



# massiv UMFORMUNG

DEUTSCHE  
MASSIV  
UMFORMUNG  
NEUE  
IDEEEN  
SCHMIEDEN

SEPTEMBER 2019

## AEROSPACE

Welche Werkstoffe  
in XXL abheben

## MASSIVER LEICHTBAU

Welche Ergebnisse der  
Forschungsverbund erzielt

## ADDITIVE FERTIGUNG

Warum sie auch für  
die Sprühtechnik  
eingesetzt wird

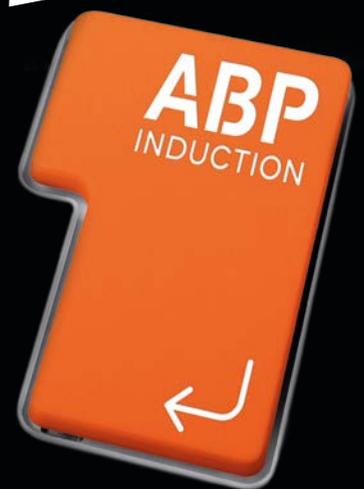
## KONJUNKTUR 2019

Wie sich die aktuellen  
Handelskonflikte auswirken

#ENTERABP

IT'S A **REVOLUTION**  
THE NEW **DIGITAL**  
SERVICES OF

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



**ABP** | PEOPLE.  
INDUCTION | TECHNOLOGY.  
SUCCESS.



**Frank Severin**

ist freier Mitarbeiter des  
Industrieverbands MassivumFORMUNG e. V.  
und Chefredakteur der massivUMFORMUNG

## Mit dem stetigen Wechsel arbeiten

Liebe Leserin, lieber Leser,

der Wechsel allein ist das Beständige. Mit diesem Zitat von Arthur Schopenhauer haben wir seinerzeit den Umstieg zur massivUMFORMUNG angekündigt. Legen Sie doch einmal den relativ überschaubaren Zeitraum von knapp vier Jahren zugrunde und bestimmen, welche Wechsel Sie seither beschäftigt haben.

Ist es im Arbeitsumfeld möglicherweise der längst vollzogene Einstieg in die Digitalisierung, mit deren Entwicklung wir Schritt halten müssen? Selbst in der klassischen Temperaturmesstechnik setzt sich die störsichere digitale Signalübertragung durch, wie ein Praxisbeitrag in dieser Ausgabe zeigt. In den gleichen Zusammenhang fallen die zunehmenden Anwendungen der additiven Fertigung. Wir präsentieren Ihnen, wie diese Technologie bereits eindrucksvoll die Gesenksprühtechnik beeinflusst.

Sollten Ihnen die Präsidentschaftswahl in bedeutenden Industrienationen einfallen, muss man die aufkommenden Handelskonflikte und den Brexit erwähnen. Beide Szenarien werden nachhaltig die wirtschaftliche Situation verändern. Wir stellen Ihnen dazu im turnusmäßigen Konjunkturbericht die Daten und Prognosen für unsere Branche zur Verfügung.

Oder denken Sie an den weiter voranschreitenden Übergang in die E-Mobilität, die zwischenzeitlich Ableger wie die Mikromobilität hervorgerufen hat? Zahlreiche wichtige Komponenten in Antrieb und Fahrwerk erfordern Ideen und Umsetzung zum Leichtbau. Der Forschungsverbund Massiver Leichtbau berichtet in dieser Ausgabe über Ergebnisse aus drei Jahren interdisziplinärer Forschungsarbeit.

Leichtbau und Leichtbauwerkstoffe stehen in der Luftfahrtindustrie schon von Beginn an im Pflichtenheft, insbesondere in Kombination mit der Notwendigkeit, großvolumige Integralbau-

teile zu produzieren. Das stellt zusätzliche Anforderungen an die „Flaggschiffe“ der Massivumformung, die Großpressen. Diese warten mit Presskräften von bis zu 55.000 Tonnen auf, aber auch mit bedeutenden Investitionskosten. Die jüngere Entwicklungsgeschichte der für solche XXL-Integralbauteile in Frage kommenden Aluminiumlegierungen stellen wir Ihnen ebenfalls in einem Bericht aus der Praxis vor.

Nichtsdestotrotz ist natürlich Stahl für unzählige Verwendungen weiterhin von großer Bedeutung. Die Beherrschung von Eigenspannungen sowie die Vermeidung von Kernrissen während des Fertigungsprozesses und der Einfluss von Mangansulfiden sowie die Herstellung ultrafeinkörniger Vormaterialien bilden die metallurgische Fraktion der Beiträge, welche wir für Sie zusammengestellt haben.

Keine Regel ohne Ausnahme. Im abschließenden Porträt stellen wir Ihnen einen Mitarbeiter der Massivumformung vor, der mit einem halben Jahrhundert Betriebszugehörigkeit seinem Unternehmen die Treue gehalten, dessen Entwicklung somit geprägt und zumindest in dieser Hinsicht nicht gewechselt hat. Hierzu gratulieren wir ganz herzlich.

Die Empfehlung lautet also: nicht gegen den, sondern mit dem stetigen Wechsel zu arbeiten. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Spaß und Freude beim Lesen dieser Ausgabe.

Ihr

EDITORIAL

3

AM SCHWARZEN BRETT

6

IM FOKUS

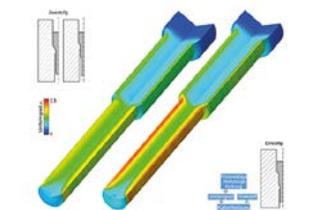
Herausforderung Massiver Leichtbau im  
Forschungsverbund 16



Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile 18



Gewichtsoptimierung eines Kolbenbolzens 22



Ausschöpfung des Kaltverfestigungspotenzials beim  
Fließpressen 26

AUS DER PRAXIS



Neueste Entwicklungen aus der Sprühtechnik 30



Effizienzsteigerung durch moderne Messtechnik 36



XXL-Integralschmiedeteile für die Luftfahrt 40

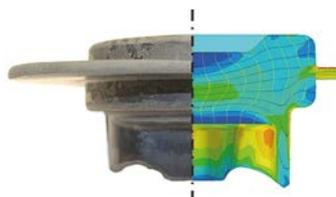
## WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT



Unsicherheiten nach Rekordniveau 2018

46

## TECHNOLOGIE UND WISSENSCHAFT



Einfluss von Mangansulfiden auf die statische und zyklische Festigkeit

50



Thermomechanisch behandeltes Vormaterial

56



Bauteilverhalten warmumgeformter Komponenten

60



Voraussage der Kernrissinitiierung in Querwalzprozessen

66

## VERANSTALTUNGEN

72



Veranstaltungskalender

74

## IMPRESSUM

76

## MENSCHEN UND WERTE



Ein lohnender Blick zurück: 50 Jahre mit Engagement und Humor

78

Titelbild: [www.stock.adobe.com 86723810](https://www.stock.adobe.com/86723810) ©"tlovely"



## Felss Unternehmensgruppe und HMP schließen sich zusammen

Die Felss Unternehmensgruppe kauft die beiden HMP Gesellschaften Heinrich Müller Maschinenfabrik GmbH und HMP Umformtechnik GmbH von Dr. Bernhard und Dr. Frank Müller. Damit wird das Unternehmen Heinrich Müller Pforzheim (HMP) ein Teil der Felss Gruppe.

„Unser wichtigster Markt, die Automobilbranche, verändert sich grundlegend. Mit der Fusion unserer beiden Traditionsunternehmen können wir dieser enormen Herausforderung mit doppelter Kraft begegnen“, sagte das Management-Board der Felss Gruppe um Andreas Egelseder, Dr. Reinhard Pfendtner und Ute Salzbrenner. Neben Rundkneten und Axialformen hat HMP zusätzlich das Walzen im Sortiment. Damit kann Felss ein neues Geschäftsfeld strategisch ergänzen. Dr. Bernhard und Dr. Frank Müller begrüßen die Transaktion: „Wir sind von einer guten gemeinsamen Aufstellung für die Zukunft überzeugt und meinen, dass wir die Unternehmen in gute Hände geben.“

Aufgrund der guten Wirtschafts- und Auftragslage der beiden Unternehmen und der Wachstumsstrategie bleiben Arbeitsplätze und Standorte erhalten. Die Felss Unternehmensgruppe ist für das Management beider Unternehmen verantwortlich. „Unser Ziel ist es, den konsequenten Wachstumskurs fortzusetzen und ein gemeinsames, starkes Unternehmen zu schaffen“, erklärte das Management-Board.



Professor Fritz Klocke bei der Preisverleihung auf der Moulding Expo in Stuttgart  
(Quelle: Messe Stuttgart; Foto: Uli Regenseheit Fotografie)

## Fritz Klocke erhält Branchenauszeichnung des industriellen Werkzeugbaus

Der Verlag moderne industrie hat dem Institutsleiter des Fraunhofer IPA, Professor Fritz Klocke, am 23. Mai auf der Moulding Expo in Stuttgart die Branchenauszeichnung für herausragende Lebensleistungen im Werkzeug-, Modell- und Formenbau verliehen. Er erhielt die Auszeichnung als Würdigung seiner Verdienste um den Werkzeugbau, die er insbesondere als langjähriger Leiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT in Aachen und als Inhaber des Lehrstuhls für Technologie der Fertigungsverfahren am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen erbrachte.

Seit Juli 2018 leitet der Professor Fritz Klocke gemeinsam mit Professor Thomas Bauernhansl das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA. Von 2001 bis 2002 war Klocke Dekan der Fakultät für Maschinenwesen der RWTH Aachen und von 2007 bis 2008 Präsident der Internationalen Akademie für Produktionstechnik (CIRP). Ende 2012 wurde er in das College of Fellows der Society of Manufacturing Engineers (SME) berufen, die ihm auch den Eli Whitney Productivity Award verlieh. Seit 2014 ist Klocke außerdem Fellow der RWTH Aachen.

Die Ehrenmedaille wird alle zwei Jahre während der Messe Moulding Expo auf dem „Zukunftsforum Werkzeug- und Formenbau“ verliehen.



Erwin Aberle

## Trauer um Erwin Aberle

Erwin Aberle, Geschäftsführer der Richard Neumayer Gesellschaft für Umformtechnik mbH in Hausach, starb nach schwerer Krankheit am 20. Juli 2019 im Alter von 59 Jahren im Universitätsklinikum in Freiburg.

Er hat dem Familienunternehmen über 42 Jahre in verschiedenen Positionen angehört. In all seinen Verantwortungsbereichen hat er die Entwicklung der Firma maßgeblich mitgestaltet und das Unternehmen zu einem weltweit anerkannten Schmiede- und Bearbeitungsunternehmen weiterentwickelt. „Die Firma, so erfolgreich wie sie heute dasteht, ist mit auch das Lebenswerk von Herrn Aberle“, sagt der geschäftsführende Gesellschafter Dirk A. Neumayer, der die letzten Jahre eng mit Herrn Aberle in der Führung der Firma zusammengearbeitet hat und jetzt das Unternehmen leitet.

Erwin Aberle wurde von seinen Mitarbeitern, Geschäftspartnern und den Gesellschaftern für seine freundlich-optimistische Art, seine Zuverlässigkeit und sein überragendes Engagement sehr geschätzt. Er hat zu jedem Zeitpunkt das Leitbild der Eigentümerfamilie Albert Neumayer „der Mensch steht im Mittelpunkt“ als Grundlage seines Handelns mit Überzeugung mitgetragen.

Zudem war Erwin Aberle zwischen 2015 und 2018 ein für seine klugen Analysen und seine konstruktive Unterstützung sehr geschätztes Mitglied des IMU-Vorstands sowie stellvertretender Vorsitzender des Ausschusses BWA.

# EloBar



## EloBar – Der neue Benchmark für induktive Erwärmungsanlagen

Highlights:

- Energieeinsparung unter Produktionsbedingungen um bis zu 30%
- Erhöhung der Induktorstandzeit um bis zu 50%
- Reduzierung des Umlaufmaterials um bis zu 70% in Verbindung mit Heisscheren
- Energieeffizientes Schmieden durch Warmhaltebetrieb in Verbindung mit Heisscheren
- Aufrüstbar durch konsequente modulare Bauweise
- Höchste Flexibilität durch Einsatz von Zonentechnik (iZone)

**Wir lösen Ihre spezifischen Produktionsanforderungen.**

**Sprechen Sie uns an: +49 2191 891-419**

[www.sms-elotherm.com](http://www.sms-elotherm.com)

**ELOTHERM**  
SMS group



Verleihung des Otto-Kienzle-Förderpreises: (von links) Dr. Frank Springorum, IMU-Vorstandsvorsitzender, Preisträgerin Nadezda Missal, Prof. Mathias Liewald, Institutsdirektor IFU Stuttgart

## Nadezda Missal mit Otto-Kienzle-Preis ausgezeichnet

Der Industrieverband Massivumformung e. V. hat auf der Jahrestagung am 27. Juni 2019 in Hagen seinen renommierten Förderpreis verliehen.

Mit dem Otto-Kienzle-Preis für herausragende wissenschaftliche Arbeit wurde Frau Nadezda Missal ausgezeichnet, die als Mitarbeiterin am Institut für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart im Rahmen des Forschungsverbunds „Massiver Leichtbau“ das Thema „Erweiterung technologischer Grenzen bei der Massivumformung in unterschiedlichen Temperaturbereichen“ bearbeitet hat.

Den Otto-Kienzle Preis verleiht der Industrieverband Massivumformung seit 1990 an junge Wissenschaftler für praxisnahe Arbeiten aus dem Bereich der Massivumformung. Die Branche ist sowohl auf exzellente Forschung als auch auf qualifizierten Führungsnachwuchs angewiesen, um zukunftsfähig zu bleiben.



Ranga Yogeshwar (Mentor Top 100) und Prof. Dr. Michael Marré (vormaliger Leiter Engineering & Innovation bei Felss Systems)

Foto: KD Busch/compamedia

## Felss Systems gehört zu den Innovationsführern 2019

Nach 2018 schaffte die Felss Systems GmbH erneut den Sprung in die Innovationselite und zählt somit zu den Innovationsführern 2019. Zum 26. Mal wurden die innovativsten Firmen des deutschen Mittelstands mit dem TOP 100-Siegel ausgezeichnet. In einem unabhängigen Auswahlverfahren überzeugte das Unternehmen besonders in der Kategorie „Open Innovation/Außenorientierung“.

Der wissenschaftliche Leiter von TOP 100, Prof. Dr. Nikolaus Franke, ehrte Felss Systems zusammen mit Mentor Ranga Yogeshwar am 28. Juni 2019 auf der Preisverleihung in der Frankfurter Jahrhunderthalle.

Andreas Egelseder, CMTO der Felss Unternehmensgruppe, strebt eine Null-Fehler-Produktion bei der Herstellung industrieller Erzeugnisse an. Miteinander kommunizierende Maschinen sollen das möglich machen. Was sich aktuell wie Zukunftsmusik anhört, wollen die Maschinenbauer des Top-Innovators schon bald Realität werden lassen. Während die Ingenieure an der Umsetzung der innovativen Technologien und Lösungen arbeiten, entwickelt Egelseder schon weitere Ideen. Für ihn steht außer Frage, dass die Vision von miteinander kommunizierenden Fertigungseinheiten in absehbarer Zeit real werden wird. „Und wenn es soweit ist, wollen wir schon dort sein“, betont Egelseder.



IMU-Geschäftsführer Tobias Hain (Mitte) überreichte die Azubi-Awards an Fabian Forstner (2. v. l.), daneben sein Ausbildungsleiter Rainer Wagner, und an Ralf Breul (2. v. r.), daneben dessen Ausbildungsleiter Jürgen Ackerschott, sowie an Nadine Graf und Peter Geier (leider nicht im Bild)

## Azubi-Award: Erfolgreiche Azubis ausgezeichnet

Zum zweiten Mal hat der Industrieverband Massivumformung e. V. auf seiner Jahrestagung am 27. Juni 2019 drei Auszubildende aus dem Kreis seiner Mitgliedsunternehmen mit dem Azubi-Award ausgezeichnet. Die Kandidaten wurden jeweils von ihren Ausbildungsbetrieben vorgeschlagen. Die drei Prämierten heißen Nadine Graf, Technische Produktdesignerin bei der Hirschvogel Automotive Group in Denkingen, Fabian Forster, Industriemechaniker bei der GKN DriveLine Trier GmbH und Ralf Breul, Werkzeugmechaniker bei der Otto Fuchs KG in Meinerzhagen.

Der Preis ist mit jeweils 1.000 Euro dotiert. Entscheidende Kriterien zur Nominierung sind praktische/technische Fähigkeiten, innerbetriebliches Engagement, gute Noten sowie außerbetriebliches Engagement. „Wir möchten mit der Prämierung den Nachwuchs an die Branche binden, die Technologie bei den jungen Menschen bekannter machen und die Bedeutung gewerblicher Ausbildung stärken. Unsere Branche ist auf qualifizierten und begeisterten Nachwuchs angewiesen, um die Herausforderungen wie Digitalisierung und E-Mobilität zu meistern“, bemerkt hierzu Tobias Hain, Geschäftsführer des Industrieverbands Massivumformung.



## Erstmalige Verleihung des Karl-Diederichs-Stipendiums

Bei der Verleihung der IMU-Stipendien, mit denen besonders erfolgreiche und engagierte Studenten ausgezeichnet werden, gab es auf der diesjährigen Jahrestagung des Industrieverband Massivumformung eine schöne Überraschung für die Ausgezeichneten: Die Karl-Diederichs-Stiftung und der Deutsche Stifterverband hatten sich entschieden, die Nachwuchsarbeit des Verbands zu fördern. So konnten zwei der drei Stipendien aufgestockt und eines als neues Karl-Diederichs-Stipendium mit einem Wert von 5.000 Euro verliehen werden.



Verleihung der IMU-Stipendien an Philip Bandura (2. v. l.) und Jonathan Böhm (4. v. l.), durch Dr. Frank Springorum (links). Begleitet wurden die Stipendiaten von ihren Mentoren Dr. Soeren Gies (Mitte) und Prof. Mathias Liewald MBA (rechts)

Philip Bandura, Master-Student des Studiengangs Maschinenbau am Institut für Umformtechnik und Leichtbau IUL an der TU Dortmund, und Jonathan Böhm, ebenfalls im Masterstudiengang Maschinenbau am Institut für Umformtechnik (IFU) an der Universität Stuttgart, freuten sich über die beiden IMU-Stipendien.



Julius Peddinghaus (2. v. l.) nahm das erste Karl-Diederichs-Stipendium von Tanja Denker (Deutsches Stiftungszentrum) entgegen. Dr. Frank Springorum (IMU-Vorstandsvorsitzender) und Prof. Bernd-Arno Behrens (Leiter des IFUM Hannover) komplettieren das Bild

Das erste Karl-Diederichs-Stipendium erhielt Julius Peddinghaus, der im Masterstudiengang Maschinenbau am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der TU Hannover mit Schwerpunkt Fertigungs-/Umformtechnik studiert.

## Schmiedetechnik Plettenberg: FIT für die Zukunft

Fast 20 Millionen Euro hat die Schmiedetechnik Plettenberg (STP) in den vergangenen Jahren in ihre vier Standorte investiert – nicht nur in Maschinen und Anlagen, sondern auch in ein ganzheitliches betriebliches Gesundheitsmanagement (BGM). Voraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung sind die gelebten Werte in der Unternehmenskultur, Schulung der Führungskräfte zu den Zielen des BGM sowie Transparenz und Partizipation.

Gerade in den Produktionsbereichen der Schmiedebranche sind die Menschen täglich extremen körperlichen und physikalischen, aber auch psychischen Belastungen ausgesetzt. Umso wichtiger ist es für STP, attraktivere Arbeitsbedingungen zu schaffen und die fast 700 Mitarbeiter zu unterstützen, sich nachhaltig gesund und fit zu halten.

Grundlage für die Veränderungen waren ein mit der AOK entwickelter anonymer Fragebogen und vertiefende moderierte Gruppeninterviews mit den Mitarbeitern. Die hieraus entwickelten Maßnahmen werden konsequent umgesetzt, flankiert durch professionelle Analysen sämtlicher Arbeitsplätze und die Durchführung von Workshops zu den Themen Führung, Arbeitssicherheit und Ergonomie.

Als nachhaltige Maßnahmen gehören Obst, kostenlose Heißgetränke und Wasserspender mittlerweile an allen Standorten zum Grundangebot. Für die lokalen Fitnessstudios übernimmt die STP bis zu 50 Prozent des Beitrags. Zudem können E-Bikes günstig geleast werden. Darüber hinaus fand im November 2018 der 1. Gesundheitstag in Plettenberg statt. Wie auf einer Messe präsentierten sich Unternehmen der Gesundheitsbranche und boten den zahlreichen Besuchern Ernährungsberatung, Gleichgewichts- und Reaktionstests, Rücken-Belastungstests, Diabetestests sowie Herzinfarkt- und Schlaganfallsrisikochecks.



LINCUT®-Schneidblatt

## Höhere Schneidleistung bei geringeren Kosten

Mit den neuen LINCUT®-Scheibenfräsern ist die LINSINGER Maschinenbau Gesellschaft m.b.H. mit einer technologischen Neuheit am Markt: Aufgeschraubte Schneidplättchen aus beschichtetem Hartmetall revolutionieren das Schneiden von Stahlknüppeln und sind deutlich wirtschaftlicher als herkömmliche Sägeblätter. Beim LINCUT®-System werden die Hartmetall-Schneidplatten auf den Grundkörper aus Werkzeugstahl aufgeschraubt und nicht mehr aufgelötet. Daher können die Plättchen bei Bedarf einzeln getauscht werden.

Somit lassen sich beschädigte Sägezähne vom Bedienpersonal direkt auf der Maschine rasch und kostengünstig ersetzen. Der Ausbau eines gesamten Standard-Sägeblatts und der nachfolgende Transport in ein Schärffzentrum, in dem es bislang repariert und geschärft werden musste, sind nicht mehr notwendig. Die jährliche Stillstandzeit von etwa 2 Prozent wird somit mehr als halbiert und daraus resultieren eine gesteigerte Verfügbarkeit und eine bessere Kosteneffizienz. Des Weiteren lässt die hohe Stabilität des LINCUT® die Schnittleistungen um bis zu 30 Prozent steigen.

Die Beschichtung der LINCUT® Schneidblätter ist auf optimale Standzeit ausgelegt, die Grundkörper sind besonders robust. Ein Grundkörper kann für bis zu 60 Einsätze verwendet werden. Insgesamt liegt die Standzeit bei LINCUT®-Werkzeugen – je nach bearbeitetem Material – bis zu vier Mal höher als bei Standard-Sägeblättern.



## Sonderforschungsbereich Tailored Forming erhält weitere Förderung

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft fördert den Sonderforschungsbereich (SFB) 1153 weitere vier Jahre bis Juni 2023. Insgesamt werden 45 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von zwölf Institutionen an der zweiten Förderperiode beteiligt sein. Zusätzlich zu den 14 Teilprojekten werden zwei Transferprojekte in enger Kooperation mit Anwendungspartnern aus der Industrie an der interdisziplinären Weiterentwicklung von „Tailored Forming“-Prozessketten mitwirken.

Unter der Leitung des Sprechers Prof. Bernd-Arno Behrens, Leiter des Instituts für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM), werden neue Prozessketten zur Herstellung hybrider Massivbauteile entwickelt. Der neuartige Ansatz besteht hierbei in der Verwendung von hybriden Halbzeugen, die bereits vor der Umformung gefügt werden. Auf diese Weise lassen sich Bauteile fertigen, die den Anforderungen der unterschiedlichen Struktur- und Funktionsbereiche im Bauteil wesentlich besser entsprechen können als Bauteile aus Monomaterial. Zusätzlich ermöglicht es die thermomechanische und geometrische Beeinflussung der Fügezone, die Bauteileigenschaften durch die Umformung zu verbessern.



## Steigender Entwicklungsbedarf erfordert Investition in Neubau

Etwa 25 Millionen Euro investiert die OTTO FUCHS KG in Meinerzhagen in das Projekt „Technikum“. Dahinter verbirgt sich neben einer neuen Fertigungshalle zur Ausweitung und Optimierung des Betriebsmittelbaus vor allem der Neubau eines Entwicklungszentrums mit zukunftsweisender Architektur, die auch den Trend nach einer flexiblen und globalisierten Arbeitswelt berücksichtigt und zudem ideale Voraussetzungen für weiteres Wachstum schafft. Hohes Neuteilwachstum durch die Zunahme der Variantenvielfalt und mehr Leichtbau zum Erreichen der CO<sub>2</sub>-Ziele für die Mobilität ist bei OTTO FUCHS deutlich zu spüren. Der Neubau des Technikums bietet beste Voraussetzungen zur Entwicklung zukunftsweisender Produkte und ist für OTTO FUCHS ein wichtiger Schritt für die internationale Wettbewerbsfähigkeit. Zugleich ist das Projekt ein weiteres klares Bekenntnis zur Region Südwestfalen.



## Remote Assistance System liefert Zusammenarbeit in Echtzeit

Das LASCO Remote Assistance System stellt die technisch überlegene Alternative zu konventionellen Kommunikationsmitteln dar, da es via Videostream und SmartGlasses eine bidirektionale Bild- und Tonübertragung aus der Ich-Perspektive ermöglicht und dem technischen Mitarbeiter vor Ort größtmögliche Bewegungsfreiheit bietet. Die stetige Überprüfung der Arbeitsschritte durch einen erfahrenen LASCO Servicetechniker erhöht die Qualität der Maßnahme.

