peter Gärtner (pg)  
Gefördert durch die Bundesrepublik Deutschland;  
Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.  
Ulrich König (uk)  
Monika Dieckmann (md)

#### Anzeigenverwaltung und Verlag Gestaltung und Druck

winterlogistik GmbH  
Wetterstraße 10  
58313 Herdecke  
Tel.: 0 23 30 / 91 86-0  
Fax: 0 23 30 / 91 86 44  
e-Mail: [anzeigen@modell-und-form.com](mailto:anzeigen@modell-und-form.com)  
[www.winterlogistik.com](http://www.winterlogistik.com)

#### Erscheinungsweise

4 x jährlich in den Monaten  
Februar, April, August, November

#### Bezugspreise

- Jahresabonnement Mitglieder: 21,00 EUR
  - Jahresabonnement Nicht-Mitglieder: 40,00 EUR
  - Einzelverkauf Mitglieder: 6,50 EUR
  - Einzelverkauf Nicht-Mitglieder: 12,00 EUR
- Alle Preise verstehen sich inkl. Versandkosten und gesetzlicher Umsatzsteuer.  
Für Unternehmen, die im Bundesverband Modell- und Formenbau organisiert sind, ist der Bezugspreis mit den Mitgliedsbeiträgen abgegolten.

#### Anzeigenpreise

MediaDaten 2019 Nr. 10  
gültig ab 1. Januar 2019

Nachdruck nicht gestattet. Nachdruck bedarf vorheriger Genehmigung des Herausgebers.  
Gekennzeichnete Artikel stellen die Meinung des Autors und nicht unbedingt die der Schriftleitung dar. Für unverlangt eingesandte Manuskripte wird keine Gewähr übernommen.  
Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlags oder im Falle höherer Gewalt und Streik besteht kein Entschädigungsanspruch.



**RAMPF**<sup>®</sup>

discover the future

## Unschlagbar für Kleinserien und Prototypen!

RAKU<sup>®</sup> TOOL WB-0801 Blockmaterial für die Gießerei.



### Herstellung von hochpräzisen Negativen, Formplatten & Kernkästen

- > Hohe Wärmeformbeständigkeit (85–90°C) bei geringer Dichte (0,80g/cm<sup>3</sup>)
- > Niedriger Ausdehnungskoeffizient (45–50°C)
- > Ausgezeichnete Dimensionsstabilität
- > Hohe Chemikalienbeständigkeit
- > Unschlagbares Preis-Leistungsverhältnis
- > Einzigartig: nur von RAKU<sup>®</sup> TOOL

**RAMPF** Tooling Solutions

Robert-Bosch-Straße 8–10 | 72661 Grafenberg | Germany  
T +49.7123.9342-1600 | E [tooling.solutions@rampf-group.com](mailto:tooling.solutions@rampf-group.com)

[www.rampf-group.com](http://www.rampf-group.com)



## SEIN TOLERANZBEREICH: 0,02 MILLIMETER.

Geboren mit der Zimmermann DNA.

Wir bei Zimmermann teilen Ihre Leidenschaft für höchste Präzision und Detailversessenheit. Mit Fräslösungen, die die Automobilindustrie bewegen – vom Prototypen- bis zum Werkzeugbau. Und das mit einer Mannschaft, der höchste Ansprüche in die DNA übergegangen sind. [www.f-zimmermann.com](http://www.f-zimmermann.com)



 **ZIMMERMANN**  
milling solutions