Sollte trotz nachgewiesener hoher Verfügbarkeit und Betriebssicherheit einmal eine Störung auftreten, kann der Fehler schnell und kompetent behoben werden. Die Ferndiagnose bietet dem Service-Techniker wertvolle Informationen über den Ist-Zustand der Anlage. Die Vorteile bestehen in der Kostensenkung durch erhöhte Anlagenverfügbarkeit, durch effiziente und kostengünstige Fehleranalyse in Echtzeit und in der Möglichkeit, dank der SmartGlasses freihändig und kabellos zu arbeiten.



## Ausbau des Nockenkompetenzzentrums bei LSF

Im Juli 2019 hat die LINAMAR SEISSENSCHMIDT Forging Group erneut ihren Maschinenpark vergrößert. Eines der kleinsten Hatebur-Aggregate, die AMP20N, vervollständigt das Nockenkompetenzzentrum der LINAMAR SEISSENSCHMIDT Hildburghausen GmbH, sodass nun auch Nocken mit einem Einsatzgewicht von 24 bis 217 Gramm und einem Außendurchmesser von bis zu 48 Millimetern produziert werden können. Die Ausbringungsmenge beläuft sich auf 200 Nocken in der Minute. Durch diese Investition ist die LINAMAR SEISSENSCHMIDT Forging Group eines der wenigen Unternehmen in der Massivumformung, welches den Maschinenpark von der kleinsten bis zur größten Hatebur ausgerüstet hat. Somit ist das Unternehmen in der Lage, optimal auf Kundenwünsche einzugehen. Neben der AMP20N investierte die Unternehmensgruppe am Standort Hildburghausen in eine Doppelseitenschleifanlage zum Schleifen der Nocken. Im Zuge dieser Investition wurde ein neuartiges Schleifverfahren entwickelt, bei welchem die Nocken bereits im gehärteten Zustand geschliffen werden können.



Geschäftsführer Matthias Henke (5. v. l.) mit dem Projektteam und Vertretern der GKN Automotive

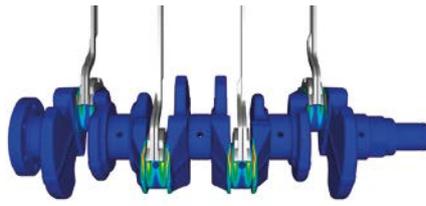
Bild: Siegbert Pinger, vem.die arbeitgeber e.V.

## GKN Driveline Trier investiert in neueste Umformtechnologie

Der Automobilzulieferer GKN Driveline Trier hat seinen Maschinenpark um eine Kniehebelpresse mit Servotechnologie erweitert. Sie wurde im Mai feierlich in Betrieb genommen.

Die neue Presse, die zur Herstellung von Komponenten für den Pkw-Antriebsstrang im Kaltmassivumformverfahren eingesetzt wird, verfügt über eine Presskraft von 6 MN. Neben dem Hauptantrieb sind auch die Maschinenauswerfer und das Transfersystem servogesteuert. Bei einer maximalen Ausbringung von 52 Teilen pro Minute kann sie so fünf Millionen Gelenkteile pro Jahr fertigen.

Die Presse wurde von einem spanischen Maschinenhersteller geliefert. Die gesamte Prozessentwicklung vom Werkzeughalter bis zu den Aktivwerkzeugen wurde vom GKN-Team in Trier durchgeführt. Die Errichtung des Maschinenfundamentes und die erforderliche Hallenerweiterung mussten parallel zum laufenden Produktionsbetrieb durchgeführt werden.



Simulation der Temperaturentwicklung während Induktionswärmebehandlung einer Kurbelwelle

## Transvalor – neue Softwarelösung für die Wärmebehandlung

Basierend auf der bewährten FORGE® Software, bringt Transvalor nun SIMHEAT® auf den Markt. Das Produkt ermöglicht die Simulation von Wärmebehandlungsprozessen von Metalllegierungen wie Aufkohlen, Oberflächenhärtung, Nitrierung, Abschrecken, Glühen, kontrolliertem Abkühlen, Austenitisierung oder auch künstliche Alterung.

Ein großes Plus bietet SIMHEAT® bei der Induktionswärmebehandlung. Die Simulation liefert hier umfassende Informationen über den Temperaturgradienten von der Oberfläche bis zum Kern sowie über die Zonen, wo Phasenumwandlungen auftreten. Einflüsse der Stromfrequenz, der Spulengeometrie und sogar der Position der Konzentratoren innerhalb der Wärmeeinflusszone können überwacht werden. Bei der Materialmodellierung werden temperaturabhängige elektrische und magnetische Eigenschaften berücksichtigt. Ein Multiphysik-Ansatz erfasst mechanisch-elektromagnetisch-metallurgische Phänomene, Induktoren und Konzentratoren können hier in Bewegung kontrolliert werden, zum Beispiel bei der Oberflächenhärtung einer Kurbelwelle.

SIMHEAT® kann als eigenständige Lösung oder in Verbindung mit anderer Transvalor-Software verwendet werden. Die perfekte Interoperabilität garantiert nahtlosen Ergebnistransfer von einer Lösung zur anderen



Die Maschine vom Typ GLF 16000 wird am Standort Homburg ab 2021 unter anderem Kurbelwellen formen.

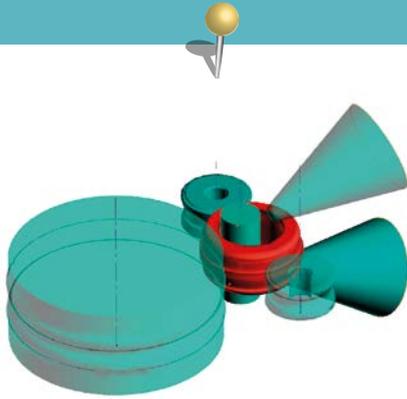
Bild: Schuler

## ThyssenKrupp bestellt Farina-Schmiegedresse

16.000 Tonnen geballte Presskraft, 1.700 Tonnen Gewicht und eine Höhe von zehn Metern: Die Farina-Schmiegedresse, die ThyssenKrupp Gerlach im April 2019 bei Schuler in Auftrag gegeben hat, ist eine der weltweit größten mechanischen Anlagen ihrer Art. Die Maschine vom Typ GLF 16000 wird am Standort Homburg ab 2021 Lkw-Vorderachsen und Kurbelwellen formen.

Schuler hatte den italienischen Pressenhersteller Farina, den führenden europäischen Anbieter von Schmiedelinien im mittleren Preissegment 2018 übernommen. ThyssenKrupp war mit einer 4.000-Tonnen-Schmiegedresse, die Farina 2006 geliefert hatte, so zufrieden, dass sich das Unternehmen erneut für die GLF-Baureihe entschied – dieses Mal allerdings für ein viermal so starkes Modell.

„Die Hauptpresse der neuen Schmiedelinie ist die erste Exzenterpresse, die weltweit in dieser Größenordnung, Leistungskraft und mit dieser Umsetzungsgeschwindigkeit in Betrieb geht“, sagt Dr. Franz Eckl, Geschäftsführer des Schmiedewerks in Homburg. „Mit diesem Aggregat können wir jährlich rund 360.000 Schmiedekomponenten herstellen.“ Der Standort Homburg ist Marktführer für geschmiedete Kurbelwellen und beliefert weltweit Kunden aus der Automobilindustrie. Mit der Fertigung von Vorderachsen für Nutzfahrzeuge erschließt sich das Unternehmen ein neues Produkt- und Kundensegment. Diese Fahrwerkskomponenten sind antriebsunabhängig und werden auch bei einer stärkeren Durchdringung der Elektromobilität im Transportverkehr weiterhin benötigt.



## QForm mit neuem Release für Umform- und Wärmebehandlungsprozesse

Die neue Version von QForm bietet dem Anwender völlig neue Möglichkeiten zur ganzheitlichen Prozessbetrachtung in Simulation und Realität. Durch die komplexe Wissensdatenbank, deren Anbindung an Datenströme industrieller Prozesse sowie die erweiterte Funktionalität zur Interaktion mit der Maschinen- und Prozesssteuerung leitet QForm eine neue Entwicklungsstufe der Simulationstechnologien ein. Umfangreiche Schnittstellen erlauben es unter anderem, von externen Modellen und Programmen die Ergebnisse einer Vorbehandlung beziehungsweise einer vorhergehenden technologischen Operation zu übernehmen. Diverse im Programm implementierte Schädigungsmodelle geben dem Nutzer die Möglichkeit, die Rissbildung und Rissausbreitung für sämtliche Verformungszustände zu analysieren.

Neben der einfachen Ausgangsdatendefinition kann der Nutzer in der neuen Version im Verlauf der Simulation über eine externe Optimierungsfunktionalität Rückschlüsse aus der laufenden Berechnung ziehen und unkompliziert in die Folgeberechnung einfließen lassen. Die neue Version beinhaltet ein produktives und hochpräzises Instrument zur Simulation von Ringwalzprozessen. Dabei sind die wesentlichen Grunddaten und Kinematiken etablierter Ringwalzmaschinentypen bereits im Programm hinterlegt.

Aus dem Einsatz von Client Server Technologien sowie der optionalen Anbindung an eine virtuelle Cloud ergeben sich erhebliche Vorteile der neuen QForm-Version für die Nutzung in international vernetzten Großunternehmen, in Forschungseinrichtungen und in der Lehre.



## Neue Lösung zur automatisierten Detektion von Umformrissen

Umgeformte Bauteile müssen oftmals im Anschluss an den Fertigungsprozess rissgeprüft werden. Die edevis GmbH hat mit den Rissprüfsystemen der Produktfamilie ITvis ACD eine neue Geräteserie entwickelt, die es ermöglicht, umgeformte Bauteile berührungslos und vollautomatisiert im Serientakt auf Risse zu prüfen.

Die Methode kann auch bei komplex geformten Bauteilen eingesetzt werden. Die schmiedetypischen Bauteiloberflächen sind für den Einsatz der Technologie von Vorteil. Insbesondere bei Bauteilen mit lokal begrenzten risskritischen Bereichen werden sehr hohe Prüfungsgeschwindigkeiten erreicht.

Die Funktionsweise der modular aufgebauten Geräte basiert auf der robusten Induktionserwärmung der Bauteile. Risse beziehungsweise Überlappungen werden gezielt angeregt und anschließend mit einer Infrarotkamera lokalisiert. Erste edevis® ITvis ACD Rissprüfsysteme sind in Fertigungsprozessen in der Automobilindustrie im Einsatz und ersetzen dort erfolgreich die personalintensive Magnetpulverprüfung.



Die Schmiedemanipulatoren vom Typ SSM liefert Dango & Dienenthal ab sofort mit dem ERS-System zur Energie-Rückgewinnung.

## Schmiedemanipulatoren mit um 30 Prozent reduziertem Energiebedarf

Dango & Dienenthal stellte auf der METEC 2019 erstmalig die schienengebundenen Schmiedemanipulatoren der Serie SSM mit dem neuen „ERS“-System zur Energierückgewinnung vor. Es reduziert nicht nur den Energiebedarf des Fahrtriebs um bis zu 70 Prozent, sondern beschleunigt gleichzeitig das Positionieren der Schmiedeteile unter der Presse um bis zu 30 Prozent. Das Unternehmen aus Siegen wird die erste Maschine in Kürze an einen Kunden in Deutschland ausliefern.

Beim Positionieren von Schmiedestücken in Freiform-Schmiedepressen hält die Zange der Manipulatoren von Dango & Dienenthal Teile mit einem Gewicht zwischen 10 und 3.500 kN. Zwischen Pressenhüben muss der Fahrtrieb innerhalb von Sekundenbruchteilen eine Masse – einschließlich des Werkstücks – von bis zu 14.000 kN beschleunigen und wieder verzögern.

Mit dem neuen ERS (Energy Recovering System) gewinnt das Unternehmen jetzt bis zu 70 Prozent der für das Beschleunigen aufgewendeten Energie zurück: Bei jedem Bremsvorgang strömt die Hydraulikflüssigkeit in einen Hydrospeicher zurück und wird beim nächsten Beschleunigen wieder genutzt. So ergibt sich für den Manipulator ein insgesamt um 25 bis 30 Prozent reduzierter Energiebedarf.

## ABP Induction Systems mit neuen Eigentümern

Mitsubishi Heavy Industries (MHI) und Primetals Technologies übernehmen ABP Induction Systems (ABP) von CM Acquisitions, einer in Chicago ansässigen privaten Beteiligungsgesellschaft. MHI und Primetals Technologies erwerben die ABP-Anteile gemeinsam.

Die zukünftigen Geschäftsaktivitäten werden in enger Zusammenarbeit mit und unter der Leitung von Primetals Technologies durchgeführt. „Mit der Übernahme von ABP kombinieren wir die Kompetenzen im Bereich Induktionserwärmung und zugehörige Aktivitäten mit unserem Know-how als weltweit agierender Partner für Engineering, Anlagenbau, Lifecycle-Services und Digitalisierung für die Metallindustrie“, erläutert Satoru Iijima, Chairman of the Board und CEO von Primetals Technologies.

Till Schreiter, CEO von ABP, fügt hinzu: „Die topmodernen Induktionsprodukte und die technologieorientierte Kultur von ABP passen ausgezeichnet zu beiden Anteilseignern. Durch die enge Verbindung mit MHI und Primetals Technologies kann ABP weitere Wachstumspotenziale erschließen, was auch zum Erfolg dieser Unternehmen beiträgt“. Mit MHI und Primetals Technologies hat das Dortmunder Unternehmen weltweit Zugriff auf Ressourcen, die die globale Marktpresenz von ABP verbessern, Möglichkeiten zur Entwicklung neuer Geschäftsfelder bieten und die Digitalisierung vorantreiben.



Der Seitenschneider bietet eine um 20 Prozent erhöhte Schnittkraft durch eine neue und stabilere Gelenkgestaltung

Bild: KNIPEX

## KNIPEX-Seitenschneider mit 20 Prozent höherer Schnittkraft

KNIPEX entwickelt seine Seitenschneider weiter: Jetzt wurde die Kraftübersetzung des Modells in 140 Millimeter Länge durch einen zur Schneide versetzten Drehpunkt optimiert und damit die Schnittkraft um 20 Prozent erhöht. Damit lassen sich selbst Nägel von 2 Millimeter Dicke problemlos schneiden. Der Seitenschneider ist ein unentbehrlicher alltäglicher Helfer für einen breiten Anwendungsbereich. Er eignet sich optimal zum Schneiden von weichen und harten Materialien: Litzen, Nägel oder Drähte werden sauber und exakt durchtrennt, feine Cu-Drähte können sehr präzise mit den Schneidspitzen geschnitten werden.

Mit einer besonders schlanken Kopfform erlaubt der weiterentwickelte Seitenschneider auch den Einsatz in schwer zugänglichen Arbeitsbereichen. Die stabile Gelenkgestaltung gewährleistet einen gleichmäßigen Gang, lange Lebensdauer und hohe Belastbarkeit. Die verschleißfesten Schneiden sind zusätzlich induktiv auf circa 62 HRC gehärtet, und ermöglichen zuverlässig das Durchtrennen harter Materialien. Die Griffe sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich mit rutschhemmendem Kunststoff, mit Mehrkomponenten-Hüllen oder – für die Arbeit an unter Spannung stehenden Anlagen – isoliert und VDE-geprüft.



Bild: Schuler

## Schuler entwickelt Schmiedepresse mit Hirschvogel

Ein durch und durch neues Antriebskonzept, das aufgrund geringerer Schwingungen für einen ruhigeren Betrieb sorgt: Diese Bilanz zieht der Automobilzulieferer Hirschvogel rund ein Jahr nach dem Produktionsstart einer Servopresse in kompakter Bauweise, die in Zusammenarbeit mit Schuler neu entwickelt wurde. Die Anlage, die bei der Hirschvogel Gruppe installiert wurde, ist im Vergleich zu den Vorgängermodellen schneller – und sie ist die erste ihrer Art mit Quer- statt Längswellenantrieb. Zwei gegenläufig drehende Exzenträder im Kopfstück gleichen die Massenkräfte aus, sodass eine verbesserte Laufruhe und höhere Präzision erreicht werden.

Die Geschwindigkeit, mit der sich das Oberwerkzeug dem Werkstück nähert und wieder von ihm entfernt, ist mit den vier Servomotoren exakt regelbar. So lassen sich zum Beispiel während der Umformung und beim anschließenden Sprühen unterschiedliche Geschwindigkeiten realisieren, was sich auch auf die Druckberührzeit auswirkt.

Nach Angaben von Hirschvogel läuft die Anlage sehr zufriedenstellend. Das 6.000-Mitarbeiter-Unternehmen, das im Bereich Massivumformung zu den größten Automobilzulieferern weltweit gehört und im vergangenen Jahr 376.000 Tonnen an Bauteilen produzierte, verfügt mittlerweile über zwölf Maschinen des Pressenherstellers aus Göppingen.

## Neuigkeiten im Industrieverband Massivumformung

Auf der Mitgliederversammlung des Industrieverbands Massivumformung am 27. Juni 2019 in Hagen fanden die Neu- oder Wiederwahlen von Vorstand und Beirat statt. Hierbei wurden die Vorstandsmitglieder Alexander Essig, Geschäftsführender Gesellschafter der Edelstahl Rosswag GmbH, und Christoph Guhe, Geschäftsführer der Seissenschmidt GmbH, im Amt bestätigt. Als neues Vorstandsmitglied wurde das bisherige Beiratsmitglied Jörg Ihne, Geschäftsführer bei der Otto-Fuchs KG, gewählt. Neu in den Beirat wurde Dr. Dirk Landgrebe von der AAM Metaldyne Zell GmbH & Co. KG gewählt. Der Beirat berät und unterstützt den Vorstand in seiner Arbeit. Die Mitglieder wurden für eine Dauer von drei Jahren gewählt.

Als neue Vollmitglieder begrüßte die Mitgliederversammlung die Firmen Warmpresswerk Max B. Schachmann GmbH und Prétat S.A. (Schweiz). Auch die Anträge auf Mitgliedschaft der Firmen Mustad Netherlands BV (Niederlande), Saarstahl AG, Sidenor GmbH und I.S.S. Tooltech GmbH & Co. KG wurden einstimmig angenommen. Norbert Heinz Consulting GmbH & Co. KG, die Reusch Rechtsanwaltsgesellschaft GmbH und der TÜV Nord Cert GmbH wurden als neue Fördermitglieder freundlich empfangen.



## IMU-Nachwuchs-Guide Azubi

Seit Jahren konkurrieren deutsche Unternehmen um gutqualifizierte Arbeitskräfte. Der "War of talents" trifft auch die Massivumformung, der es zunehmend schwerfällt, geeignete Bewerber für eine Ausbildung zu finden. Dabei bildet entsprechender Nachwuchs eine wichtige Basis für die Unternehmen der Massivumformung. Ein Auszubildender, der seinem Betrieb als Fachkraft treu bleibt, senkt die Kosten der Personalsuche und verbessert die Wettbewerbsfähigkeit. Mit dem IMU Nachwuchs-Guide können wir unseren Mitgliedsunternehmen nun eine konkrete und praxisorientierte Hilfestellung an die Hand geben, um ihr Personalmanagement in Zeiten eines veränderten Arbeitsmarkts zu optimieren.

Im IMU-Nachwuchs-Guide haben wir zusammengestellt, was Sie als Unternehmen der Massivumformung tun können, um auf diese Bedürfnisse einzugehen und wie sich potenzielle Bewerber am besten erreichen lassen. Denn nur wer seine Zielgruppe genau kennt und weiß, in welcher Phase zukünftige Azubis welche Entscheidungen treffen, kann mit entsprechenden Angeboten auf sich aufmerksam machen. Dazu sind weder großzügige Recruiting-Budgets noch personelle Kapazitäten erforderlich, sondern eher gute Ideen und ein wenig Ausdauer.

Fordern Sie den Nachwuchs-Guide Azubi an unter: [info@massivumformung.de](mailto:info@massivumformung.de)

# Herausforderung Massiver Leichtbau im Forschungsverbund



**Prof. Dr.-Ing.  
Hans-Werner Zoch**

ist Geschäftsführender Direktor  
des Leibniz-Instituts für Werkstofforientierte  
Technologien IWT in Bremen

Als 2017 die neue Förderlinie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) „Leittechnologien für KMU“ ausgeschrieben wurde, lagen bereits Ergebnisse der 2013 gestarteten, rein industriefinanzierten Initiative „Massiver Leichtbau“ vor. Diese hatte ein Einsparpotenzial von 42 kg im Antriebsstrang eines Mittelklasse-Pkw bei einem Gesamtgewicht von 840 kg aufgezeigt. Da diese Einsparungen bereits auf Basis konventioneller Werkstoffe und Technologien identifiziert werden konnten, lag es nahe, durch einen integralen Forschungsansatz weitere Gewichtsreduzierungen zu erzielen.

Im Jahr 2015 nahm, gefördert als Thema der „Leittechnologien für KMU“, der Forschungsverbund „Massiver Leichtbau - Innovationsnetzwerk für Technologiefortschritt in Bauteil-, Prozess- und Werkstoff-Design für massivumgeformte Bauteile der Automobiltechnik“ die Arbeit auf. Orientiert an der Struktur der Vorhaben der Industriellen Gemeinschaftsforschung, kooperierten zehn Institute in sechs Teilprojekten, begleitet von 60 Unternehmen in projektbegleitenden Ausschüssen vorwettbewerblich. Der Forschungsverbund wurde betreut von der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA), der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e. V. (AWT), der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) und der Forschungsvereinigung Antriebs-technik e. V. (FVA).

An ausgewählten Demonstratorbauteilen aus der Industrieinitiative wurden in folgenden Projekten zahlreiche unterschiedliche Aspekte des konstruktiven, stofflichen und Fertigungsleichtbaus beleuchtet.

- Leichtbaustähle höherer Beanspruchbarkeit für Zahnräder
- Intelligenter Leichtbau durch Mehrkomponentenverfahren in „gebauten Zahnrädern“
- Lokale Bauteileigenschaften durch lokal angepasste Beanspruchbarkeiten in optimierten Umform- und Zerspanprozessen
- Technologieerweiterung Massivumformung bei kaltumgeformten Kolbenbolzen und Wellen

- Leichtbaupotenzial durch Verbundschmieden von hybriden Radnaben und
- Innovationstransfer und -hemmnisse, technische Potenzialbewertung und Lebenszyklusanalyse

Insbesondere das letztgenannte Teilprojekt hat eine Klammerfunktion, da hier die verschiedenen Leichtbaubeiträge in ihren primären (unmittelbare Gewichtseinsparung) und sekundären Leichtbaupotenzialen (Gewichtseinsparung in angrenzenden Stützstrukturen) bewertet und deren Einflüsse beispielsweise auf das dynamische Fahrverhalten untersucht wurden. Unternehmensbefragungen und -analysen haben beleuchtet, warum es im Unterschied zu den bekannten Leichtbaukarosserien bisher nur wenig Kooperationen entlang der Wertschöpfungskette bei massivumgeformten Bauteilen gegeben hat.

Ein Abschluss-Symposium im Stahlinstitut VDEh in Düsseldorf im Oktober 2018 präsentierte und erläuterte den interessierten Unternehmen die Ergebnisse des Forschungsverbunds und ermunterte sie, mit den erzielten Resultaten weiterzuarbeiten. Die folgenden Beiträge stellen in einem ersten Teil ausgewählte Inhalte der einzelnen Teilprojekte vor, weitere Ergebnisse werden in der nächsten Ausgabe dieser Zeitschrift folgen.

Mit der Forschungsförderung für systemrelevante, breit angelegte Vorhaben hat die Politik die Weichen gestellt, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit von KMU der jeweiligen Branche nachhaltig zu stärken. Jetzt ist es an der Industrie, die vielschichtigen und aussichtsreichen Resultate aufzugreifen und auf die Ansprechpartner der beteiligten Institute zuzugehen. Es liegt im Interesse der einzelnen Unternehmen, ihre Prozesse und Produkte auf den neuesten Stand zu bringen, um für die anstehenden Herausforderungen gewappnet zu sein.

Dass viele diese Aufgabe verstanden haben, zeigen erste Forschungsprojekte, in denen die beteiligten Institute die Ergebnisse des Forschungsverbunds aufgreifen und vertiefen.



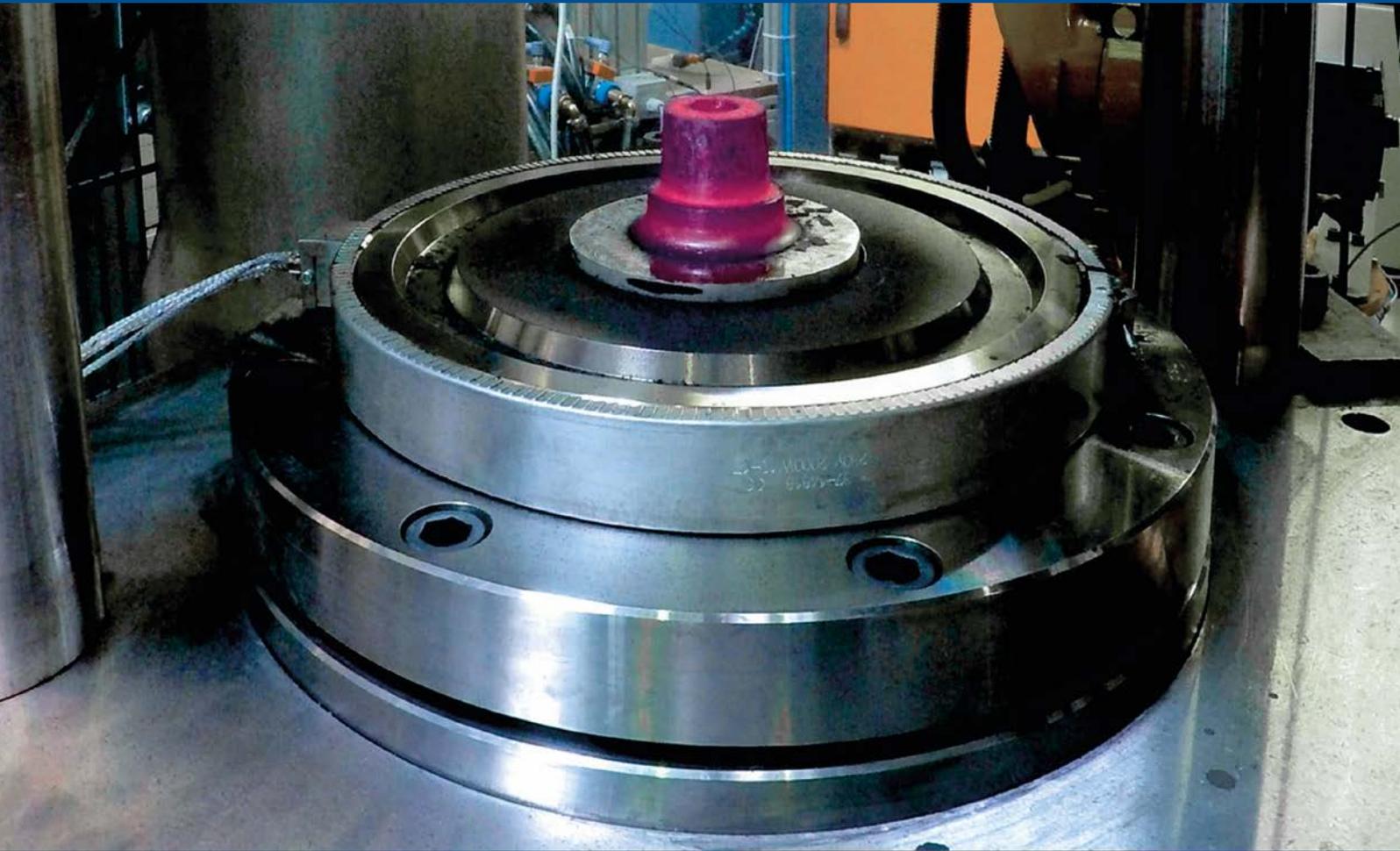
# CastForge

Fachmesse für Guss- und  
Schmiedeteile mit Bearbeitung

Ihre  
Produkte  
im Fokus

16. bis 18. Juni 2020 Messe Stuttgart  
[www.castforge.de](http://www.castforge.de)





## Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile durch Verbundschmieden

Evaluation des kombinierten Füge- und Umformprozesses

Für die Herstellung hybrider Leichtbauteile können Verfahren der Warmmassivumformung gezielt genutzt werden. Eines dieser massivumformtechnischen Verfahren ist das Verbundschmieden. Durch die Erwärmung der verschiedenen Materialien auf ihre spezifische Umformtemperatur und die anschließende gemeinsame Umformung lassen sich die Prozessschritte Umformen und Fügen effizient miteinander kombinieren und somit einsatzoptimierte Hybridbauteile herstellen.

AUTOREN



**Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens**

leitet das Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover



**Dipl.-Ing. Julian Diefenbach**

ist Gruppenleiter Leichtbau am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover



**Philipp Kuwert, M. Eng.**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover

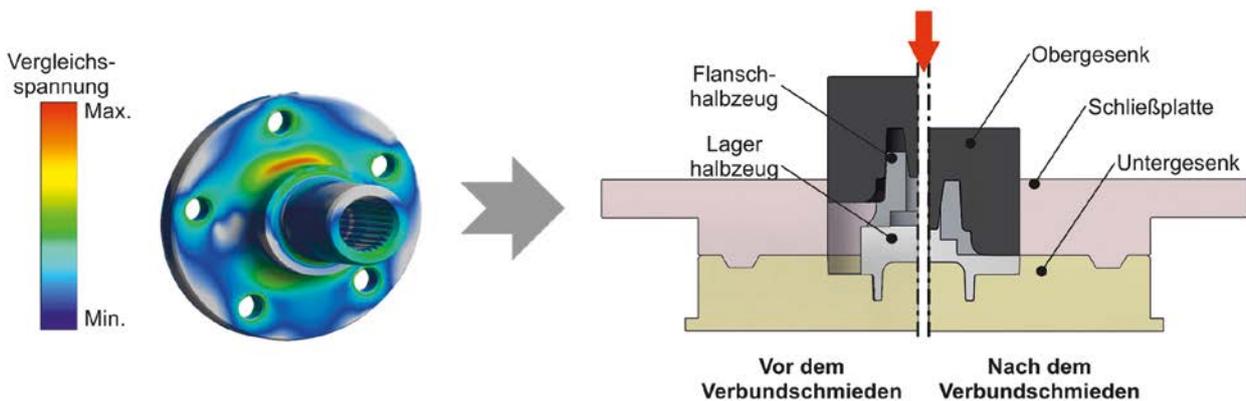


Bild 1: Belastungsangepasstes Bauteildesign für die Stahl-Aluminium- und Stahl-Stahl-Radnabe

Eine wesentliche Herausforderung in der erfolgreichen Umsetzung des Verbundschmiedens ist das Fließverhalten der unterschiedlichen Rohteile, welches maßgeblich die Einstellung hochbelastbarer Verbunde beeinflusst [1]. Im Rahmen des Forschungsverbunds „Massiver Leichtbau“ wurde das Verbundschmieden zur Herstellung von hybriden Stahl-Aluminium- und Stahl-Stahl-Bauteilen evaluiert. Als Demonstratorbauteil wurde eine Pkw-Radnabe ausgewählt.

**KONZIPIERUNG EINES FÜGEVERBUNDS**

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden die Werkstoffe C60 und EN AW 6182 (Stahl-Aluminium) sowie 30CrNiMo8 und C60 (Stahl-Stahl) eingesetzt und miteinander verbundgeschmiedet.

In Zusammenarbeit mit der Cotarko GmbH konzipierte das IFUM ein Design der Hybridbauteile, das maßgenau dem

Belastungskollektiv des industriellen Bauteils entspricht. Sie identifizierten den Flansch als niedrig belasteten und den Lagersitz im Radiusübergang als hoch belasteten Bereich. Daher wurden für beide Radnabenausführungen der Flansch aus dem niederfesteren Werkstoff (EN AW 6182 oder C60) und der Lagersitz aus dem höherfesten Material (C60 oder 30CrNiMo8) hergestellt.

Die konventionelle umformtechnische Fertigung von Radnaben verwendet Prozesse mit mehreren Umformstufen, bestehend aus Anstauchen, Fließpressen sowie Vor- und Fertigschmieden. Basierend auf der Formgebungsstrategie der Serienfertigung gelang es, in numerischen Untersuchungen eine zweistufige Prozesskette, optimale Halbzeuggeometrien sowie ein geeignetes Prozessfenster und Werkzeugsystem für die Herstellung der Stahl-Aluminium- und Stahl-Stahl-Radnabe zu erarbeiten.

**VERBUNDSCHMIEDEN HYBRIDER RADNABEN**

Im Allgemeinen stellen das temperaturabhängige unterschiedliche Fließverhalten und somit auch die Rohteilerwärmung der unterschiedlichen Halbzeuge eine wesentliche Herausforderung beim Verbundschmieden dar [2]. Aus diesem Grund legte das IFUM verschiedene Erwärmungsvarianten zur Ermittlung einer zunderfreien Rohteilerwärmung aus und überprüfte deren Auswirkungen, indem sie die hergestellten Demonstratoren hinsichtlich Formgebung, Fügequalität und Werkstoffverlauf analysierte. Dabei zeigte sich, dass die zunderfreie Erwärmung ein entscheidendes Kriterium für das erfolgreiche Fügen beim Verbundschmieden ist.

Als geeignet für das Verbundschmieden hybrider Radnaben erwiesen sich das Erwärmen und Zusammenführen im Schutzgasofen, wie die Evaluation der Bauteile belegte. Hierfür wurden die Stahl-Aluminium-Halbzeuge auf 350 beziehungsweise 950 °C und die Stahl-Stahl-Halbzeuge gemeinsam auf 1.100 °C erwärmt, in das Werkzeugsystem transferiert und verbundgeschmiedet. Um die Werkstoffverteilung und den Werkstoffverbund zu untersuchen, wurden die Bauteile getrennt und im Querschnitt bewertet (Bild 2). Für die Stahl-Aluminium-Radnabe ergab sich eine Gewichtseinsparung von 0,96 kg beziehungsweise etwa 48 Prozent. Dagegen liegt bei der Stahl-Stahl-Radnabe keine Gewichtsreduzierung vor, jedoch erlaubt die erfolgreiche Verbundbildung, das Bauteil in nachgelagerten Untersuchungen neu auszulegen und es leichtbau- oder funktionsoptimiert maßzuschneidern (beispielsweise spezifischer Härteverlauf, Funktionsintegration und Leichtbau).

**EVALUATION DER HYBRIDEN RADNABEN**

Im Anschluss wurden durch lichtmikroskopische Aufnahmen stoffschlüssige Verbindungen bei der Stahl-Aluminium- und Stahl-Stahl-Kombination ermittelt und durch Mikrohärtmessungen und Rasterelektronenmikroskopaufnahmen (REM-Aufnahmen) charakterisiert (Bild 2).

Bei der Stahl-Aluminium-Kombination war eine stoffschlüssige Verbindung durch intermetallische Phasen vom Typ Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub> nachzuweisen, welche sich im Allgemeinen durch eine Härte von 1.050 bis 1.200 HV auszeichnen [3]. Die maximale Phasensaumdicke betrug 16,33 µm. Damit wird der Grenzwert von 10 µm überschritten, bis zu dem ein negativer Einfluss des Phasensaums auf die Verbundeigenschaften zu vernachlässigen ist. Entsprechend ist eine reduzierte Bauteilfestigkeit der Stahl-Aluminium-Radnabe zu erwarten [4]. Dieser Umstand könnte durch die Wahl einer geringeren Umformtemperatur behoben werden und ist Gegenstand aktueller Untersuchungen.

Beim Stahl-Stahl-Werkstoffverbund wurden die Bereiche, in denen sich stoffschlüssige Phasen bilden können, durch lichtmikroskopische Aufnahmen ermittelt und aufgrund der geringen Dicke von 0,5 µm anhand eines Rasterelektronenmikroskops verifiziert. Die chemische Zusammensetzung der Fügezone entspricht dabei einer Kombination aus den Werkstoffen C60 und 30CrNiMo8, bedingt durch ein diffusionsgestütztes Fügen während des Verbundschmiedens. Entgegen dem artfremden Materialverbund lässt sich bei einer artgleichen Materialkombination die Entstehung stoffschlüssiger Verbindungen nicht durch einen Anstieg der Härte nachweisen.

Beide Werkstoffe besitzen zum Zeitpunkt des Fügens ein kubisch-raumzentriertes Gitter mit ihrer jeweiligen Grundhärte. Während des Fügens entstehen neue Überstrukturen, welche vom Gittertyp artverwandt mit den beiden Grundgittern sind. Der daraus resultierende Härtewert liegt erwartungsgemäß zwischen den beiden Grundhärten. Dieses Verhalten konnte in den folgenden Mikrohärtmessungen bestätigt werden, sodass innerhalb dieser Zone eine stoffschlüssige Verbindung auf mikroskopischer Ebene vorliegt.

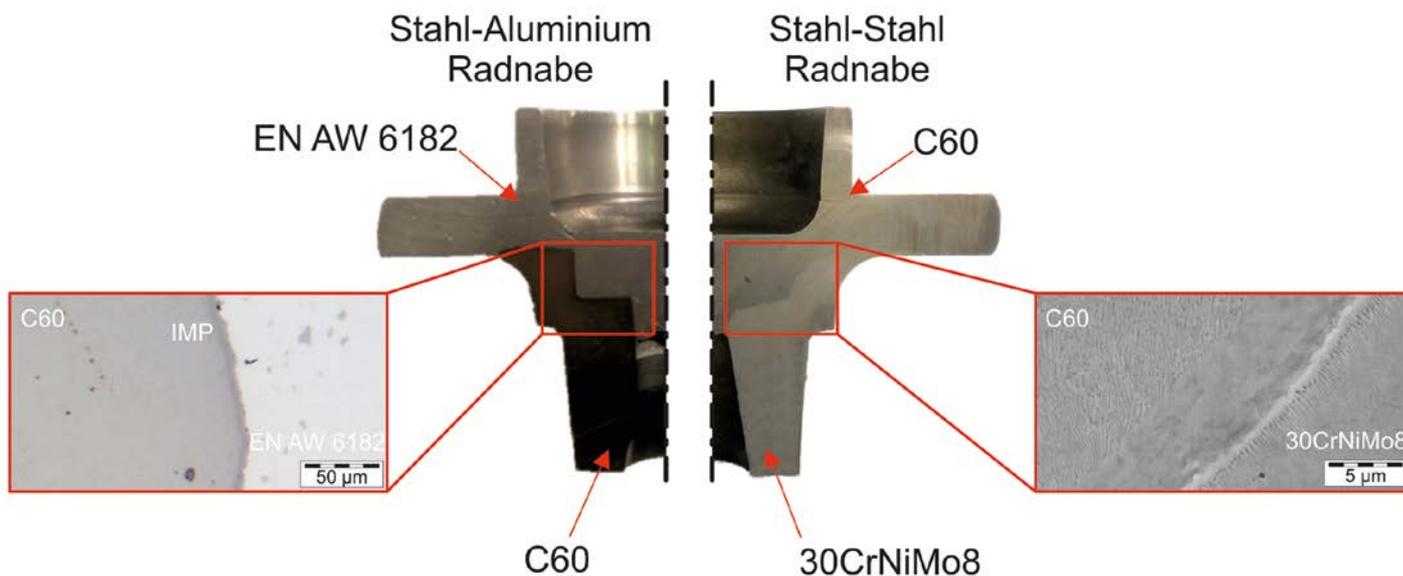


Bild 2: Metallografische Analyse des Werkstoffverbundes in Lichtmikroskop – und REM-Aufnahmen

Bilder: Autoren



Cogne Edelstahl GmbH

## ROSTFREIE STAHL-SPEZIALITÄTEN AUS DEM AOSTATAL

Hochwertige Stähle für hochwertige Anwendungen: Automobil-, Luftfahrt und Petrochemische Industrie sowie der Maschinen- und Anlagenbau zählen seit Jahren auf unsere Produkte.

- Rohstahl- und Halbzeug
- Stabstahl geschmiedet oder gewalzt
- Walzdraht

Cogne Edelstahl GmbH | Carl-Schurz-Straße 2 | 41460 Neuss | sales.germany@cogne.de

www.cogne.de

### FAZIT UND AUSBLICK

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass das Verbundschmieden ein geeignetes Verfahren zur Herstellung hybrider Bauteile aus unterschiedlichen Materialkombinationen ist. Durch die numerische Prozessauslegung und die Werkzeugkonstruktion wurde ein Prozess für das Verbundschmieden zur Herstellung von Stahl-Stahl- und Stahl-Aluminium-Radnaben entwickelt. Die Schmiedeveruche identifizierten die zunderfreie Erwärmung als wichtiges Kriterium für das erfolgreiche Verbundschmieden. Dies war innerhalb des Vorhabens nur durch eine Rohteilerwärmung im Schutzgasofen umzusetzen. Weiterhin belegten die

metallografischen Untersuchungen und Mikrohärtemessungen die positiven Verbundeigenschaften der Demonstratoren. Somit besteht grundsätzlich die Möglichkeit, funktionsoptimierte Hybridbauteile durch Verbundschmieden effizient herzustellen.



[1] Behrens, B.-A.; Kosch, K.-G.: Challenges in Compound Forging of Steel-Aluminum Parts, EPD Congress 2012: The Minerals, Metals & Materials Society, 141th Annual Meeting & Exhibition, pp. 169 – 176, 2012

[2] Goldstein, R.; Chavdar, B.; Ferguson, L.: Modeling of the Heating Sequences of Lightweight Steel/Aluminum Bimaterial Billets for Hot Forging and Hot Hydroforging, IFHTSE 2016 Savannah

[3] Kubaschewski, O.: Binary Iron Phase Diagrams, Springer Verlag, Berlin, 1982

[4] Yamamoto, N.; Takahashi, M.: Formation of intermetallic compounds in friction bonding of Al alloys to steel, Materials Science Forum, Vol. 539 – 543, pp. 3865 – 3871, 2007



Das IGF-Vorhaben „Untersuchungen zum Verbundschmieden unterschiedlicher artfremder und artgleicher Materialkombinationen“, IGF-Projekt 19040 N, der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) und Leitinitiative des Forschungsverbundes „Massiver Leichtbau“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages gefördert, wofür die Projektpartner ihren Dank aussprechen. Die Langfassung des Abschlussberichts kann bei der FOSTA, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf, angefordert werden.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



Industrielle  
Gemeinschaftsforschung

aufgrund eines Beschlusses  
des deutschen Bundestages



## Gewichts- optimierung eines Kolbenbolzens

In den vergangenen Jahren erlangte der technologische Fortschritt beim Leichtbau von Bauteilen des Antriebsstrangs und Fahrwerks moderner Pkw große Bedeutung im Automobilbau. Zugleich führen stetig steigende Anforderungen an Insassensicherheit, Fahrkomfort, Fahrleistung und Platzangebot im Interieur zu einer Erhöhung des Fahrzeuggewichts. Erhebliche Zusatzlasten zum regulären Fahrzeuggewicht sind künftig zudem durch Batteriesysteme zu erwarten. Aufgrund des relativ hohen Anteils kaltumgeformter Bauteile in Fahrzeugen kann eine gewichtsorientierte Bauteiloptimierung zum Leichtbau beitragen.

### AUTOREN



**Dipl.-Ing. Nadezda Missal**

ist ehemalige wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart



**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Mathias Liewald MBA**

ist Institutsdirektor des Instituts für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart



**Dr.-Ing. Alexander Felde**

ist Abteilungsleiter Massivumformung am Institut für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart

Im Rahmen der Forschungsinitiative „Massiver Leichtbau“ verfolgte das Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart in einem Teilprojekt unter anderem technologische Ansätze, um das Bauteilgewicht von rohrförmigen, hohlen Bauteilen wie etwa einem Kolbenbolzen bei möglichst gleichbleibender Bauteilfestigkeit und Steifigkeit zu reduzieren. Durchgeführt wurden diese Untersuchungen in enger Kooperation mit der MAHLE Group, einem der 20 weltweit größten Unternehmen der Automobilzulieferindustrie.

#### GEWICHTSOPTIMIERUNG EINES KOLBENBOLZENS

Der Kolbenbolzen bildet im Verbrennungsmotor die konstruktive Verbindung zwischen Pleuel und Pleuellager (Bild 1, oben). Durch die oszillierende Bewegung mit hoher Frequenz und die Überlagerung von Gasdruck- und Massenträgheitskräften unterliegt der Pleuellager während des Betriebs extrem hohen Belastungen in wechselnder Richtung. Diese Belastungen dürfen allerdings keine unzulässige elastische Deformation durch Biegung oder Ovalisierung des Querschnittes hervorrufen. Um der dynamischen Beanspruchung ohne plastische Verformung oder sonstige Schädigung standzuhalten, müssen Pleuellager eine ausreichende Festigkeit, Zähigkeit und Steifigkeit aufweisen. Zu den weiteren wichtigen Eigenschaften gehören eine hohe Oberflächenhärte und -güte, Formgenauigkeit für einen möglichst niedrigen Verschleiß sowie ein geringes Gewicht, um die Massenkräfte möglichst gering zu halten [1].

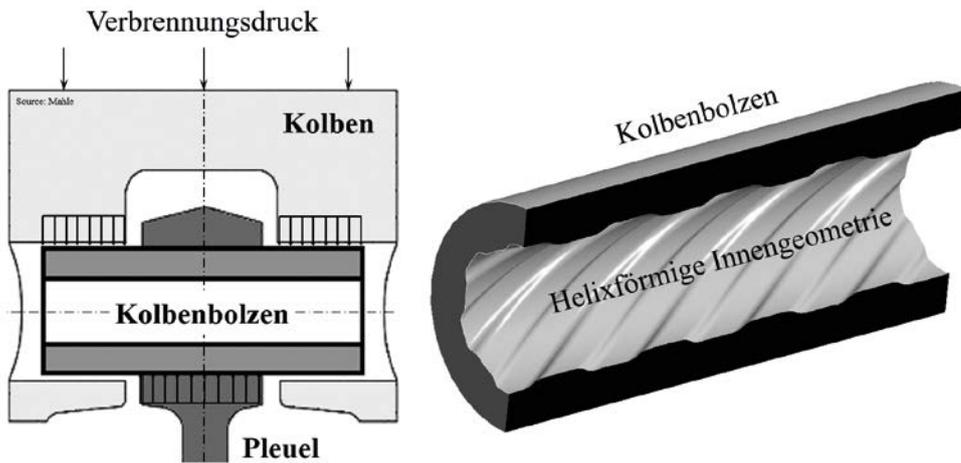


Bild 1: Belastung eines Kolbenbolzens (links) [1], Kolbenbolzen mit neuartiger helixförmiger Innengeometrie (rechts)

Bei der Entwicklung und Optimierung von zylindrischen, hochbelasteten Motorkomponenten standen Konstrukteure bisher vor dem Problem, dass sich Steifigkeit und Leichtbaumerkmale in einem Bauteil kaum effizient kombinieren lassen. Wird die Wanddicke erhöht, um eine größere Steifigkeit gegen Ovalisierung zu erreichen, steigt zugleich das Bauteilgewicht. Eine mögliche Lösung stellt die Verwendung einer helixförmigen Innenkontur anstelle einer zylindrischen oder konischen Innenoberfläche dar, da sich der Kolbenbolzen während seines Einsatzes im Betrieb langsam dreht [2] (Bild 1, rechts).

Das Leichtbaupotenzial von Kolbenbolzen mit einer komplexen helixförmigen Innengeometrie wurde mithilfe strukturmechanischer Simulationen einer Biegebelastung mit ANSYS Workbench untersucht. Sensitivitätsanalysen und umfangreiche Simulationsrechnungen belegten, dass sich die Masse des Kolbenbolzens durch die Erzeugung einer helixförmigen Innengeometrie bei einer sonst gleichbleibenden konstruktiven Spezifikation um bis zu 8 Prozent verringern lässt [2].

Eine Analyse zum Stand der Technik ergab, dass das Umformverfahren Abstreckgleitziehen bedeutende technologische Vorteile für die Erzeugung von innenprofilierten Bauteilen aufweist [3] – [6]. Das im Rahmen dieses Projekts entwickelte Umformverfahren sieht vor, ein napfförmiges Halbzeug mithilfe

eines Ziehrings über einen helixförmig profilierten Dorn abzustrecken. Während des Umformvorgangs erfolgt neben einer Reduzierung der Wanddicke auch eine Ausformung des Helixprofils auf der Napffinnenseite. Nach dem Rückhub des Ziehrings wird das Pressteil mithilfe einer Auswurfhülse mit einer drehenden Bewegung vom Dorn abgestreift. Das entwickelte Verfahren und die Werkzeuggestaltung zum Abstreckgleitziehen von derartigen Bauteilen sind ausführlich in [7] beschrieben.

Der Umform- und Auswurfprozess eines repräsentativen Kolbenbolzens wurde numerisch mit DEFORM™ und experimentell mithilfe eines Versuchswerkzeugs untersucht. Diese Prozessuntersuchungen zeigten jedoch, dass eine durch die strukturmechanische Simulation ermittelte Gewichtsreduzierung von acht Prozent nur mit einer relativ scharf ausgeprägten Innenkontur zu erreichen ist.

Die Vermessung einiger im Versuch erzeugter Pressteile ergab eine Unterfüllung der Innengeometrie (Bild 2). Die unterfüllten Profilbereiche wiesen eine Oberflächenbeschaffenheit auf, die der des relativ rauen Halbzeugs ähnlich war. Für eine hohe Dauerfestigkeit im Betrieb wird jedoch eine möglichst vollständige Formfüllung des helixförmigen Innenprofils sowie eine hohe Oberflächengüte angestrebt.

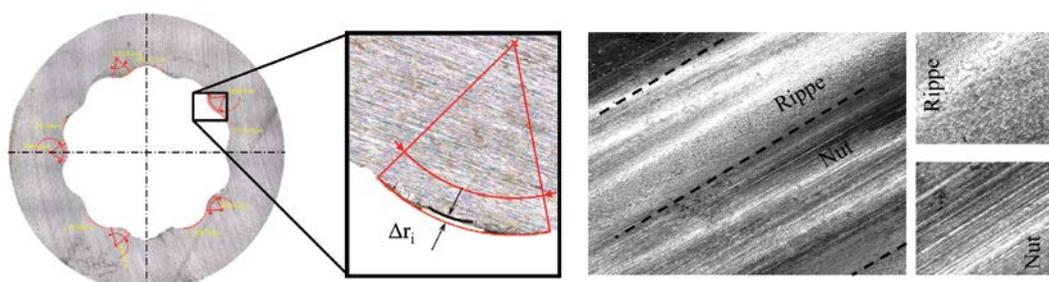


Bild 2: unterfüllte Rippenbereiche (links), Oberflächenqualität der unterfüllten Rippenbereiche (rechts)

Eine Analyse der numerisch ermittelten Prozessgrößen des Abstreckens untersuchte, welche geometrischen Parameter der helixförmigen Dorngeometrie aus umformtechnischer Sicht prozesssicher zu realisieren sind. Dabei konnten die Konstrukteure die Formfüllung der Helixgeometrie verbessern, die Prozesskräfte reduzieren und auch die Spannungsverteilung im Dorn während des Umform- und Auswurfvorganges homogenisieren. Diese Arbeiten zur prozesssicheren Auslegung des Abstreckens führten schließlich zu einer vollständigen Formfüllung der Helix mit niedrigen Oberflächenrauigkeiten und zu einer Reduzierung des Kolbenbolzengewichts um vier Prozent.

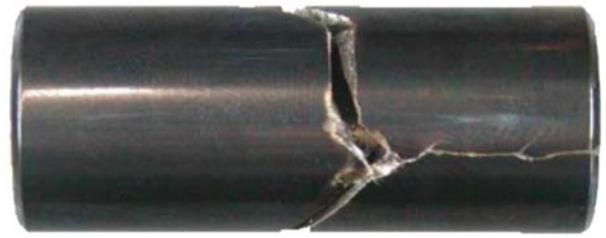


Bild 3 : Auftretende Kolbenbolzenrisse bei der Dauerfestigkeitsuntersuchung

Im Rahmen des Teilprojekts untersuchte die MAHLE Group die Dauerfestigkeit der Kolbenbolzen mit helixförmiger Innengeometrie, die mithilfe des aufgebauten Versuchswerkzeugs entstanden waren. Dazu diente ein Modellversuch, der die Betriebsbelastung des Kolbenbolzens im Verbrennungsmotor nachbildet [1]. Um für die Dauerfestigkeitsuntersuchung identische Werkstoffeigenschaften wie Zugfestigkeit, Härte und Oberflächenbeschaffenheit sicherzustellen, wurden die konventionellen Kolbenbolzen und die Bauteile mit der helixförmigen Innengeometrie aus derselben Werkstoffcharge angefertigt und gemeinsam einsatzgehärtet. Die Kolbenbolzen mit helixförmiger Innengeometrie, die vier Prozent leichter sind, erfüllten in diesem Versuch die geforderte Mindestschwingspielzahl. Jedoch reduzierte die helixförmige Innengeometrie des Kolbenbolzens die Dauerfestigkeit um etwa 25 Prozent. Begründet wird dies mit einer – für diese Belastungsart untypischen – Rissinitiierung auf der Außenoberfläche des Kolbenbolzens (Bild 3). Nach aktuellem Kenntnisstand lässt sich diese Rissbildung vermutlich auf eine im Umformprozess entstandene Unterfüllung der Innengeometrie in Wechselwirkung mit einer ungünstigen Einstellung von Prozessparametern des Einsatzhärtens zurückzuführen. Durch eine Optimierung der Formfüllung der Innengeometrie und eine Anpassung von Wärmebehandlungsparametern wird diese Versagensursache in aktuellen Arbeiten derzeit kompensiert, um höhere Schwingspielzahlen im Dauerfestigkeitsversuch zu erreichen.

## TECHNISCHE UND WIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG

Neben hohen Ansprüchen an die Bauteileigenschaften muss die Kolbenbolzenfertigung auch wirtschaftliche Anforderungen

moderner Prozessketten erfüllen. Die konventionelle Kolbenbolzenfertigung bei der MAHLE group besteht aus 16 Fertigungsstufen, welche sich in Umform-, Wärmebehandlungs- und Zerspanungsoperationen unterteilen lassen. Gegenüber dieser etablierten Fertigungsfolge verspricht die jetzt entwickelte Prozesskette zur Herstellung von Kolbenbolzen mit helixförmiger Innengeometrie sowohl technische als auch wirtschaftliche Vorteile (Bild 4). Da die helixförmige Innengeometrie durch Abstreckgleitziehen erzeugt wird, weisen die Pressteile eine hohe Maßgenauigkeit, eine hohe Oberflächengüte sowie eine gute Werkstoffausnutzung auf. Nachfolgende spannende Bearbeitungsschritte können dadurch wesentlich reduziert werden (Bild 4). Eine vergleichende Kostenbewertung für die konventionelle und die neu entwickelte Prozesskette zeigte, dass die Prozesszeit zur Fertigung des neu entwickelten Kolbenbolzens um zirka 33 Prozent kürzer ist. Weil mehrere Fertigungsstufen entfallen, verringern sich zudem Werkzeugkosten und Energieeinsatz.

## ZUSAMMENFASSUNG

Der Einsatz der neu entwickelten, helixförmigen Innengeometrie bietet die Möglichkeit, das Gewicht eines Kolbenbolzens zum Beispiel für einen 1,2-Liter-Verbrennungsmotor um vier Prozent zu reduzieren, ohne dabei andere Betriebseigenschaften wie Festigkeit und Steifigkeit zu verändern. Erforderlich ist allerdings noch eine Optimierung des Umformprozesses und eine Anpassung der Parameter der Wärmebehandlung. Die entwickelte Technologie kann leicht auf weitere hohl gestaltete Bauteile des Antriebsstrangs übertragen werden und dadurch auch zu einer Gewichtsoptimierung des gesamten Fahrzeugs beitragen.

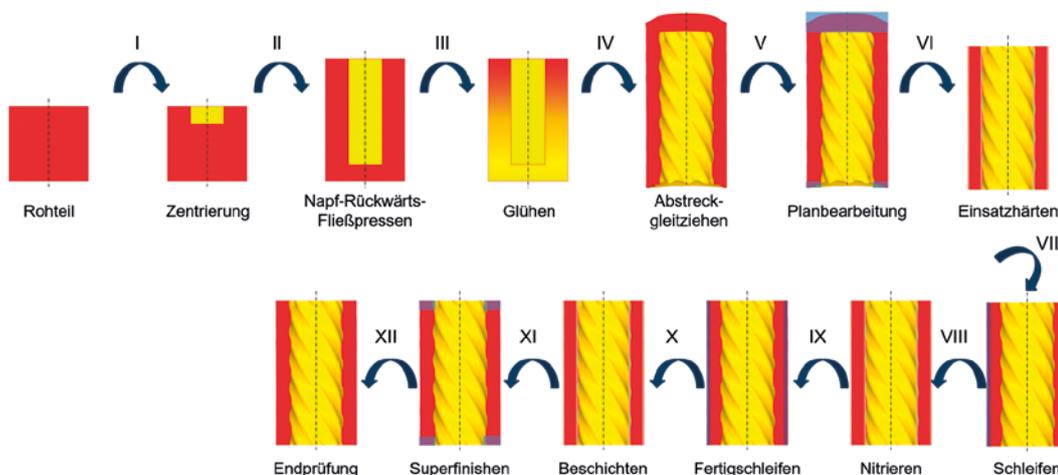


Bild 4: Neue Prozesskette zur Herstellung von Kolbenbolzen

Bilder: Autoren



GSM 200 to capacity and GFM 100 to capacity  
in operation at NAF, New Castle / PA

# GLAMA

performance  
for high productivity

## GLAMA Maschinenbau GmbH

Headquarters:  
Hornstraße 19 D-45964 Gladbeck / Germany  
Fon: +49 (0) 2043 9738 0  
Fax: +49 (0) 2043 9738 50  
email: info@glama.de

glama.de



GFM 150 to capacity  
in operation at Scot Forge, Spring Grove / IL



GIR-P 1 to capacity  
in operation at Standard Steel, Burnham / PA



Die Forschungsprojekte IGF 18225N und IGF 18229N wurden von der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA), der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e.V. (AWT), der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) und der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. (FSV), aus Fördermitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) sowie der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen („Otto von Guericke“) e.V. (AiF) im Rahmen des Programms zur industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann bei der FOSTA, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf, angefordert werden.

Gefördert durch:



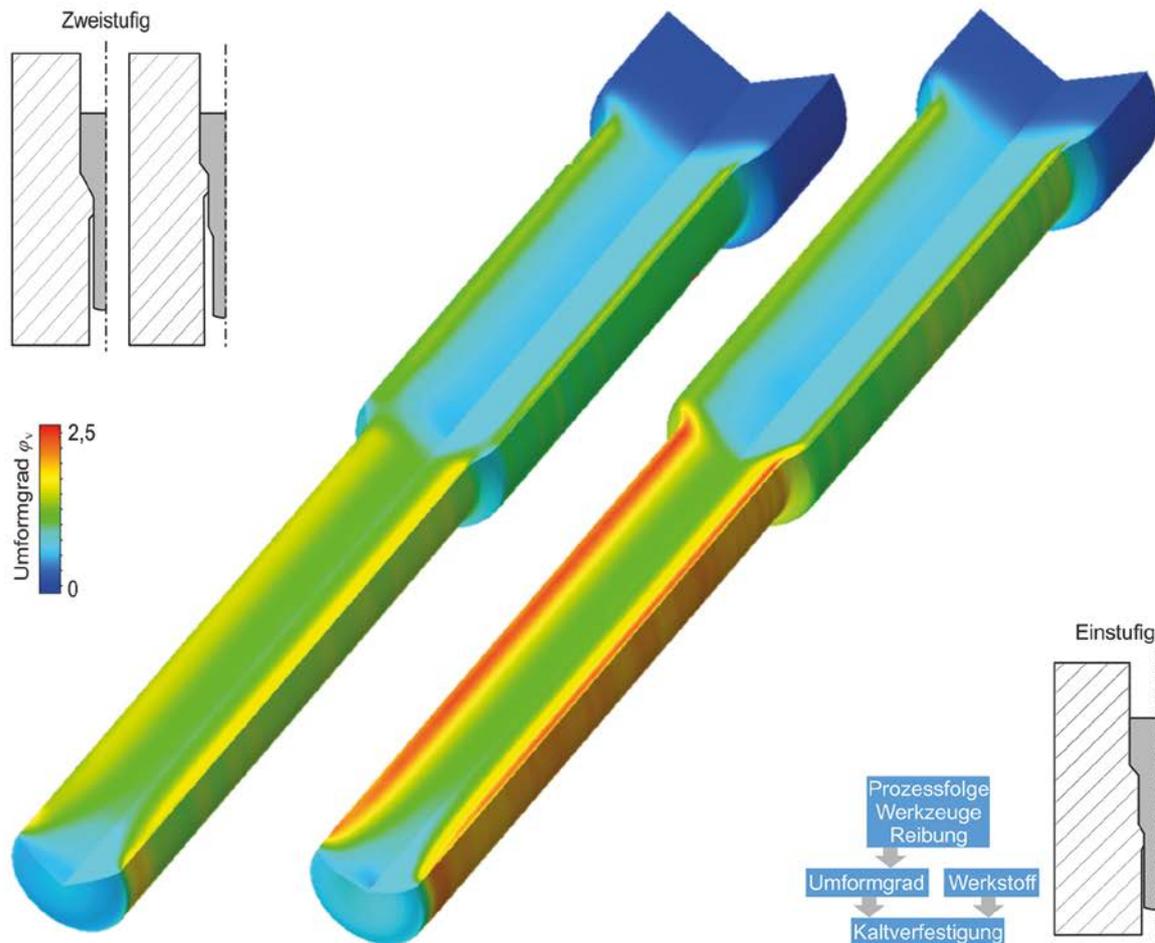
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



aufgrund eines Beschlusses  
des deutschen Bundestages



- [1] MAHLE group: Zylinderkomponenten Eigenschaften, Anwendungen, Werkstoffe. In: Vieweg+Teubner, Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media, Stuttgart, 2009
- [2] Missal, N.; Liewald, M.; Felde, A. et al.: Piston pin optimisation with respect to lightweight design. In: International Cold Forging Group, 49th Plenary Meeting, pp. 157 – 161, Stuttgart, September 4 – 7, 2016
- [3] Renault Automobiles Peugeot: Improvement in methods of manufacturing helical gear blanks by cold extrusion process. In: Patent Office London 1 373 547, 1971
- [4] Lange, K.: Verfahren und Werkzeuge zum Kalt-, Halbwarm- und Warmquerfließpressen von Werkstücken mit genauen Verzahnungen aus Stahl, vorzugsweise Stahl. In: Deutsches Patentamt DE 37 18 884 A1, 1988
- [5] Gueydan, H.: Outillage pour la fabrication de pieces fritees a surfaces helicoidales. In: European Patent Office 0 050 576 B1, 1981
- [6] Schwager, A.; Kammerer, M.; Siegert, K. et al.: Kaltumformen schräg innenverzählter Hohlräder in: MAT-INFO Werkstoff-Informationsgesellschaft, S. 517 – 531, Frankfurt/M., 2003
- [7] Missal, N.; Liewald, M.; Felde, A. et al.: Massiver Leichtbau-Erweiterung technologischer Grenzen bei der Massivumformung in unterschiedlichen Temperaturbereichen. In: Neuere Entwicklungen in der Massivumformung, Fellbach, 15. – 17. Mai 2017



## Ausschöpfung des Kaltverfestigungspotenzials bei der Herstellung von Wellen mittels Fließpressen

In einem Projektabschnitt des Forschungsverbunds „Massiver Leichtbau“ wurde die Fertigung von Getriebewellengrundkörpern mit definierten lokalen Eigenschaften durch Voll-Vorwärts-Fließpressen numerisch bezüglich der resultierenden Bauteileigenschaften optimiert und experimentell realisiert. Das Ziel war zum einen, Fließpresswerkzeuge derart auszulegen, dass Wellen mit lokal definierten und optimierten mechanischen Eigenschaften gefertigt werden können. Zum anderen galt es zu ermitteln, ob und inwieweit nachgeschaltete Wärmebehandlungen durch die reine Ausschöpfung der Kaltverfestigung zu substituieren sind.

AUTOREN



**Felix Kolpak, M. Sc.**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) der Technischen Universität Dortmund



**Dr.-Ing. Christoph Dahnke**

ist ehemaliger Abteilungsleiter der Abteilung Massivumformung am Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) der Technischen Universität Dortmund



**Prof. Dr.-Ing. A. Erman Tekkaya**

leitet das Institut für Umformtechnik und Leichtbau (IUL) der Technischen Universität Dortmund

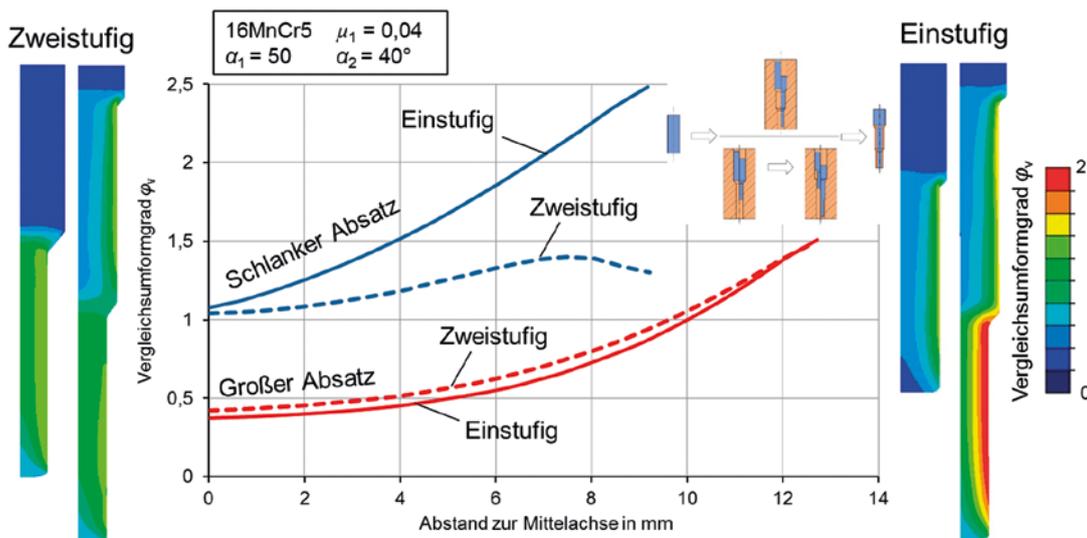


Bild 1: Einfluss der Prozessroute auf den Umformgrad über den Bauteilradius

Getriebewellen sind dynamisch hochbelastete Bauteile. Eine Methode zur Herstellung von Getriebewellen ist das Konzept der gebauten Welle. Dabei entstehen der Wellengrundkörper sowie ein oder mehrere Ritzel zunächst in getrennter Fertigung, ehe sie zu einer Getriebewelle zusammengefügt werden. Für einzelne Komponenten fällt die Wahl dabei häufig auf das Verfahren der Kaltmassivumformung. Die Vorteile liegen unter anderem in der hohen Werkstoffausnutzung, dem ununterbrochenen resultierenden Faserverlauf sowie in der Kaltverfestigung des Werkstoffs und damit der Verbesserung der mechanischen Eigenschaften [1].

Neben der Variation der Werkzeugparameter untersuchte die Projektgruppe eine einstufige sowie eine zweistufige Prozessvariante zur Herstellung einer doppelt abgesetzten Welle und verglich die resultierenden mechanischen Eigenschaften der umgeformten Bauteile.

Die Umformgrade wurden für die vorliegenden Untersuchungen als gegeben angenommen. Als freie Parameter zur Prozessoptimierung hinsichtlich Oberflächenhärte, Festigkeit, Rauheit sowie Eigenspannung legte die Projektgruppe insbesondere die Prozessroute sowie die gewählten Schulteröffnungswinkel der einzelnen Umformstufen und die Werkzeugradien fest. Alle Untersuchungen wurden anhand von drei Halbzeugwerkstoffen mit unterschiedlichem Verfestigungsverhalten durchgeführt (Einsatzstahl 16MnCr5, höherfester 100Cr6, sowie 18CrNiMo7-6). Diese lagen im weichgeglühten Zustand vor.

**NUMERISCHE PROZESSAUSLEGUNG**

Bild 1 zeigt die Umformgradverteilung über den Radius zweistufig und einstufig gepresster Wellen. Im Bereich des großen Absatzes sind kaum Unterschiede zwischen den beiden Prozessvarianten erkennbar. Dies ist darauf zurückzuführen, dass dieser Bereich bei beiden Varianten ähnlich stark umgeformt wird. Im schlanken Absatz zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede zwischen den beiden Varianten.

Obwohl der geometrische Umformgrad bei beiden Varianten 0,9 beträgt, ruft die zweifache Umformung aufgrund der damit einhergehenden zusätzlichen Scherung einen Unterschied von  $\Delta\varphi_V = 1,2$  im Randbereich hervor. Neben der gewählten Prozessroute, den Werkzeugradien und dem Reibwert haben die Schulteröffnungswinkel der Matrizen den größten Einfluss auf die randnahen Umformgrade. Bild 2 zeigt, dass eine Erhöhung der Winkel von  $60$  auf  $145^\circ$  beim zweistufigen Prozess im grossen Absatz eine maximale Umformgradsteigerung  $\Delta\varphi$  von bis zu 2,8 bewirkt.

**MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN DER WELLEN**

Zur Validierung der numerischen Ergebnisse wurden Fließpressversuche an einer hydraulischen Ziehpresse des Typs M+W BZE 1000-30.1.1 mit einer Nennkraft von 10 MN durchgeführt. Der verwendete Aufbau sowie die produzierten Wellen sind exemplarisch in Bild 3 dargestellt.

Zur Analyse der mechanischen Eigenschaften der Wellen wurden Längs- und Querschliffe angefertigt und Härtemessungen sowie Rauheitsmessungen an der Wellenoberfläche

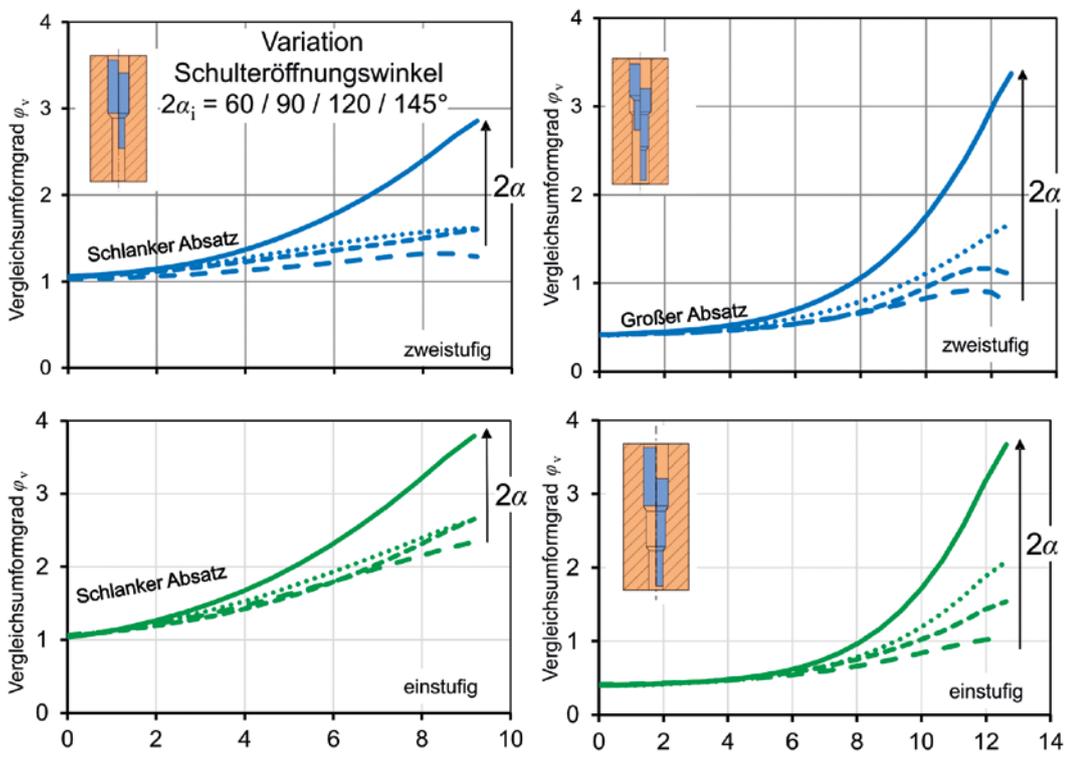


Bild 2: Einfluss der Schulteröffnungswinkel auf die Umformgradverteilung (zweistufiges und einstufiges Fließpressen)

Die Anpassung der Schulteröffnungswinkel ist eine naheliegende Methode zur Steigerung der oberflächennahen Festigkeit. Es ist jedoch zu beachten, dass die kombinierte Wahl von geringen Werkzeugradien und hohem Schulteröffnungswinkel die notwendige Umformkraft erhöht. Die Werkzeuge werden somit stärker belastet. Außerdem sind oberflächennahe Bereiche der umgeformten Werkstücke durch die stärkere Werkstoffumlenkung empfindlich für Oberflächenrisse.

durchgeführt. Durch Zug- und Druckversuche an Werkstoffproben aus der Wellenmittellachse wurde das Verfestigungsverhalten beziehungsweise die Restumformbarkeit der Wellen analysiert. Zudem wurden die lokalen Eigenspannungen mittels Bohrlochmethode bestimmt.

Der Vorteil einer qualitativen Festigkeitsbewertung anhand von Härtemessungen liegt in der Möglichkeit zur Abschät-

zung lokaler Festigkeiten und in der einfachen Versuchsdurchführung. Bild 4 zeigt exemplarisch die ermittelten Härten in Abhängigkeit vom Bauteilradius der fließgepressten Wellen aus 16MnCr5 im großen und schlanken Absatz sowie die Ausgangshärte als gestrichelte Linie.

Während die Ausgangshärte des Werkstoffs bei rund 195 HV liegt, liegen im großen Absatz entlang der Mittellinie ( $\varphi = 0,4$ ) Härtewerte von rund 250 HV vor (plus 28 Prozent). Entlang der Mittellinie des schlanken Absatzes ( $\varphi = 0,92$ ) liegen Härten bis rund 270 HV vor (plus 38 Prozent). Die Härte nimmt mit zunehmendem Bauteilradius zu. Dies ist, wie zuvor beschrieben, auf den steigenden Umformgrad infolge der Werkstoffschöpfung in Richtung Bauteiloberfläche zurückzuführen [2]. Zur Verdeutlichung des Verfestigungspotenzials wurden die experimentell ermittelten Härten entlang der Wellenmittelachse in Abhängigkeit des Umformgrads für die drei untersuchten Halbzeugwerkstoffe analysiert. Insbesondere für 100Cr6 ist das Verfestigungspotenzial für  $\varphi = 1,0$  noch nicht vollständig ausgeschöpft, sodass hier weiteres Potenzial zur möglichen Substitution von Wärmebehandlungen durch Kaltverfestigung vorliegt.

Die maximal erzielten Härten im Randbereich lagen hier bei über 350 HV10. Die Ergebnisse sind auf andere Werkstoffe mit geringer Anfangsfließspannung und hohem Kaltverfestigungspotenzial übertragbar.

**FAZIT**

Der randnahe Umformgrad und damit die lokale Festigkeit fließgepresster Wellen sind abhängig von vielen Einflussgrößen. Durch eine Anpassung der Werkzeuge und Prozessfolgen kann der Festigkeitsanstieg infolge der Kaltverfestigung gegenüber konventionellen Prozessrouten gesteigert werden. Die angepassten Werkzeuge führen dabei jedoch zu besonderen Anforderungen an die Matrizen, den Halbzeugwerkstoff und das verwendete Schmiermittelsystem, da höhere Prozesskräfte und Drücke vorliegen. Während sich nachgeschaltete Härteprozesse nicht substituieren lassen, deuten die Ergebnisse für die untersuchten Versuchswerkstoffe an, dass Vergütungsprozesse bei entsprechend geringeren Anforderungen mittels reiner Kaltverfestigung zu ersetzen sind.



Bild 3: Versuchsaufbau zur Herstellung skaliertener Getriebewellen durch Voll-Vorwärts-Fließpressen (links) und erzeugte Wellen (rechts)

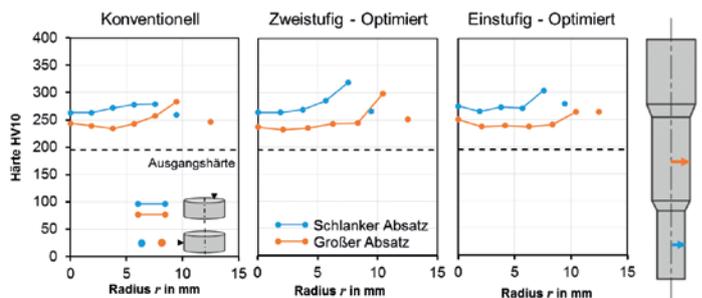


Bild 4: Härteverläufe über den Bauteilquerschnitt (16MnCr5, konventionell:  $2\alpha_1 = 2\alpha_2 = 100^\circ$ , optimiert:  $2\alpha = \alpha_2 = 145^\circ$ ) Bilder: Autoren

Das IGF-Vorhaben 18229 N der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. zusammen mit der Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik e.V. (AWT), der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) und der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. (FSV) wurde über die AiF Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann bei der FOSTA, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf, angefordert werden.

Gefördert durch:

**Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie**

aufgrund eines Beschlusses  
des deutschen Bundestages



[1] Lange, K.; Kammerer, M.; Pöhlant, K.; Schöck, J.: Fließpressen – Wirtschaftliche Fertigung metallischer Präzisionswerkstücke, Springer Verlag, Berlin, 2008

[2] Tekkaya, A.E.; Lange, K.: An Improved Relationship between Vickers Hardness and Yield Stress for Cold Formed Materials and its Experimental Verification, Annals of the CIRP 49, 2000



## Neueste Entwicklungen aus der Sprühtechnik

Beim konventionellen Gesenkschmieden mittels Pressen geht es schnell zu: Das Obergesenk trifft in kürzester Zeit auf des Untergesenk und formt unter hoher Krafteinwirkung das heiße Metall. Die kurze Beschreibung dieses Vorgangs allein macht schon deutlich, wie stark der dabei auftretende Gesenkverschleiß wohl sein muss. Eine wichtige Technologie, die diesem Verschleiß entgegenwirkt, beschreibt das umfassende Feld der Kühl- und Sprühtechnik.

AUTOR



**Dipl.-Ing. Axel Roßbach**

ist Technologie Manager Schmiedetechnik bei der SMS group GmbH in Mönchengladbach

Gesenkschmiedepressen sind auf hohe Taktraten im Sekundenbereich optimiert. Je länger ein Gesenk nutzbar ist, umso besser. Damit die Gesenke diesen permanent hohen Belastungen standhalten können, besitzt der Sprühkopf mit seiner Kühl- und Schmieraufgabe eine Schlüsselfunktion. Er befindet sich am äußeren Ende einer Sprühanlage und wird zwischen den Schmiedeeoperationen direkt in die geöffneten Gesenke eingefahren.

Die SMS group hat nun mit der neuesten Entwicklung von Sprühköpfen neue Türen aufgestoßen: Die Sprühköpfe werden fast ausschließlich im 3D-Druck beziehungsweise durch Additive Manufacturing aus Kunststoff oder Metall hergestellt. Diese innovative Lösung ist deutlich kostengünstiger für die Anlagenbetreiber, da sie vor allem eine völlig neuartige, individuell optimierte Gestaltung der Köpfe ermöglicht. Sie reduziert das Gewicht auf ein Zehntel bisheriger Sprühköpfe und senkt damit den Verschleiß der Tragarme signifikant. Darüber hinaus erlaubt die neue Technologie die Herstellung individueller Sprühköpfe „on demand“. Das heißt für die Kunden: höchste Verfügbarkeit der Teile auch ohne kostenintensives Ersatzteillager.

**MEHRSTUFIGE ENTWICKLUNG**

Die Entwicklung der endgültigen Form erfolgte in zwei Abschnitten. Ursprünglich sollte nur der innere Bereich des Platensprühkopfes ersetzt werden. Dieser Weg wird häufig gewählt, wenn ein konventionell gefertigtes Teil hin zum additiv gefertigten Teil weiterentwickelt wird.

Schnell war aber klar, dass dies noch nicht die ganze Lösung sein konnte. Daher wurde in einem zweiten Schritt die eigentliche Funktion nur noch mit einer Wandstärke ummantelt, wodurch das heutige Design entstand (Bild 1 und Bild 2). Der überwiegende Einsatz von Kunststoff statt Metall hatte dagegen keinen Einfluss auf das Design.

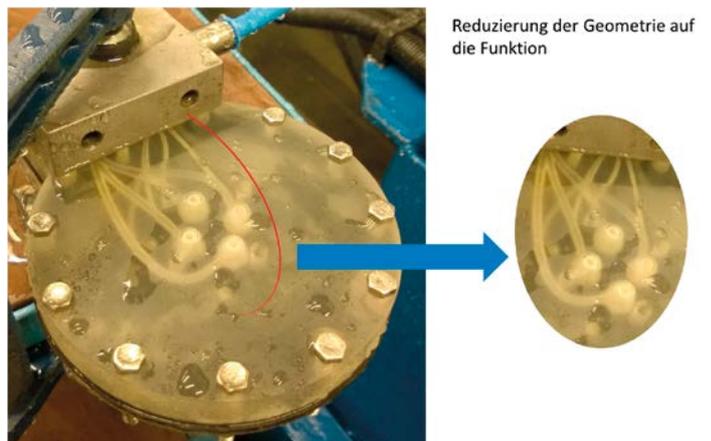


Bild 1: Reduzierung der Geometrie auf die Funktion



Bild 2: Entwicklungsweg des Form-3D-Sprühkopfs

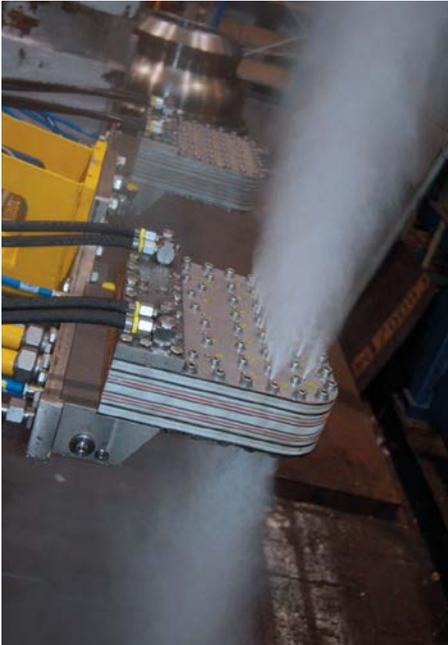


Bild 3: Herkömmlicher Sprühkopf in Aktion



Bild 4: Neuer Sprühkopf (Metall)

Nach jedem Schmiedevorgang öffnet sich die Schmiedepresse. Die Druckberührzeit zwischen Schmiedeteil und den Gesenken soll möglichst kurz sein, um die thermische Belastung so gering wie möglich zu halten und schnellen Transport der Schmiedeteile zu ermöglichen. Darüber hinaus muss das Folgeteil in kürzester Zeit wieder in die Gravur eingelegt werden, damit die Gesenktemperatur auf vorgeschriebenem Niveau gehalten wird. In diesem kleinen Zeitfenster muss die Gesenkpflge stattfinden. Der Sprühkopf muss dazu schnell in seine Arbeitsposition gebracht werden. Hierzu wird der Tragarm, an dem sich die Sprühköpfe befinden, zwischen den Schmiedehüben in den Gesenkraum ein- und wieder ausgefahren und muss so mobilisiert sein, dass die Funktion der Kühlung schnell zwischen den einzelnen Schmiedehüben erfolgt.

## HERAUSFORDERUNGEN FÜR BISHERIGE SPRÜHKÖPFE

Auch das Schmiedeteil darf nicht an Temperatur verlieren. Darüber hinaus müssen die Tragarme robust ausgelegt und gut erreichbar sein, um die Sprühköpfe bei Bedarf wechseln zu können. Der Kühl- und Schmierprozess stellt schon immer große Herausforderungen an das System. Das gilt insbesondere für die herkömmlichen Sprühköpfe, denn sie sind durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet (Bild 3):

- Eine Anlage kann bis zu vier Sprühköpfe benötigen.
- Sprühköpfe bestehen aus massiven Metallbauteilen.
- Das Gewicht liegt bei 2 bis 15 Kilogramm je Kopf, teilweise auch höher.
- Fluide werden teilweise im rechten Winkel umgeleitet, daraus ergeben sich Ablagerungen in den Kanälen.
- Bei Fehlfunktion innerhalb der Presse können die Gravuren und Stoßflächen erheblich beschädigt werden.
- Für das schnelle Ein- und Ausfahren der Sprühköpfe erfordert der Tragarm eine sehr steife Auslegung.
- Die Verteilung der Medien (Kühlung und Schmierung) durch Bohrungen im Sprühkopf erfordert eine aufwendige Herstellung.

Für die Experten des Unternehmens bedeutete dies einen unbefriedigten Zustand. Schon sehr frühzeitig beschäftigten sie sich daher mit den Möglichkeiten des Additive Manufacturing und des 3D-Drucks. Mit großem Erfolg: Die komplett neu entwickelten Sprühköpfe vereinen nun viele Vorteile (Bild 4).

### NUR EIN ZEHNTEL GEWICHT

Gesenkschmiedeteile können die unterschiedlichsten Formen haben – entsprechend müssen sich Kühlung und Schmierung an die Form der Gravuren anpassen. Die Position der Sprühdüsen muss stimmen, und die Winkel sowie die Sprühintensität müssen an die Bedürfnisse der Gesenkform angepasst sein. Da der individuelle Sprühkopf diesen Formen folgt, sieht er auch immer unterschiedlich aus. Mit dieser hohen Komplexität sind diese Teile prädestiniert für additive Fertigungsverfahren. Es liegt auch nahe, dass die Entwickler ursprünglich davon ausgingen, die in einer Gesenkschmiede zum Einsatz kommenden Teile in Metall zu drucken. Im Laufe der Entwicklung und Zusammenarbeit mit den Kunden unter Praxisbedingungen zeigte sich jedoch, dass Lösungen aus Kunststoff sämtliche Anforderungen erfüllen (Bild 5).

Das Ergebnis sind Sprühköpfe, die die Sprühautomation nur noch mit einem Zehntel des herkömmlichen Gewichts belasten. Es erschließt sich ohne aufwendige Rechnung, dass dies den Verschleiß der Gelenkteile im Tragarm stark vermindert. Folgerichtig befinden sich gewichtsreduzierte Tragarme mit höherer Dynamik bereits in der Entwicklung und werden in naher Zukunft angeboten. Das Design der neuen Sprühköpfe ist zum Patent angemeldet, bietet große Flexibilität in der

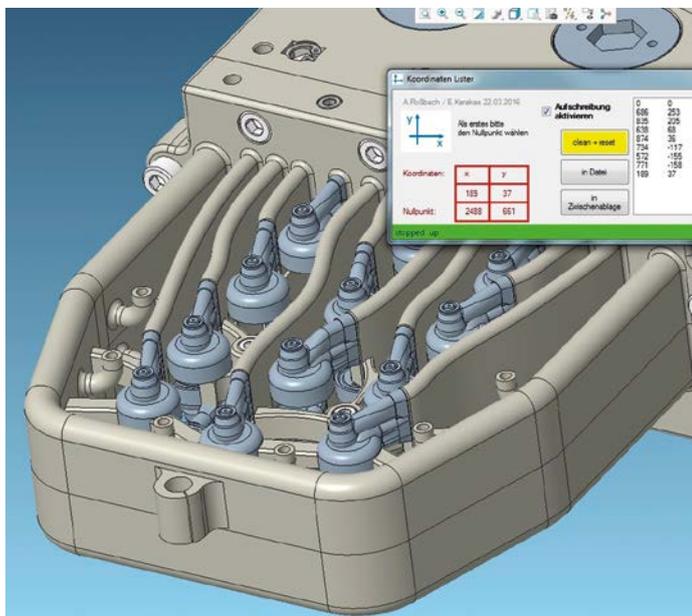


Bild 5: Bild aus dem CAD-System (links) und gedruckter realer Sprühkopf

Materialauswahl und stellt derzeit die einfachste Möglichkeit dar, einen Sprühkopf zu gestalten. Ohne eine wesentliche Änderung in der Geometrie kann dieses Teil in Kunststoff oder Metall (Aluminium oder Edelstahl) hergestellt werden. Dabei erzielt die im additiven Verfahren hergestellte Metallvariante immer noch eine Gewichtsersparnis von rund 70 Prozent gegenüber einem herkömmlichen Sprühkopf. Die Konstruktion der Sprühköpfe erfolgt mit einer intelligenten Software, die aufgrund der Düsenposition automatisch die optimale Geometrie des Sprühkopfs für den 3D-Druck berechnet.

### ERFOLGREICH IM PRAXISEINSATZ

Die Sprühköpfe wurden inzwischen erfolgreich getestet und eingesetzt. Dabei konnten in den meisten Fällen die vorhandenen Anschlüsse genutzt werden. Die eingesetzten Sprühköpfe aus Polyamid wiesen im Dauerbetrieb eine Temperatur von maximal 50 °C auf und arbeiteten ohne Probleme. Bei einem gemeinsamen Test mit einem Kunden wurden sogar nur 14 °C gemessen. Dies erklärt sich zum einen aufgrund der ständigen Kühlung durch Pressluft, die zum Entfernen von Zunder benötigt wird, ist zum anderen aber auch prozessbedingt, da die Sprühköpfe kaum mit dem glühenden Teil in Berührung kommen können.



Einige Sprühköpfe wurden so ausgelegt, dass es möglich ist, Wasser und ein graphitbasiertes Sprühmittel im Wechsel zu schalten. Die Düsen selbst können ebenfalls per Schaltung verschlossen werden. Das garantiert, dass keine Flüssigkeit ungewollt entweichen kann. Alle Schaltungen werden mit Druckluft ausgelöst. Mitarbeiter sowie Betreiber waren bei ersten Einsätzen sehr zufrieden mit dem 3D-Sprühkopf.

Durch die optimale Düsenverteilung ist das Sprühbild wesentlich homogener als bei herkömmlichen Sprühköpfen (Bild 6). Die Gesenke sind sauberer, und der Sprühmittelverbrauch ist dementsprechend geringer. Das Handling war gegenüber dem Handling konventionell gefertigter Teile überlegen. Ablagerungen im Inneren, die bei konventionellen Sprühköpfen oft anfallen, konnten nicht festgestellt werden. Das liegt an der strömungsoptimierten Leitungsführung zu den Düsen. Alle Sprühköpfe werden in Zukunft über eine standardisierte Anschlussplatte an das Kühlsystem angeschlossen (Bild 7). Der Wechsel erfolgt damit schnell und einfach.

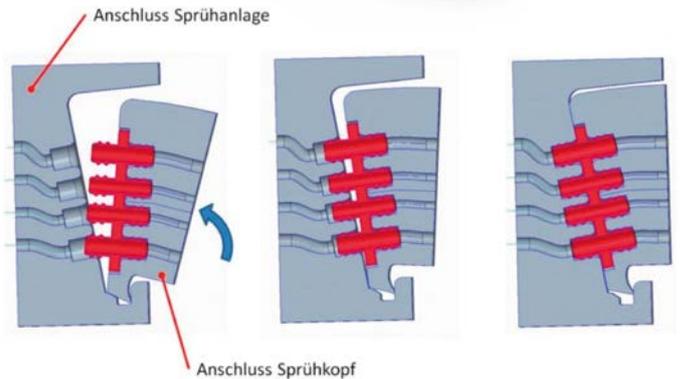


Bild 7: Linearsprüheinheit und 3D-Stecksystem

Bilder: Autor

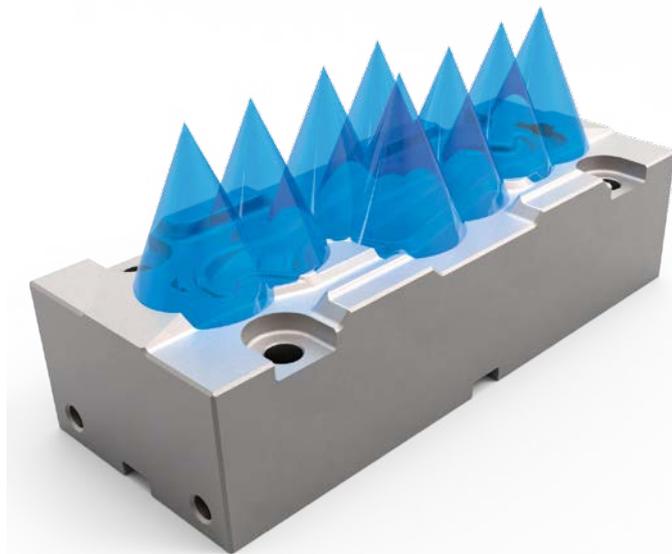


Bild 6: Verteilung der Sprühkegel über dem Gesenck

## EINE BASIS FÜR DIE DIGITALISIERUNG

Wegen der beschriebenen Gewichtsreduktion der 3D-Sprühköpfe (90 Prozent bei Kunststoff, bis zu 70 Prozent bei Metall) ist die beschleunigte Masse also deutlich geringer und ermöglicht eine höhere Taktzeit der meist automatisierten Prozesse. Darüber hinaus ist die Herstellung mit der additiven Technologie in Kombination mit dem neuartigen Design der Sprühköpfe auch energieeffizient, da nur so viel Material eingesetzt wird wie nötig. Künftig sollen auch stromleitende Elemente und Sensoren eingedruckt werden, die das elektrische Schalten der Ventile und Zustandsmeldungen der Systeme ermöglichen.

Die Fülle an neuartigen Funktionen und Prozessoptimierungen macht das 3D-Sprühsystem für Gesenkschmieden fit für Industrie 4.0. Die Einbringung von Thermo-Sensoren bietet die Möglichkeit, die Entstehung der Schmiedeteile im Prozess zu dokumentieren. So lässt sich ein nachvollziehbares Bild der Produktion aufzeigen, welches auch erlaubt, in Echtzeit auf veränderte Situationen zu reagieren.



### Designpreis als i-Tüpfelchen

2019 gewann der 3D-Sprühkopf des German Design Award. Die SMS group GmbH freut sich sehr über diese Auszeichnung, weil sie ein besonderes Produkt ehrt, das die Optik ausschließlich durch seine Funktion erhält.



SMS group GmbH  
 Ohlerkirchweg 66  
 41069 Mönchengladbach  
 Telefon: +49 2161 350-0  
 E-Mail: [communications@sms-group.com](mailto:communications@sms-group.com)  
 Internet: [www.sms-group.com](http://www.sms-group.com)



Our performance. **Your advantage.**

« Ich habe ein Auge  
fürs Ganze. Und  
eines fürs Detail.  
**Your advantage.»**

Werkzeugkonstrukteur bei  
Hatebur Umformmaschinen AG, Schweiz

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

Hatebur ist, wenn mit Qualität mehr als die Maschine gemeint ist. Technik kann man überall kaufen, aber nicht immer die Qualität und die Erfahrung die dahintersteckt. Nur die aufeinander abgestimmte Kombination von richtiger Verfahrenstechnik und erstklassigen Werkzeugen garantieren optimale Produktionsprozesse. Wir liefern sämtliche Werkzeuge und beschäftigen uns intensiv mit den Produktionsparametern der Kunden. Am Ende entsteht eine Lösung, die maximale Leistung und Wirtschaftlichkeit bietet.

**HATEBUR**



# Steigerung der Effizienz des Schmiedeprozesses durch moderne Messtechnik

Die Einhaltung der vorgegebenen Temperatur von Schmiedeteilen ist bei Warmverformung eine der wesentlichen Prozessgrößen. Bei Nichteinhaltung erhöht sich der Ausschuss an Fehlteilen dramatisch und führt oft zu markanten Problemen im späteren Umformprozess. Umso entscheidender ist es, die Temperatur auch korrekt zu erfassen. Üblicherweise wird dazu die optische Temperaturmessung eingesetzt. Aus den verschiedenen Möglichkeiten an Pyrometern gilt es, die richtige Auswahl zu treffen. Dabei ist es für eine präzise Temperaturmessung der Schmiedestücke unerlässlich, die Gerätekenngößen und Funktionen zu beachten.

## AUTOR



**Dipl.-Ing. Albert Book**

ist Head of Business Unit IST bei der Keller HCW GmbH in Ibbenbüren

Weil fossile Energieträger knapper werden, rückt die ressourcenschonende Erwärmung von Halbzeugen direkt vor der Warmumformung in einer Schmiedepresse zunehmend in den Vordergrund. Innovative Ansätze im Erwärmungsprozess steigern die Prozesseffizienz und reduzieren die Verlustenergie. Mit modernen induktiven Erwärmungsanlagen lassen sich Schmiedeblocke über mehrere Zonen individuell geregelt aufheizen. Das Ziel ist es, in kürzester Zeit und mit minimalem energetischen Aufwand eine homogene Durcherwärmung der Halbzeuge zu erreichen. Die Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche und dem Kern sollte dabei unter  $\pm 25$  K liegen. Diese Vorgaben lassen sich mit klassischen induktiven Systemen mit einer einfachen Steuerung des Umrichters kaum erreichen. Durch unterschiedliche Abstände der Spulenwicklungen lässt sich zwar die Energieeintringung entlang der Erwärmungslinie gezielt verändern, dies jedoch nur statisch. Eine dynamische Anpassung der Wärmebringung aufgrund unterschiedlicher Produktionsvorgaben oder Geometrien der Halbzeuge ist nicht möglich.

Mit innovativen Mehrzonenanlagen wird die Energie pro Induktor separat geregelt und so ein Leistungsprofil entlang der Erwärmungslinie erreicht. Die Anpassung der Frequenz beeinflusst in Abhängigkeit der Größe und des Materials der Halbzeuge die elektromagnetische Eindringtiefe, um damit eine homogene Wärmeverteilung im Werkstück zu erzielen.

Die Grundlage für eine bestmögliche Regelung der Erwärmung ist jedoch eine präzise Erfassung der Temperatur der Halbzeuge. Eine Temperaturmessung innerhalb der Anlage ist nur mit sehr hohem Aufwand realisierbar. Aus diesem Grund erfolgt eine optische Messung am Ausgang des Erwärmungsprozesses. Durch den kontinuierlichen Abgleich der gemessenen Temperatur mit dem aus einem Rechenmodell ermittelten Wert bietet sich damit die Möglichkeit, die Temperatur der Halbzeuge abhängig vom Material und Gefüge zu regeln.

### OPTISCHE TEMPERATURMESSUNG

Zur Temperaturmessung der Schmiedeblocke haben sich seit vielen Jahren Pyrometer bewährt. Sie erfassen die von dem Objekt abgestrahlte Infrarot-Strahlung und berechnen daraus nach dem Planck'schen Strahlungsgesetz die Temperatur. Die Messung erfolgt berührungslos aus sicherer Entfernung und damit zerstörungsfrei für das Werkstück. In wenigen Millise-

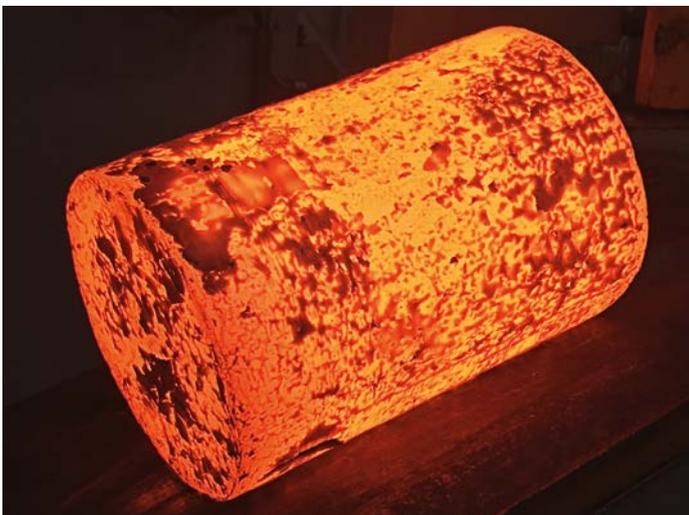


Bild 1: Verzunderungen ändern die Strahlungseigenschaften eines Blocks erheblich

kunden wird die Temperatur erfasst, der Regelung als Istwert zur Leistungseinbringung zugeführt und Blöcke mit Temperaturen außerhalb der Toleranz aussortiert.

Eine der größten Schwierigkeiten bei der optischen Temperaturmessung in Schmiedeprozessen ist die Verzunderung und Oxidation der Oberfläche (Bild 1). In vielen Schmiedeprozessen wird inzwischen auf Schutzgas verzichtet. Somit entstehen im Laufe der Erwärmung größere Partikel an Zunder auf der Oberfläche. Der Emissionsgrad, sprich die Strahlungsfähigkeit des Schmiedeblocks, verändert sich dadurch extrem. Beispielsweise variiert bei einer wahren Objekttemperatur von 1.200 °C der Messwert bei einer Emissionsgradänderung zwischen zirka 40 Prozent für die saubere Oberfläche und 80 Prozent bei Zunder um 130 °C.

#### MESSVERFAHREN

Bei der Auswahl der Infrarot-Thermometer kann zwischen zwei Messverfahren ausgewählt werden. Spektral-Pyrometer erfassen die Infrarot-Strahlung bei einer Wellenlänge. Quotienten-Pyrometer messen die Strahlung bei zwei Wellenlängen

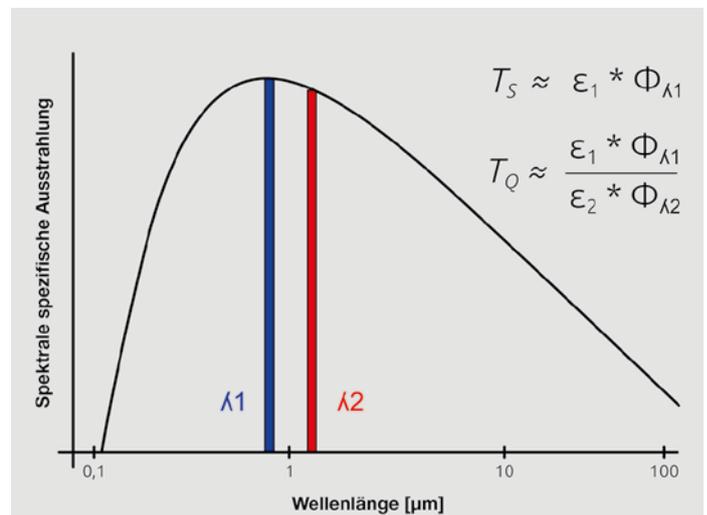


Bild 2: Spektral-Pyrometer messen bei einer Wellenlänge die Strahlung (TS), ein Quotienten-Pyrometer ermittelt aus dem Verhältnis der Strahlendichte aus zwei Wellenlängenbereichen die Temperatur (TQ).

und ermitteln aus dem Verhältnis der beiden Strahlungsintensitäten die Temperatur (Bild 2). Die Auswahl hängt von der angestrebten Messgenauigkeit, der gewünschten Flexibilität des Geräts und der Bedienerfreundlichkeit ab.

Aus Kostengründen werden häufig Spektral-Pyrometer eingesetzt. Bei den Geräten kann aufgrund der Oberflächeneffekte die gemessene Temperatur stark schwanken. Um den Messwert zu glätten, wird daher im Pyrometer oder in der Steuerung der Mittelwert gebildet. Der so ermittelte Anzeigewert weicht jedoch von der wahren Blocktemperatur ab. Die Schwankungsbreite ist dabei vom Verschmutzungsgrad der Oberfläche des Werkstücks abhängig. Auch wird als weitere Variante zur Eliminierung der Oberflächeneinflüsse der Spitzenwertspeicher im Spektral-Pyrometer aktiviert, um innerhalb der Messperiode den Maximalwert zu ermitteln. Aufgrund des höheren Emissionsgrads der verzundernten Oberfläche kann das Pyrometer einen höheren Messwert anzeigen als an der zunderfreien Stelle. Die eigentliche Temperatur liegt jedoch niedriger. Daher entspricht der Spitzenwert nicht zwingend der Blocktemperatur an der sauberen Oberfläche.

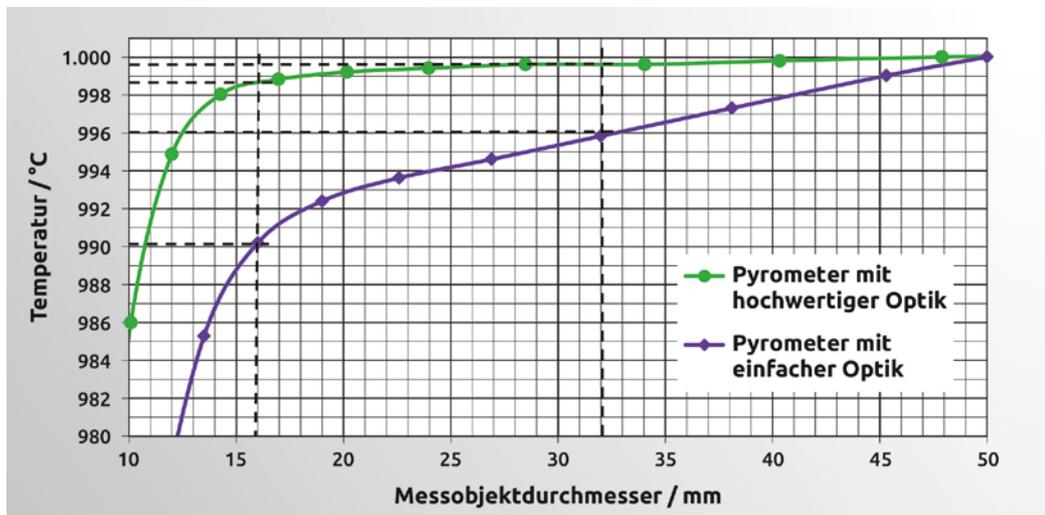


Bild 3: Vergleich der Messfehler durch Streulichteinfluss einer hochwertigen und einer einfachen Optik in Abhängigkeit von der Größe des Messobjekts

**MODERNE QUOTIENTEN-PYROMETER**

Um die Einflüsse der Oberfläche zu minimieren, empfiehlt sich der Einsatz von modernen Quotienten-Pyrometern. Ein Quotienten-Pyrometer erfasst die Wärmestrahlung eines Messobjekts in zwei unterschiedlichen Wellenlängenbereichen. Der Quotient der beiden spektralen Strahldichten  $\Phi$  ändert sich näherungsweise proportional zur Temperatur. Verbunden mit den spektralen Strahldichten ist der jeweilige Emissionsgrad  $\epsilon$  der Messoberfläche für die beiden Wellenlängen. Um den wellenlängenabhängigen Einfluss des Emissionsgrads der Messoberfläche gering zu halten, werden Wellenlängenbereiche ausgewählt, die eng beieinander liegen. Daher ist der Unterschied der beiden Strahlungsdichten sehr gering. Um diese kleinen Signaländerungen erfassen und auswerten zu können, werden an die Qualität der Optik, der Sensoren und der elektronischen Bauteile sowie an den EMV-Schutz (Elektromagnetische Verträglichkeit) bei einem Quotienten-Pyrometer hohe Ansprüche gestellt. Ein großer Signal-/Rauschabstand beziehungsweise ein kleiner NETD (Noise Equivalent Temperature Difference) ist jedoch die Voraussetzung, um eine akzeptable Messgenauigkeit und Temperaturauflösung bei gleichzeitig kurzer Messzeit zu erreichen. Der Dynamikbereich eines Quotienten-Pyrometers ist daher im Vergleich zu einem Spektral-Pyrometer um mehrere Zehnerpotenzen höher.

Um den Störeinfluss des Zunders auf die Messung weiter zu minimieren, wurde die sogenannte CSD (Clean Surface Detection)-Funktion entwickelt. Auf Basis des Quotienten-Messverfahrens und einer sehr kurzen Messzeit ist der softwaretechnische Algorithmus der CSD-Funktion im Pyrometer in der

Lage, speziell die Messwerte der zunder- und oxidfreien Oberfläche herauszufiltern. Je hochwertiger die Optik und höher die optische Auflösung sprich je kleiner das Messfeld des Pyrometers, desto wahrscheinlicher erkennt ein Gerät auch kleine Hot-Spots. Während sich der Block an dem Pyrometer vorbei bewegt, wird automatisch über die CSD-Funktion die wahre Temperatur an den sauberen Stellen erfasst und zur Anzeige gebracht.

Durch einen Wechsel von einem Spektral-Pyrometer auf ein Quotienten-Pyrometer kann die Messgenauigkeit einer bestehenden Anlage merklich erhöht und damit die Nachhaltigkeit und Konstanz in der Qualität der Schmiedeprodukte verbessert werden.

**STÖREINFLÜSSE DURCH DIE MESSUMGEBUNG**

Da es sich bei der pyrometrischen Temperaturmessung um ein optisches Messverfahren handelt, können neben dem Material und der Oberfläche des Messobjekts auch eine Verschmutzung der Linse oder Zwischenmedien im Sichtfeld die Zuverlässigkeit und Messgenauigkeit beeinflussen.

Bei einem Spektral-Pyrometer führt eine Verschmutzung der Optik oder eine Schwächung der Infrarot-Strahlung im Sichtfeld durch Staub, Dampf oder Rauch unmittelbar zu einer Minderanzeige. Bei der Verwendung eines Quotienten-Pyrometers wird der Messwert bei einer Signalschwächung nicht beeinträchtigt, solange dadurch das Strahlungsverhältnis konstant bleibt. Selbst bei einem Schwächungsgrad von 90 Prozent liefert ein Quotienten-Pyrometer noch sichere Messwerte.



Bild 4: Moderne Quotienten-Pyrometer mit Visiereinrichtung und CSD-Funktion

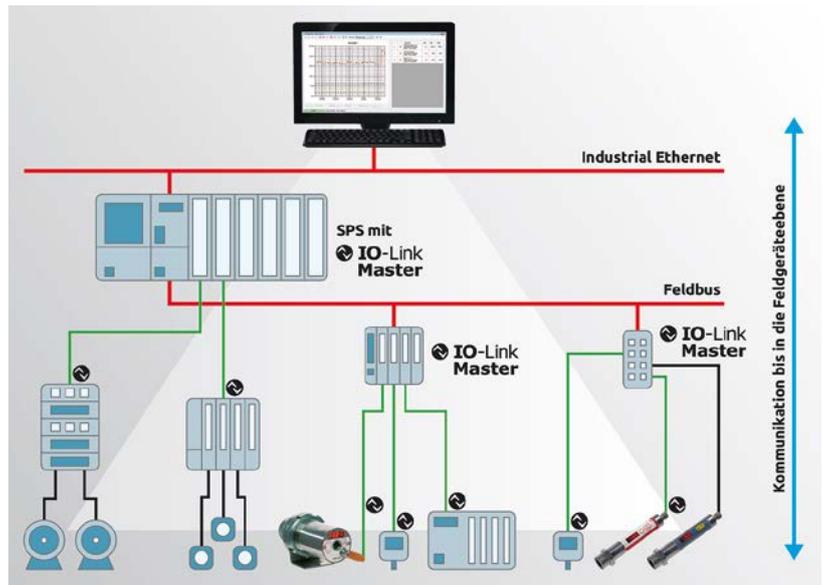


Bild 5: Neuartiges IO-Link-Schnittstellenkonzept ermöglicht die Integration in allen gängigen Steuerungen und Feldbussen  
Bilder: Autor

Eine weitere Fehlerquelle in der Pyrometrie sind die optischen Abbildungseigenschaften der Infrarot-Thermometer. Je hochwertiger die Linsen und je geschickter der optische Aufbau durch ein abgestimmtes Blendensystem realisiert ist, desto weniger wirkt sich das sogenannte Streulicht störend auf die Messung aus. Dabei handelt es sich um Strahlung, die von außerhalb des eigentlichen Messfelds auf den Detektor trifft. Das Streulicht wirkt wie eine unscharfe Abbildung und führt zu einer Vergrößerung des Messfelds. Bei kleinen Messobjekten oder Hot-Spots resultiert daraus, abhängig von der Qualität der Optik, ein mehr oder weniger großer Messfehler (Bild 3). Wie die Grafik beispielhaft zeigt, beträgt die Messabweichung für ein  $\varnothing 15$ -mm-Messobjekt bei einer einfachen Optik 10 K im Vergleich zu lediglich 2 K für die hochwertige Optik.

Um das Pyrometer korrekt ausrichten und auf den richtigen Fokusabstand einstellen zu können, bedarf es einer Visiereinrichtung in Form eines Durchblickvisiers, eines Pilotlichts oder einer Videokamera (Bild 4). Damit der visuelle Messabstand auch mit dem Messabstand für die Infrarotmessung übereinstimmt, sind hochwertige Linsensysteme mit minimalem chromatischen Abbildungsfehler notwendig.

Ein Spektral-Pyrometer muss sehr genau auf das Messobjekt ausgerichtet werden. Ein Quotienten-Pyrometer ist diesbezüglich einfacher zu handhaben, da es aufgrund des Teilausleuchtungseffekts unempfindlicher auf die Ausrichtung reagiert. Auch die Einhaltung des richtigen Fokusabstands wirkt sich bei einem Quotienten-Pyrometer weniger empfindlich auf den Messwert aus als bei einem Spektral-Pyrometer.

### EINBINDUNG AN DIE STEUERUNG

Für die Übertragung der Messwerte zur Anlagensteuerung wird vielfach noch der analoge Stromausgang verwendet. Inzwischen setzt sich im Zuge der Einführung von Industrie 4.0 mehr und mehr die störsichere digitale Signalübertragung durch. Die Einbindung von Geräten mit einer herstellerspezifischen, digitalen Schnittstelle ist unflexibel und mit einem hohen Programmieraufwand verbunden. Mit Einführung der neuen IO-Link Schnittstellentechnologie findet momentan im Bereich der digitalen Kommunikation ein Generationswechsel statt. Mit IO-Link wurde ein standardisiertes, herstellerunabhängiges und feldbusübergreifendes Kommunikationskonzept entwickelt (Bild 5). Zusätzlich zum Messwert werden Diagnoseinformationen oder Störmeldungen wie beispielsweise der Hinweis auf eine verschmutzte Linse oder auf einen Betrieb bei unzulässiger Umgebungstemperatur zur Steuerung übertragen. Damit lässt sich ein intelligentes Service-Management realisieren.



Keller HCW GmbH  
Infrared Temperature Solutions (ITS)  
Carl-Keller-Straße 2 – 10  
49479 Ibbenbüren  
Telefon: +49 5451 85-0  
Telefax: +49 5451 85-412  
E-Mail: its@keller.de  
Internet: www.keller.de

# XXL-Integralschmiedeteile für die Luftfahrt



Bild: www.stockadobe.com 274717168 ©Marko Hannula

Zur Herstellung großer Integralbauteile für die Luftfahrtindustrie benötigt man hydraulische Schmiedepressen mit hohen Presskräften und exzellenten Regeleigenschaften. Mit ihrem neuen Flaggschiff, der 540-MN-Pressen (60.000 US-t), verfügt die Fuchs-Gruppe nun über vier Großpressen zur Fertigung größter Bauteile aus Aluminium-, Titan- und Nickel-Werkstoffen für die Produktion von Komponenten für Flugzeugrumpf, -flügel und -antrieben. Die präzise Umsetzung und Überwachung der zuvor simulierten Prozesse stellt eine kosteneffiziente und werkstoffgerechte Herstellung sicher.

AUTOREN



**Dr.-Ing. Thomas Witulski**

ist Leiter Werkstoffe und Prozesse bei der Otto Fuchs KG in Meinerzhagen



**Dr.-Ing. Klaus Welsch**

ist Leiter Aerospace Division und Mitglied der Geschäftsleitung bei der Otto Fuchs KG in Meinerzhagen

Die Integralbauweise findet seit vielen Jahren bei Flugzeugstrukturen aus Aluminium oder Titan Anwendung [1], [2]. Dabei werden möglichst viele Einzelbauteile integriert, um Spannungssprünge an den Fugstellen zu vermeiden sowie Gewicht und Kosten zu senken. Bild 1 zeigt einen Flügelanschlussbeschlag der Transall C160 aus den 1960er-Jahren: Die damals 41 Einzelteile lassen sich durch ein einziges Gesenkschmiedeteil ersetzen.

Die aufkommende Hochgeschwindigkeitszerspanung ermöglichte es, große Bauteile kostengünstig aus der Walzplatte oder dem geschmiedeten Block zu fertigen. Dies förderte die Entwicklung von Legierungen, die auch bei größerer Dicke noch eine gute Kombination aus Festigkeit und Eigenspannungen bieten. Ein großer Nachteil der Integralbauweise mit Walzplatten ist der hohe Zerspanungsanteil von bis zu 95 Prozent des Rohmaterials [1]. Ein Maß für die kosteneffiziente Verwendung der teuren Luftfahrtwerkstoffe ist die Buy-to-Fly-Ratio, das Gewichtsverhältnis vom Rohteil zum fliegenden Produkt. Wie Bild 2 zeigt, kann die B/F-Ratio im ungünstigsten Fall den Faktor 20:1 überschreiten.

Die Kostenreduzierung durch Herstellung von Gesenkschmiedeteilen anstelle der Verwendung von dicken Walzplatten oder freiformgeschmiedeten rechteckigen Blöcken ist lange bekannt. Bild 3 zeigt ein Alu-Integralbauteil, hergestellt in den 1960er-Jahren auf der damals weltgrößten privaten Schmiedepresse am Standort Meinerzhagen. Die 1964 in Betrieb genommene, mehrfach modernisierte Presse hat eine hydraulische Presskraft von 300 MN (entspricht 30.000 t) und wird zum

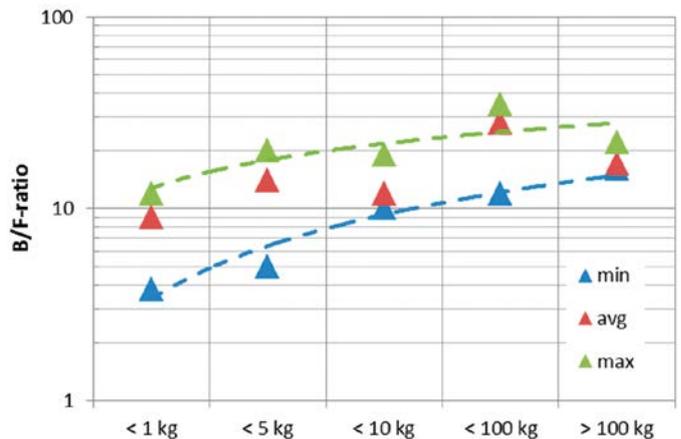


Bild 2: B/F-Ratio von Walzplatten als Funktion vom Bauteilgewicht [3]

Schmieden großer Bauteile aus Aluminium-, Titan- und Nickellegierungen verwendet.

Das weltweite Wachstum im Luftfahrtmarkt hat seit 100 Jahren beachtliche Investitionen in Großpressen ausgelöst. (Bild 4). Dem technischen und wirtschaftlichen Bedarf folgend, verdoppelte sich die Presskraft neuer Großpressen seit den 1950er-Jahren systematisch bis auf zirka 500 MN. Übergroße Aggregate wurden jeweils mit Staatsmitteln in den USA, Russland, Frankreich und China errichtet. Alle diese Entwicklungen tragen dazu bei, die B/F-Ratio zu verbessern.

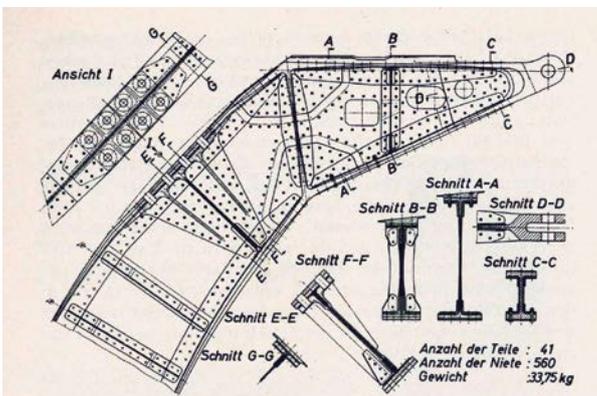


Bild 1: Differenzialbauweise und Integral-Schmiedeteil [2]



Bild 3: Fahrwerksträger der Boeing 727 (links) und 300 MN-Pressen (rechts)

**WERKSTOFFENTWICKLUNG FÜR GROßSCHMIEDETEILE**

Die Integralbauweise mit Aluminiumwerkstoffen ist jedoch nur mit geeigneten Legierungen möglich. Da die Legierungen der 2xxx- und 7xxx-Familien ihre Festigkeit durch Aushärtung nach dem Abschrecken aus dem Lösungsglühen erzielen, ist die Abkühlgeschwindigkeit und damit der Bauteilquerschnitt entscheidend für das Festigkeitsniveau.

Bild 5 stellt den Abfall der Festigkeit in Abhängigkeit von der Dicke für mehrere hochfeste Legierungen dar.

Bei Querschnitten unter 5 Millimetern (diese sind typisch für Profile und Bleche) befinden sich nach dem Abschrecken von Lösungsglüh-temperatur noch alle Legierungselemente in Lösung, sodass bei der anschließenden Aushärtung die festigkeitssteigernden Phasen sehr fein ausgeschieden werden. Mit abnehmender Abkühlgeschwindigkeit bilden sich gröbere Phasen, die nicht mehr festigkeitssteigernd wirken und die gleichzeitig die Menge der noch nicht ausgeschiedenen Legierungselemente (das heißt die festigkeitssteigernden Phasen) reduzieren. Bei weiterer Erhöhung der Dicke sinkt die Festigkeit auf ein technisch unbrauchbares Niveau ab. Gängige Spe-

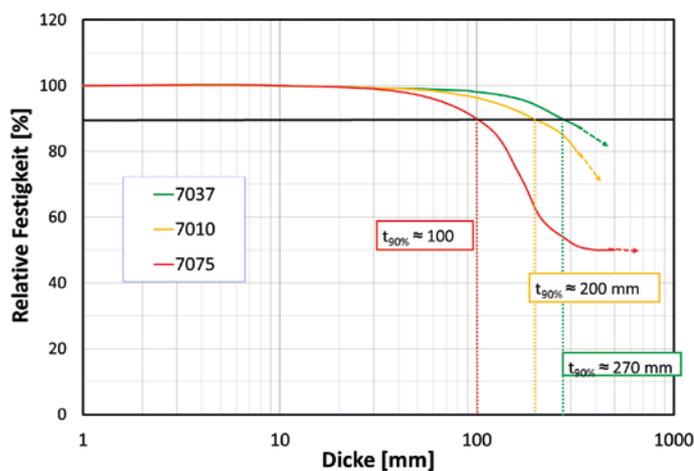


Bild 5: Abschreckempfindlichkeit von 7xxx-Legierungen

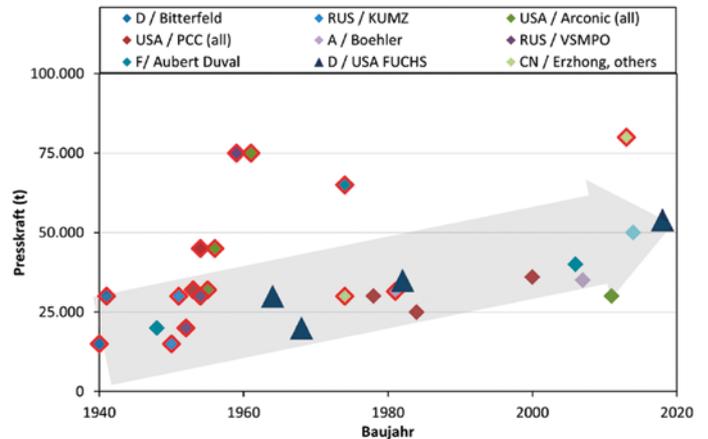


Bild 4: Historische Entwicklung der Großpressen

zifikationen beschränken daher den Anwendungsbereich auf Querschnitte, bei denen mindestens 90 Prozent der maximal erzielbaren Festigkeit erreicht werden können [4].

Neben der Abschreckgeschwindigkeit hat die chemische Zusammensetzung einen wesentlichen Einfluss auf die technisch erzielbare Festigkeit [5]: Das Maß des Festigkeitsabfalls einer Legierung in Abhängigkeit der Abschreckgeschwindigkeit beziehungsweise der Bauteildicke wird Abschreckempfindlichkeit genannt. Neben der hohen Festigkeit zielt die Entwicklung von Al-Legierungen deshalb auf eine geringe Abschreckempfindlichkeit, um dicke Bauteile mit guten Festigkeiten auszustatten. Die Integralbauweise hat diese Entwicklung seit den 1960er-Jahren gefördert. Nach der ersten Generation der 2000er-Legierungen erschloss die Legierung 7075 bis zu einer Dicke von zirka 100 Millimetern neue Festigkeitsklassen für den Flugzeugbau. Die weniger abschreckempfindlichen Legierungen 7010 und 7050 konnten dieses Maß auf 200 Millimeter ausweiten. Bild 6 zeigt die historische Entwicklung der im Flugzeugbau verwendeten Standard-Aluminiumlegierungen.

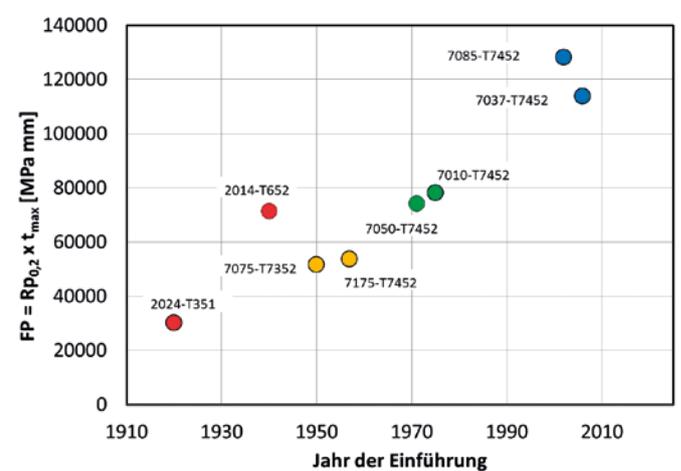


Bild 6: Festigkeitspotenzial von Luftfahrtlegierungen

Das Festigkeitspotenzial ist hier definiert als:  $FP = t_{max} \times R_{p0,2}(t_{max})$ , wobei  $t_{max}$  die Bauteildicke bei 90 Prozent der maximal erreichbaren Festigkeit darstellt.  $R_{p0,2}(t_{max})$  ist die Dehngrenze bei einer Dicke von  $t_{max}$  für die jeweilige Legierung, hier in L-Richtung. Die Einführung großer aus Walzplatten gefräster Integralbauteile profitierte zugleich von der Entwicklung der Hochgeschwindigkeitszerspanung.

Der Einsatz von Walzplatten (aus 7010/7050) mit einer Dicke von mehr als 200 Millimetern führt zu Festigkeitseinbußen bei Integralbauteilen. Endkonturnahe Bauteilgeometrien von Gesenkschmiedeteilen bieten Vorteile bei der Festigkeit und der Materialausnutzung: (Bild 7).

Alle vier Bauteile wurden zunächst aus überdeckenden Walzplatten gefräst. Die Umstellung in Gesenkschmiedeteile führte zu

signifikanten Verbesserungen der B/F-Ratio, der Herstellkosten und der Bauteilfestigkeit durch geringere Wärmebehandlungsquerschnitte. Den Einfluss der Rippenhöhe auf die B/F-Ratio zeigt Bild 8.

Seit den 1990er-Jahren wurden abschreckempfindliche Legierungen wie 7085 und später 7037 entwickelt, um Rohteilabmessungen bis zu 280 Millimetern Dicke zu ermöglichen (Bild 5). Beide Legierungen haben gegenüber 7050 beziehungsweise 7010 einen deutlich höheren Zinkanteil bei zugleich reduziertem Mg- und Cu-Gehalt. Die größere Abschreckempfindlichkeit wird durch den Zinkanteil kompensiert, um die geforderte Festigkeit zu erzeugen [5]. Auch diese Legierungen werden weiter entwickelt, um beispielsweise das EAC-Risiko (EAC – Environmental-Assisted Cracking) zu reduzieren [6]. So lassen sich Integralbauteile in Zukunft mit noch größeren Querschnitten konstruieren.

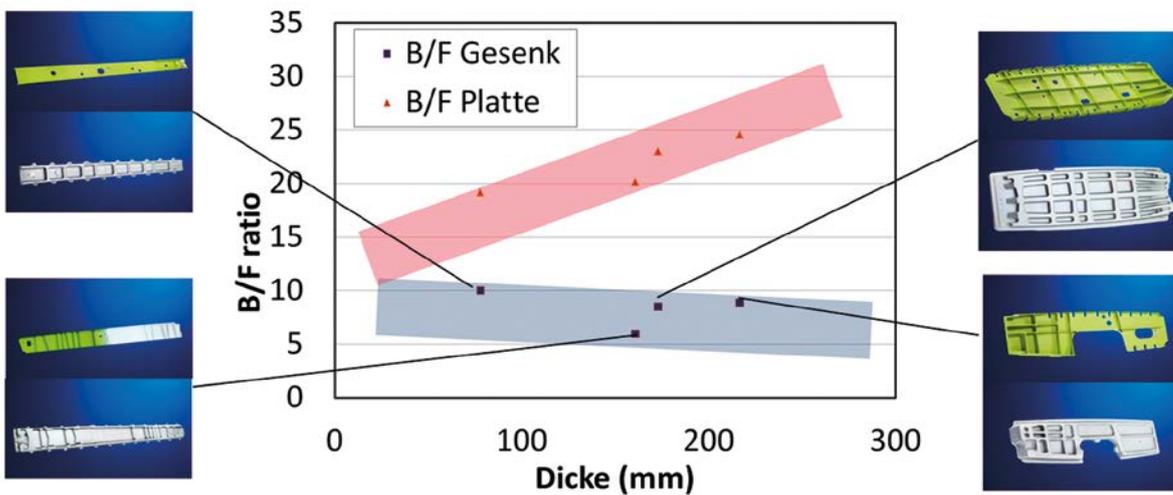


Bild 7: B/F-Ratio von Schmiedeteilen und Walzplatten

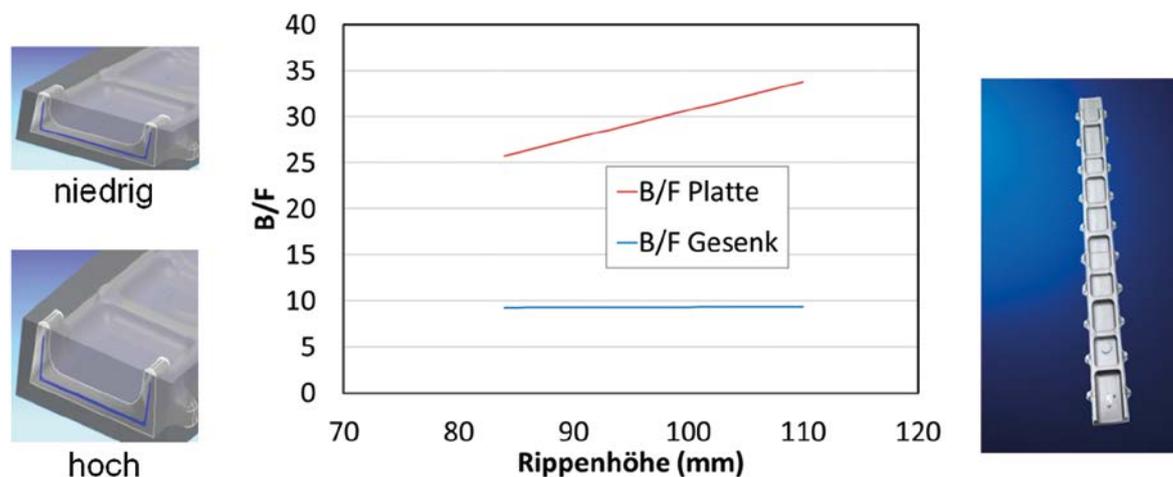


Bild 8: Einfluss der Rippenhöhe auf die B/F-Ratio

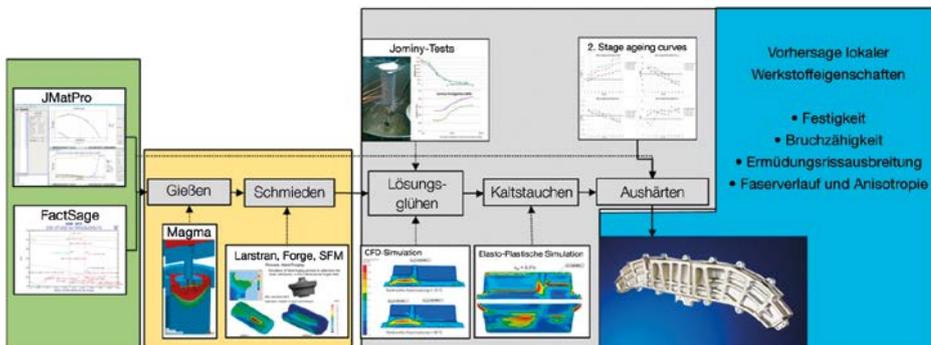


Bild 9: Prozesskettensimulation



Bild 10: 540-MN-Pressen bei Weber Metals in Los Angeles  
Bild: Otto Fuchs KG

**WERKSTOFFENTWICKLUNGEN**

Nach wie vor ist die statische Festigkeit einer Legierung die wichtigste Eigenschaft für die Auslegung eines Strukturbauteils. Immer mehr rückt jedoch das „Damage-Tolerant-Design“ als Auslegungskriterium in den Vordergrund, sodass neben statischen Eigenschaften auch Brucheigenschaften und Ermüdungseigenschaften in das Design einfließen. Die Erhöhung der Festigkeit einer Legierung darf die sekundären Eigenschaften wie Bruchzähigkeit, Ermüdungsrissausbreitungsgeschwindigkeit oder das Korrosionsverhalten nicht zu stark beeinträchtigen.

Jede Legierungsentwicklung hat also zum Ziel, die vielfältigen Eigenschaften zu verbessern, welche teilweise untereinander abhängig sind, ohne dass eine Eigenschaft nennenswert leidet. Dies hat einen hohen Entwicklungsaufwand mit kosten- und zeitintensiven Prüfungen zur Folge.

Alle hochfesten Aluminiumlegierungen weisen anisotrope Eigenschaften auf, das heißt infolge des Presseffekts [7] sind viele Eigenschaften abhängig vom lokalen Faserverlauf, insbesondere die Festigkeitswerte, die Bruchzähigkeit und die Ermüdungsrissausbreitung. Wenn es gelingt, die lokalen Abkühlgeschwindigkeiten beim Abschrecken eines Gesenkschmie-

details zu simulieren, kann man die lokalen mechanischen Bauteileigenschaften vorausberechnen. Gleichzeitig ermöglichen moderne Schmiedesimulationen die Darstellung eines dreidimensionalen Faserverlaufs, wodurch die Richtungsabhängigkeit der Eigenschaft berücksichtigt werden kann. Bild 9 zeigt eine Prozesskettensimulation für ein geschmiedetes Al-Integralbauteil. Die Kopplung der einzelnen Simulationstools ist ein Ziel künftiger Entwicklungsprojekte.

**SCHMIEDEAGGREGATE FÜR INTEGRALBAUTEILE**

Aufgrund der hohen Investitionskosten plant man, eine Großpresse möglichst universell einzusetzen, sodass auf dem gleichen Aggregat neben Aluminiumlegierungen auch Titan- und Nickelwerkstoffe verarbeitet werden.

Hydraulische Pressen sind aufgrund ihrer universellen Regelbarkeit für die unterschiedlichen Aufgaben deutlich besser geeignet als Spindelpressen oder Hämmer. Aus diesem Grund hat die Otto Fuchs-Gruppe bei ihrem Tochterunternehmen Weber Metals in Los Angeles eine neue Großpresse mit einer Presskraft von 540 MN (entspricht etwa 60.000 US-t) errichtet: Amerikas größte Schmiedepresse ist auch die weltweit größte Unterflurpresse und zugleich die größte jemals privat finanzierte Presse (Bild 10). Sie ging im Oktober 2018 in Betrieb.

## LUBRODAL

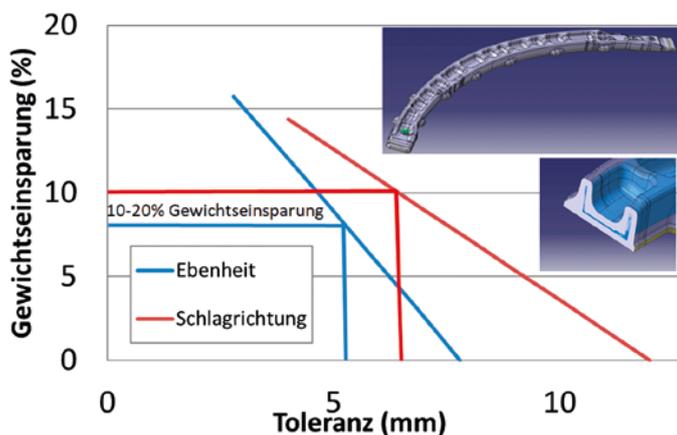
### SPEZIALSCHMIERSTOFFE FÜR DIE SCHMIEDEINDUSTRIE

Umformschmierstoffe der LUBRODAL-Reihe minimieren Reibung und Verschleiß, sorgen für höchste Bauteilqualität, erhöhte Prozesssicherheit, reduzierte Betriebskosten und geringere Umweltbelastung. Wir stehen Ihnen zur Seite und suchen die bestmögliche Lösung für Ihren Umformprozess. Technologie, die sich auszahlt.

[www.fuchs.com/lubritech](http://www.fuchs.com/lubritech)



**LUBRITECH**  
Special Application Lubricants



Die höhere Steifigkeit der Presse, die größere Kraft und die verbesserte Regelgenauigkeit erlauben die Herstellung größerer Gesenkschmiedeteile mit engeren Toleranzen. Dies verbessert die Reproduzierbarkeit in der Produktion und senkt den Materialeinsatz und nachfolgend die Zerspanungskosten.

Bild 11 zeigt das Rechenbeispiel für ein großes Titan-Integralbauteil: Die Einschränkung der üblichen Fertigungstoleranzen um etwa ein Drittel führt zu einer Reduzierung des Bauteilgewichts um 10 bis 20 Prozent – erste Erfahrungen mit der neuen Presse bestätigen diese Berechnung.

Bild 11: Einfluss der Toleranzen auf die Gewichtseinsparung  
nicht gesondert gekennzeichnete Bilder: Autoren



[1] Bölkow, L.: Ein Jahrhundert Flugzeuge: Geschichte und Technik des Fliegens; VDI-Verlag (1990)

[2] Metallwerke Otto Fuchs: Konstruieren mit Leichtmetall, Grundlagen der konstruktiven Gestaltung hochbeanspruchter Leichtmetall-Bauteile; Technischer Verlag Günter Grossmann (1966)

[3] Welsch, K.: Partielles Schmieden von Bauteilen mit flächiger Grundform; Umformtechnische Schriften Band 18, Verlag Stahleisen mbH (1989)

[4] Metallic Materials Properties Development and Standardization (MMPDS); Battelle Memorial Institute

[5] Starink, M. J.; Milkereit, B.; Zhang, Y.; Rometsch, P.A.: Predicting the quench sensitivity of Al-Zn-Mg-Cu alloys: A model for linear cooling and strengthening; Materials and Design 88 (2015), pp. 958 – 971

[6] Holroyd, N. J. H: Environment-Induced Cracking of High-Strength, Aluminium Alloys, EICM Proceedings (2018), pp. 311 – 345

[7] Altenpohl, D.: Aluminium und Aluminium-Legierungen; Springer-Verlag (1965); 554, 599



Bild: Shutterstock 37734070 © Naypong

# Produktion der Massivumformung in Deutschland – Unsicherheiten nach Rekordniveau 2018

Die aggressive US-amerikanische Handels- und Wirtschaftspolitik, die anhaltende Schwebesituation um den Brexit und die nationale Debatte um Feinstaub und Fahrverbote in Städten stehen dem Erreichen eines erneuten Produktionsrekords der Massivumformung im Jahr 2019 im Weg. Nur wenn der Handelskrieg zwischen USA und China zu einer schnellen Lösung käme, wenn es der chinesischen Regierung gelänge, den Fahrzeugmarkt zu beleben, und wenn doch noch ein Verhandlungsweg für den Brexit gefunden würde, könnte das Vorjahresniveau noch einmal erreicht werden.

## AUTOR



### Dipl.-Kfm. Holger Ade

ist Leiter des Fachbereichs Markt und Konjunktur des Industrieverband Massivumformung und Leiter Industrie- und Energiepolitik im WSM Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung in Hagen

2018 zählt für die deutsche Massivumformung zu den erfolgreichen Jahren. Die Produktionsmenge konnte gegenüber dem Vorjahr um insgesamt 2,4 Prozent gesteigert werden, der Umsatz wuchs sogar um 5,3 Prozent. Damit war 2018 das Jahr mit der höchsten produzierten Tonnage seit den Vorkrisenjahren 2007 und 2008. Und es wäre noch stärker ausgefallen, wären im zweiten Halbjahr nicht verschiedene Effekte aufgetreten, die vor allem den Automobilssektor betrafen. Neben dem sogenannten WLTP-Effekt und Fahrverboten für Diesel-Pkw in Städten sorgte die aggressive Handelspolitik der USA bei Kunden und Unternehmen für Verunsicherung. Dies hat zu Kauf- und Investitionszurückhaltung geführt, die noch anhält. So verwundert nicht, dass das erste Halbjahr 2018 mit einem Produktionsplus von 5,5 Prozent wesentlich besser ausgefallen ist als die zweite Jahreshälfte mit plus 1,0 Prozent (Bild 1).

Die Verlangsamung des Wachstums zieht sich auch in das Jahr 2019 hinein. Die Tonnage im ersten Quartal erreichte dennoch fast das hohe Niveau des Vorjahrs (minus 0,1 Prozent), der Umsatz stieg gegenüber dem ersten Quartal 2018 nochmals um 3,4 Prozent.

Die Stimmung in der Branche hat sich im Jahresverlauf 2018 bis in 2019 hinein allerdings eingetrübt. Gaben im zweiten Quartal 2018 noch knapp 90 Prozent der Teilnehmer der IMU-Trendumfrage an, ihre Geschäftslage sei gut, waren es ein Jahr später nur noch 35 Prozent. Ein ähnliches Bild ergibt sich mit Blick auf die Geschäftserwartungen: Der Anteil der Optimisten fiel im gleichen Zeitraum von 72 Prozent auf 9 Prozent. Allerdings erwarten immer noch 70 Prozent stabile Geschäfte (Bild 2).

Die Beruhigung der Konjunktur auf relativ hohem Niveau lässt sich auch an der Entwicklung der Auslastung der Produktionskapazitäten ablesen. Die Gesenkschmieden verzeichneten ihre höchste Anlagenauslastung mit 92,6 Prozent zu Beginn des Jahres 2018, inzwischen ist die Kennzahl zwar auf 82,8 Prozent gesunken, der Wert entspricht jedoch immer noch dem langjährigen Mittelwert. Bei den Freiformschmieden lag der Hochpunkt in der Mitte des Vorjahres bei 92,3 Prozent. Hier ist der Rückgang stärker ausgefallen auf 79,5 Prozent im Juli 2019 (Bild 3).

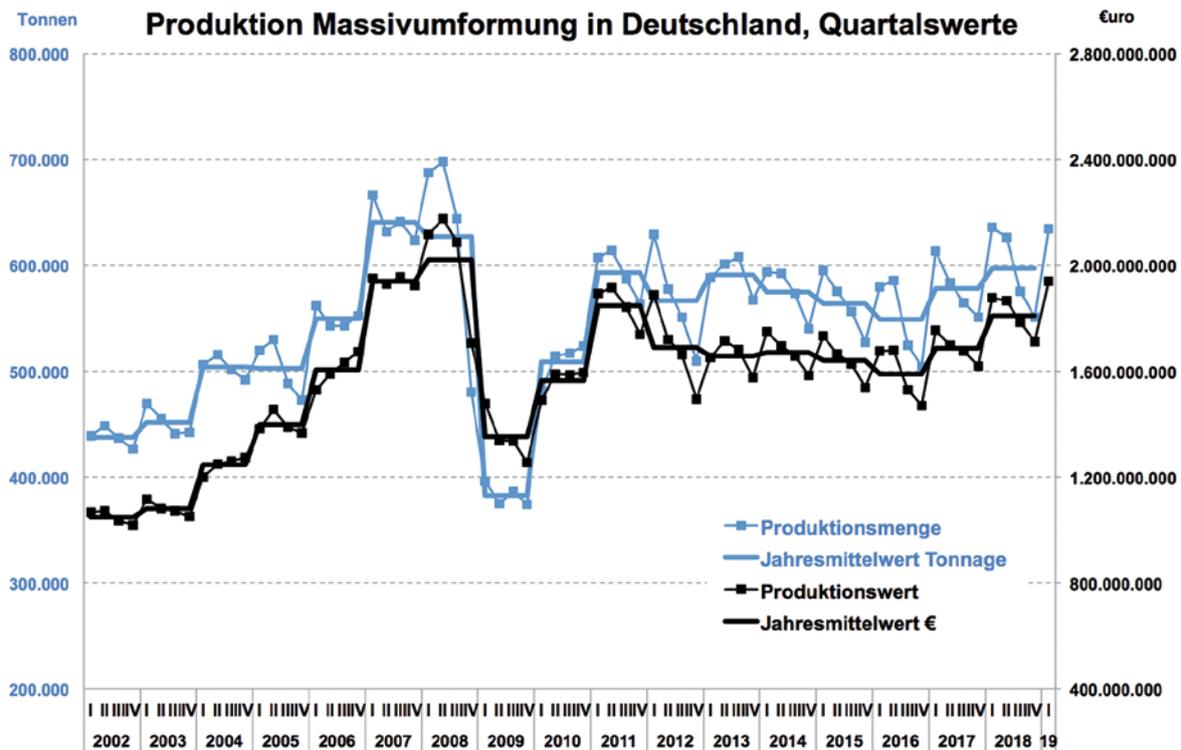


Bild 1: Produktion Massivumformung in Deutschland

Quelle: Statistisches Bundesamt, vierteljährliche Produktion im verarbeiteten Gewerbe

Zu dieser Entwicklung passt, dass die Freiformschmieden im Jahr 2018 ihre Mitarbeiterzahl um 13,5 Prozent auf unter 3.000 Beschäftigte reduziert haben. Das geht aus der Wirtschaftszweigstatistik hervor, die das Statistische Bundesamt dem IMU auf Anfrage auf fünfstelliger Ebene zur Verfügung gestellt hat. Die WZ-Systematik ist zwar nicht vollständig vergleichbar mit der Systematik der Produktionserhebung, aus der die Tonnage- und Umsatzentwicklung entnommen sind, dennoch ist sie eine belastbare Quelle für strukturelle Branchendaten. Die in der Monatsmeldung der Wirtschaftszweigsystematik erfassten 58 Gesenkschmieden ab 50 Beschäftigten haben demnach 2018 ihre Mitarbeiterzahl um 5,2 Prozent auf knapp 17.000 erhöht. Die 36 Hersteller von Kaltfließpressteilen beschäftigten 2018 fast 6.500 Mitarbeiter, ein Zuwachs von 11,6 Prozent.

Auch die wirtschaftliche Entwicklung der verschiedenen Herstellungsverfahren und Produktbereiche unterscheidet sich deutlich. Das mit 1,38 Millionen Tonnen bedeutendste Herstellungsverfahren des Gesenkschmiedens hat die Produktionsmenge 2018 lediglich leicht um 0,4 Prozent gesteigert. Die Umsätze stiegen sogar um 5,2 Prozent. Im Schlussquartal lag die Produktion allerdings bereits 4,7 Prozent unter dem vierten Quartal des Vorjahres, und im Auftaktquartal 2019 wurde das Vorjahresergebnis um 3,1 Prozent verfehlt. Die Automobilzulieferer unter den Gesenk-

schmieden verzeichnen eine schwächere Entwicklung mit Rückgängen um minus 1,0 Prozent im Gesamtjahr 2018, um minus 7,3 Prozent im letzten Quartal 2018 sowie um minus 5,8 Prozent im ersten Quartal 2019, jeweils gegenüber dem Vergleichszeitraum des Vorjahres. Angesichts der Produktionsrückgänge im deutschen Fahrzeugbau um minus 9 Prozent im Jahr 2018 sowie minus 12 Prozent in den ersten sechs Monaten 2019 kann man die Rückgänge der Zulieferer jedoch noch als moderat bezeichnen. Das kann als Indiz dafür gesehen werden, dass die Branche weit weniger von der Entwicklung der inländischen Produktion der Fahrzeugindustrie abhängig ist als von deren ausländischen Standorten. Denn ein großer Teil der Produkte geht über die System- und Komponentenhersteller indirekt in den Export – in Form von in den Systemen und Komponenten verbauten Einzelteilen – und taucht in der Exportstatistik der Massivumformung nicht auf. Und im Ausland ist die Produktion der deutschen Fahrzeughersteller auch 2018 weiter um 4,0 Prozent auf rund 11,2 Millionen Einheiten gestiegen. Das wiegt den Rückgang der inländischen Produktion auf 5,1 Millionen Pkw im Inland in etwa auf.

Obwohl sie vergleichbar stark von der Automobilindustrie abhängen wie die Gesenkschmieden, sind die Hersteller von Kaltfließpressteilen im Jahr 2018 mit 8,5 Prozent deutlich gewachsen. Ihr Umsatz legte um 9,3 Prozent zu. Im ersten Quartal 2019

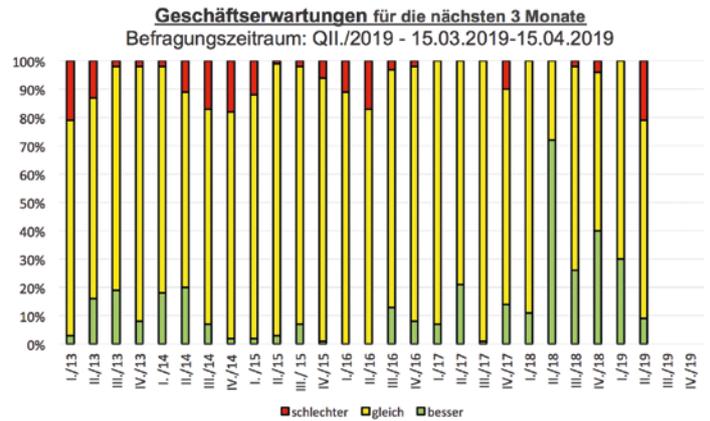
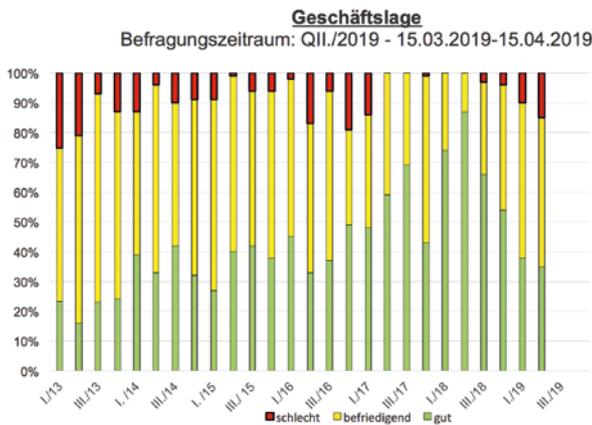


Bild 2: Geschäftslage (links) und Geschäftserwartungen (rechts), Stand: 1. Quartal 2019

Quelle: Industrieverband Massivumformung

setzte sich das Mengenwachstum auf 2,8 Prozent verlangsamt fort, wobei das Umsatzwachstum weiterhin hoch blieb (plus 6,3 Prozent). Im Vergleich zu den Gesenkschmiedern weisen die Hersteller von Kaltfließpressteilen mit 48,6 Prozent eine um gut 10 Prozentpunkte höhere direkte Exportquote auf, möglicherweise ist dies ein Faktor für ihre konjunkturell bessere Entwicklung. Zusätzlich scheint sich der mehrjährige Trend einer teilweisen Substitution von Gesenkschmiedeteilen durch Kaltfließpressteile fortzusetzen.

Für die Hersteller von Freiformschmiedestücken und gewalzten Ringen zeichnet sich eventuell Licht am Ende eines langen Tunnels ab. Zwar war die Mengenentwicklung in 2018 mit minus 0,4 Prozent noch leicht rückläufig, aber im ersten Quartal 2019 konnten sie einen Zuwachs um 12,5 Prozent verzeichnen. Die Umsätze kletterten 2018 um 1,4 Prozent und im Auftaktquartal 2019 um 14,5 Prozent.

Die Hersteller von Rohrleitungsformstücken und Flanschen verzeichneten 2018 einen Produktionszuwachs um 5,2 Prozent, bei einem Umsatzwachstum um 3,7 Prozent. Allerdings konnte die Entwicklung im ersten Quartal 2019 nicht stabilisiert werden, hier gingen die Produktionsmengen um 6,0 Prozent zurück. Trotzdem waren um 1,6 Prozent steigende Umsätze zu verzeichnen.

Eine Stabilisierung der aktuellen konjunkturellen Entwicklung im weiteren Jahresverlauf hängt maßgeblich von politischen und juristischen Entscheidungen ab. Im Inland könnte eine Fortführung der Diskussion um Fahrverbote für Diesel-Pkw in Städten und die offene Frage nach den Antriebskonzepten der Zukunft dazu führen, dass Kunden ihre Kaufentscheidungen verschieben, wengleich die Neuzulassungen in Deutschland im ersten Halbjahr 2019 auf dem Niveau des Vorjahres liegen. Im Ausland bestimmt neben schwelenden geopolitischen Risiken insbesondere die Handelspolitik der USA die Agenda. Die Verhandlungen zwischen den USA und China kommen immer wieder ins Stocken, und die Gespräche zwischen den USA und der EU haben kaum richtig begonnen, da die EU-Mitgliedsstaaten erst im April – 9 Monate nach dem Abkommen zwischen US-Präsident Trump und Kommissionspräsident Juncker – ein Verhandlungs-

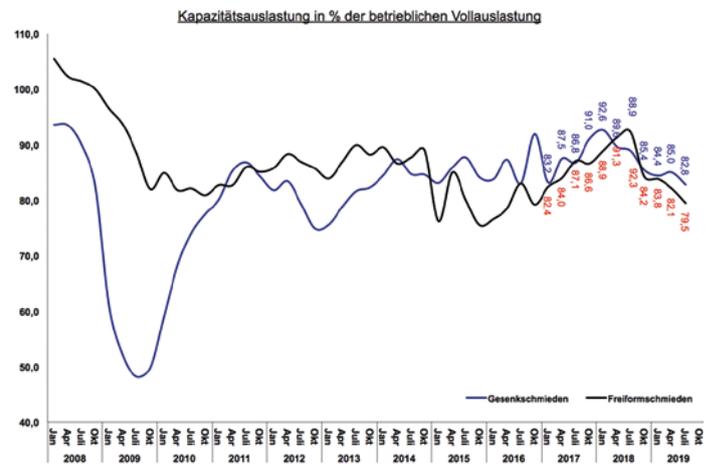


Bild 3: Entwicklung der Kapazitätsauslastung

Quelle: ifo-Institut, München

mandat beschlossen haben. Hinzu kommen Verunsicherungen durch den Regierungswechsel in Großbritannien und durch das neue nordamerikanische Handelsabkommen zwischen den USA, Kanada und Mexiko (USMCA).

Die Politik muss daher Wege finden, langfristig verlässliche Rahmenbedingungen für Unternehmen und Bürger zu schaffen, die möglichst wenig politischen Einfluss auf Investitions- und Konsumentscheidungen nehmen. Dies muss auch der Anspruch an die Klimagesetzgebung der Bundesregierung sein, ebenso wie an die neu gewählte Kommissionspräsidentin. Nur im Falle einer solchen verantwortungsvollen Politik im Sinne einer prosperierenden und dennoch ökologisch vertretbaren Wirtschaft könnte die Massivumformung in Deutschland im herausfordernden Übergangsjahr 2019 das Produktionsniveau des Vorjahres erneut erreichen und in den folgenden Jahren zu stabilem Wachstum zurückkehren. Wahrscheinlicher ist jedoch vor dem Hintergrund der geo- und innenpolitischen Entwicklungen und Risiken eine allgemeine konjunkturelle Abkühlung mit Auswirkungen auch auf die Geschäftsentwicklung der Massivumformung im laufenden und kommenden Jahr.

# MEERtorque®



MT 630



MEERtorque® Antrieb



Schmieden von Kegelrädern

## EIN INNOVATIVES ANTRIEBSKONZEPT FÜR DIE MASSIVUMFORMUNG

Höhere Produktivität. Längere Lebensdauer.  
Weniger Emissionen und Kosten.

Mit dem MEERtorque®-Antrieb setzt SMS neue Maßstäbe im Gesenkschmiedebereich. Entfall der Bremse und ein nahezu reibfreies Zuschalten der Kupplung bewirken eine signifikante Senkung des Energieverbrauchs – und zwar im zweistelligen Prozentbereich.

Gemeinsam schaffen wir einen Mehrwert entlang der Wertschöpfungskette.

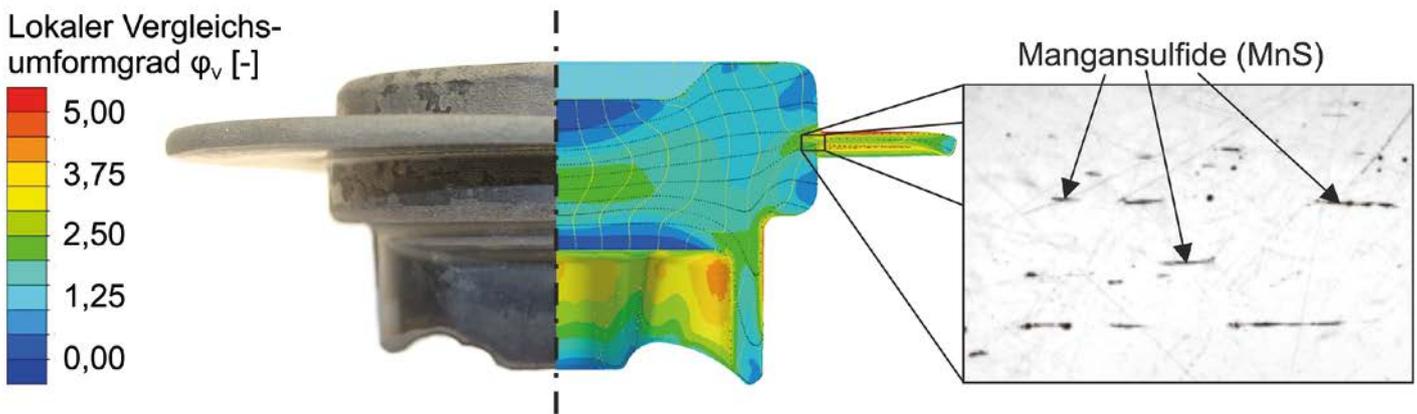
**Leading partner in the world of metals**



**SMS group GmbH**  
Ohlerkirchweg 66  
41069 Mönchengladbach  
Telefon: +49 2161 350-2321  
Teleax: +49 2161 350-2318  
closeddieforging@sms-group.com

**SMS group**  
www.sms-group.com

# Einfluss von Mangansulfiden auf die statische und zyklische Festigkeit



Mangansulfideinschlüsse in Stählen erhöhen die Standzeiten von Zerspanwerkzeugen und bieten somit Vorteile bei der subtrahierenden Bearbeitung. Bei gesenkgeschmiedeten Stahl-Schmiedebauteilen mit Grat sind diese Einschlüsse im Bereich der Gesenkteilungsebene bei einer entsprechend anliegenden Belastung jedoch zugleich häufig Ausgangspunkt für ein frühzeitiges Bauteilversagen.

## AUTOREN



**Matilde Scurria, M.Sc.**

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin des Fachgebiets Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik SAM der Technischen Universität Darmstadt



**Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz**

leitet das Fachgebiet Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik SAM der Technischen Universität Darmstadt und des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt



**Christoph Kock, M.Sc.**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover im Bereich Materialcharakterisierung und Simulation.



**Dipl.-Ing. Alexander Chugreev**

ist Bereichsleiter der Materialcharakterisierung und Simulation am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover



**Roman Relge, M.Sc.**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover im Bereich Massivumformung



**Dipl.-Ing. Martin Bonhage**

ist Bereichsleiter der Massivumformung am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover



**Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens**

leitet das Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover

Grund für die Anfälligkeit ist die verfahrensbedingte starke Abflachung der Mangansulfide in diesem Bereich. Diese verringert einerseits die tragende Fläche der Stahlmatrix orthogonal zur Gratbahn und wirkt andererseits als innere Kerbe. Beides verursacht eine reduzierte Schwingfestigkeit orthogonal zur Gratbahn und kann so je nach Anwendung zu einer erheblichen Schwächung des Bauteils führen. Dieser Erkenntnis wird bei der Auslegung von Bauteilen zwar durch entsprechende Sicherheitsrechnungen getragen. Dieser Befund bedeutet aber auch, dass durch konkrete Berücksichtigung des Gratverlaufs während der Konstruktion eine höhere Werkstoffeffizienz erzielt werden kann.

Dementsprechend wird für Schmiedekonstruktionen empfohlen, die Gesenkteilungsebene nicht in höchstbeanspruchte Bauteilbereiche zu legen. Eine genaue Kenntnis des Werkstoffverhaltens geschmiedeter schwefelhaltiger Stähle unter Betriebsbelastungen erlaubt ein optimiertes Bauteildesign unter Beibehaltung der Vorteile bei der Zerspanung. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere die Geometrie der Mangansulfide stark von der jeweiligen Umformhistorie abhängt. Die Ermittlung des Einflusses dieser umformbedingten Geometrieänderung der Mangansulfide auf die Betriebsfestigkeit war Gegenstand dieser Untersuchung.

Vorangegangene Forschungsprojekte zur Gratnaht [1] und zum Faserverlauf [2] adressierten zwar eine ähnliche Fragestellung, waren aber nicht auf die Verformung der Mangansulfide fokussiert, welche häufig in der Gesenkteilungsebene auftritt.

### UMFORMTECHNISCHE VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Wie wirkt sich der Gefügeeinfluss im Bereich der Gratbahn auf die Schwingfestigkeit warm massivumgeformter Bauteile aus? Zur Klärung dieser Frage wurde ein AFP-Stahl (38MnVS6) verwendet, welcher typischerweise im Automobilbau für Pleuel, Achsschenkel oder Radnaben eingesetzt wird. Um den Einfluss verschiedener Mangansulfidgehalte zu untersuchen, lag dieser in zwei Modifikationen vor: S4 mit niedrigem (0,0372 Gew.-%) sowie S7 mit hohem Schwefelgehalt (0,0728 Gew.-%).

Die unterschiedlichen MnS-Abflachungsgrade wurden massivumformtechnisch durch freies Stauchen sowie durch Gesenkschmieden mit Grat bei Schmiedetemperatur erzeugt (Bild 1). Die Proben der Schmiederohteile wurden zuvor quer zur Stranggussrichtung des Halbzeugs entnommen. Durch Variation des Umformwegs wurden verschiedene Stauchgrade erzeugt.

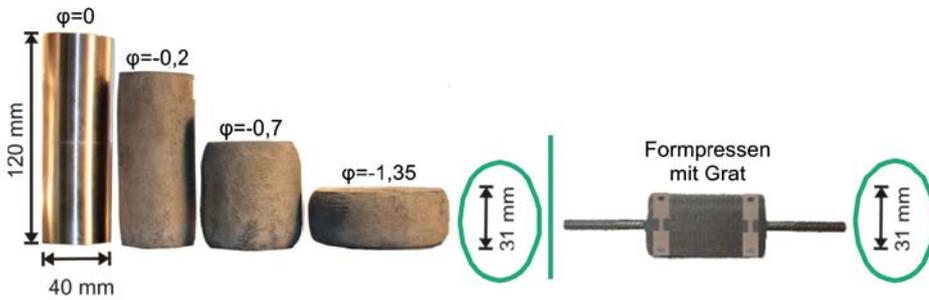


Bild 1: Gestauchte Proben für die statischen und zyklischen Festigkeitsprüfungen: freies Stauchen (links), Formpressen mit Grat (rechts)

**EINFLUSS VON UMGEFORMTEN MANGANSULFIDEN AUF DAS WERKSTOFFVERHALTEN**

Um den Einfluss verschieden abgeflachter Mangansulfide auf die quasistatische und zyklische Festigkeit zu bestimmen, wurden die Werkstoffproben jeweils aus der Mitte der frei gestauchten Proben sowie nahe der Gratbahn formgepresster Proben entnommen.

Bild 2 stellt die Ergebnisse der quasistatischen Zugversuche dar. Zu erkennen ist, dass die Zugfestigkeit des AFP-Stahls (S4) mit steigendem Umformgrad abnimmt. Dieser Effekt ist mit zunehmendem Schwefelgehalt (S7) sogar noch stärker ausgeprägt. Die Bruchdehnung reduzierte sich für die Legierung S4 ab einem Umformgrad von  $\varphi = -1,35$  signifikant. Bei der Legierung S7 erfolgte der Abfall bereits ab  $\varphi = -0,2$ .

Die Schwingfestigkeitsversuche wurden mit sehr kleinen, ungekerbten Proben mit einem hochbeanspruchtem Volumen  $HbV_{90\%} = 38,78 \text{ mm}^3$  durchgeführt, bedingt durch die Stauchhöhe des höchsten Umformgrads (Bild 1). Die Ergebnisse zur Schwingfestigkeit unterliegen großen Streuungen und gestalten sich sehr heterogen (Bild 3). Während die Wöhlerlinien unter Wechselbelastung,  $R_\sigma = -1$ , für die Umformgrade  $-0,70 \geq \varphi \geq -1,50$  im Rahmen der Streuung für die Varianten S4 und S7 als vergleichbar bezeichnet werden können, liegt die Schwingfestigkeit im Ausgangszustand für die Variante mit dem erhöhten

über der mit niedrigem Schwefelgehalt. Dies führt zunächst zu einem höheren Schwingfestigkeitsverlust für die schwefelreichere Variante, aber zu dennoch vergleichbaren Absolutwerten bei erhöhten Umformgraden und unterschiedlichen Schwefelgehalten. Der scheinbare geringe Einfluss des Umformgrads auf die Schwingfestigkeit der Gratbahn ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass auch die Proben mit  $\varphi = 0$  aus der Mitte des nicht umgeformten Ausgangsmaterials entnommen wurden und deren Schwingfestigkeiten unterhalb bekannter Kennwerte liegen [2].

Die Bruchflächenanalyse zeigt, dass die Verteilung des Länge-Breite-Verhältnisses im Anlieferungszustand  $\varphi = 0$  sowohl bei niedrigem als auch bei hohem MnS-Gehalt gleich ist (Bild 4). So liegen mehrheitlich runde MnS-Querschnitte mit einem Länge-Breite-Verhältnis  $\gamma \approx 1$  vor. In den Stauchproben mit dem Umformgrad  $\varphi = -0,2$  findet sich eine zum Anlieferungszustand vergleichbare Verteilung des Länge-Breite-Verhältnisses  $\gamma$  wieder. Demzufolge sind die meisten MnS-Querschnitte rund, und ihre Form ist bisher nicht von der Verformung beeinflusst worden. Ein Einfluss der MnS-Anzahl aufgrund der unterschiedlichen Schwefelgehalte ist nicht zu erkennen.

Ab einem Umformgrad von  $\varphi = -0,4$  beeinflusst der MnS-Gehalt die Entwicklung des Länge-Breite-Verhältnisses  $\gamma$ . Während im S4 nur eine leichte Zunahme von abgeflachten MnS und der

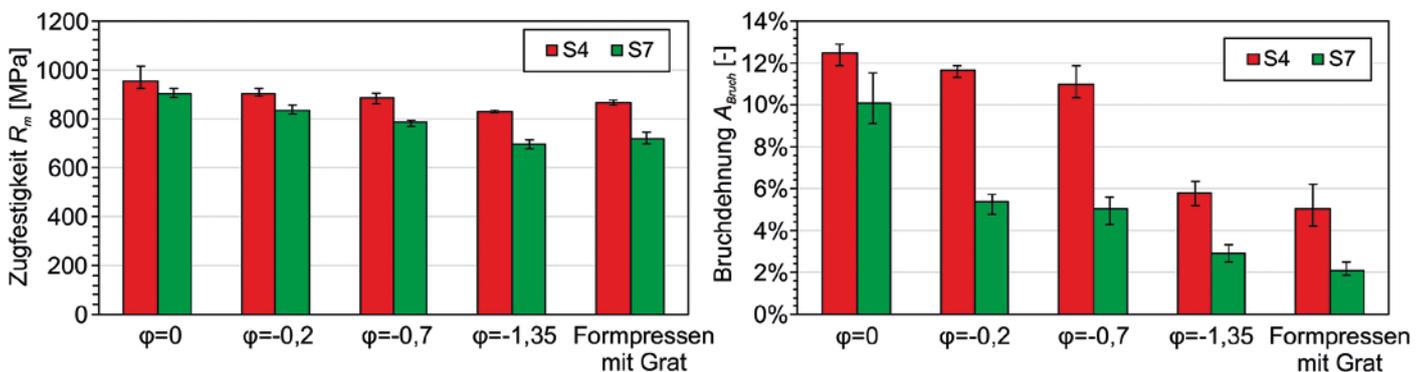


Bild 2: Ergebnisse der quasistatischen Zugversuche: Zugfestigkeit (links), Bruchdehnung (rechts) in Abhängigkeit des globalen Umformgrads

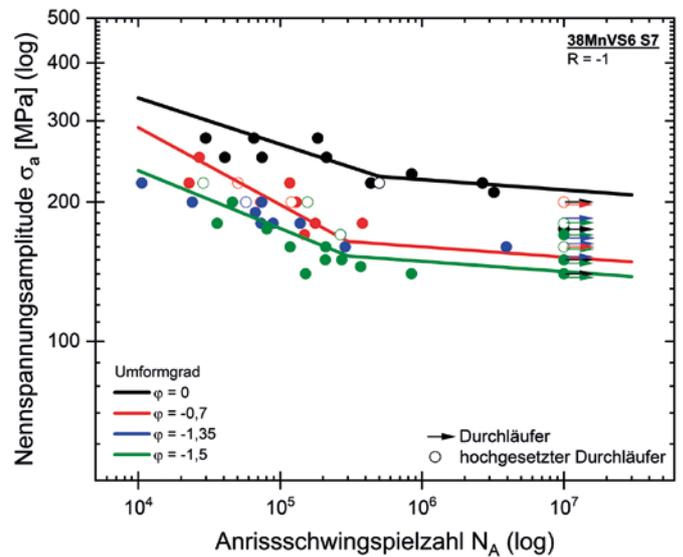
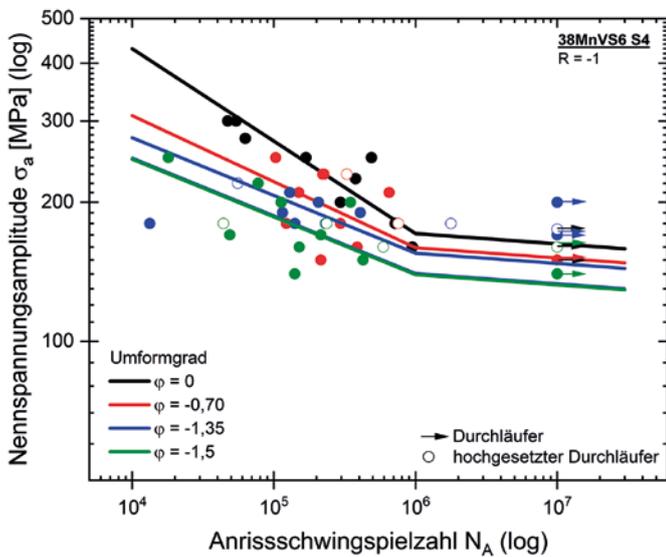


Bild 3: Wöhlerlinien unter Wechselbelastung zu ungekerbten Proben des Werkstoffs 38MnVS6 mit unterschiedlichen Schwefelgehalten und Umformgraden

damit verbundenen Abnahme von runden MnS festzustellen ist, nimmt der Anteil der MnS mit einem Länge-Breite-Verhältnis von bis zu  $\gamma \leq 5$  mit dem höheren S-Gehalt zu. Im S7 setzt sich die Zunahme des Länge-Breite-Verhältnisses mit fortschreitender Umformung fort. So nimmt bei einem Umformgrad von  $\varphi = -0,7$  die Anzahl der runden MnS weiter ab. Eine nennenswerte Anzahl von MnS mit einem  $\gamma \approx 7$  werden gezählt. Die Form der Verteilungsfunktion wird insgesamt fülliger, das heißt, es liegen nicht nur MnS in einem schmalen Bereich des Länge-Breite-Verhältnisses vor, sondern MnS mit unterschiedlichen  $\gamma$ -Werten. Die Abflachung der MnS im Werkstoff mit kleinerem Schwefelgehalt setzt erst bei höheren Umformgraden ein und betrifft zunächst nur wenige Mangansulfide.

Der Trend, dass die MnS im Werkstoff mit hohem Schwefelanteil durch die Verformung stärker abgeflacht werden als die MnS im Werkstoff mit niedrigerem Schwefelanteil, setzt sich auch bei einem Umformgrad von  $\varphi = -1,0$  fort. Bei einem Umformgrad von  $\varphi = -1,35$  liegen aber auch im S4 Mangansulfide mit Länge-Breite-Verhältnissen von  $\gamma \approx 10$  vor. Im Vergleich zu dem niedrigen MnS-Gehalt sind in den Stauchproben mit hohem MnS-Gehalt prozentual mehr abgeflachte Mangansulfide vorhanden. Wird der Umformgrad weiter gesteigert, so nähert sich bei der Variante S7 die Verteilungsfunktion der Länge-Breite-Verhältnisse asymptotisch einem Grenzwert. Für die Variante S4 stellt sich dieser Grenzwert erst bei höheren Umformgraden ein.

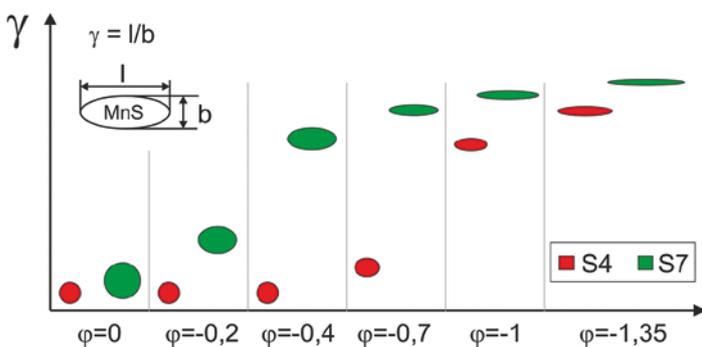


Bild 4: Schematische Darstellung der MnS-Gestalt infolge einer Umformung

Bilder: Autoren

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die verformten, das heißt abgeflachten Mangansulfide beeinflussen sowohl die statische als auch die zyklische Festigkeit. Enthält die Probe Mangansulfide mit einem Länge-Breite-Verhältnis  $\gamma \approx 1$ , wird die höchste Festigkeit erreicht. Erst nachdem die MnS eine Mindestumformung erfahren und damit einen Grenzwert überschritten haben, der vom MnS-Gehalt abhängig ist, wirken sich die abgeflachten MnS auf die Festigkeit aus. Mit einem zunehmenden Länge-Breite-Verhältnis  $\gamma$  und damit einer zunehmenden Abflachung der MnS nimmt die Schwingfestigkeit ab. Dies führt zu einer Erhöhung der lokalen Kerbwirkung und lässt sich schließlich im Nennspannungssystem als metallurgische Kerbwirkung berücksichtigen.

Unter Wechselbelastung korreliert die Schwingfestigkeit besser mit dem Länge-Breite-Verhältnis  $\gamma$  der Mangansulfide als mit dem lokalen Umformgrad  $\phi$ . Während einer Umformung nehmen Mangansulfide an der Verformung ihrer umgebenden Matrix teil. Ursprünglich runde Mangansulfide werden mit steigendem Umformgrad senkrecht zur Umformrichtung abge-

flacht. Dabei ist das Länge-Breite-Verhältnis  $\gamma$  begrenzt, sodass nach dem Erreichen dieses Grenzwerts bei einem weiteren Anstieg des Umformgrads keine weitere Umformung des MnS mehr stattfindet. Dementsprechend ist auch die Reduktion der Schwingfestigkeit, das heißt die metallurgische Kerbwirkung, begrenzt. Eine Korrelation mit dem Umformgrad konnte nicht nachgewiesen werden. Diese hätte den Schmieden eine einfache Berücksichtigung in der Bauteilauslegung ermöglicht. Die Ermittlung des Länge-Breite-Verhältnisses der Mangansulfide ist derzeit in der Simulation nicht möglich.



Gefördert wurde das Forschungsprojekt „Quantifizierung der Betriebsfestigkeit des Gefüges von Schmiedestahl in der Gesenkteilungsebene (Kerbwirkung Gratbahn)“ von der gemeinnützigen Stiftung Stahlanwendungsforschung im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. Zweck der Stiftung ist die Förderung der Forschung auf dem Gebiet der Stahlverarbeitung und -anwendung in der Bundesrepublik Deutschland. Geprüft wurde das Forschungsvorhaben von einem Gutachtergremium der Forschungsvereinigung der Arbeitsgemeinschaft der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie e.V. (AVIF), das sich aus Sachverständigen der Stahl anwendenden Industrie und der Wissenschaft zusammensetzt. Begleitet wurde das Projekt von einem Arbeitskreis des Industrieverbands Massivumformung e.V.

Die Langfassung des Abschlussberichts kann über die Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. beim WSM Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.



[1] Doege, E.: Einfluss des Abgratverfahrens und der Nachbehandlung der Gratnaht auf die Bauteilfestigkeit, Universität Hannover, Abschlussbericht zum AiF-Projekt Nr. 4884 (1981)

[2] Hanselka, H.; Groche, P.: Einfluss von Faserverlauf und Gefüge auf die Schwingfestigkeit warmmassivumgeformter AFP-Stähle, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF und Technische Universität Darmstadt, Abschlussbericht zum AVIF-Projekt A 245) (2010)



# **TRANSVALOR** **INTERNATIONAL** **SIMULATION** **DAYS**

**GLOBAL SOLUTIONS FOR MANUFACTURING PROCESSES**

.....  
**15 | 17**  
**OCTOBER 2019**  
.....

.....  
**FRANCE**  
**BEACHCOMBER**  
**SOPHIA ANTIPOLIS**  
.....

**REM3D®**

**THERCAST®**

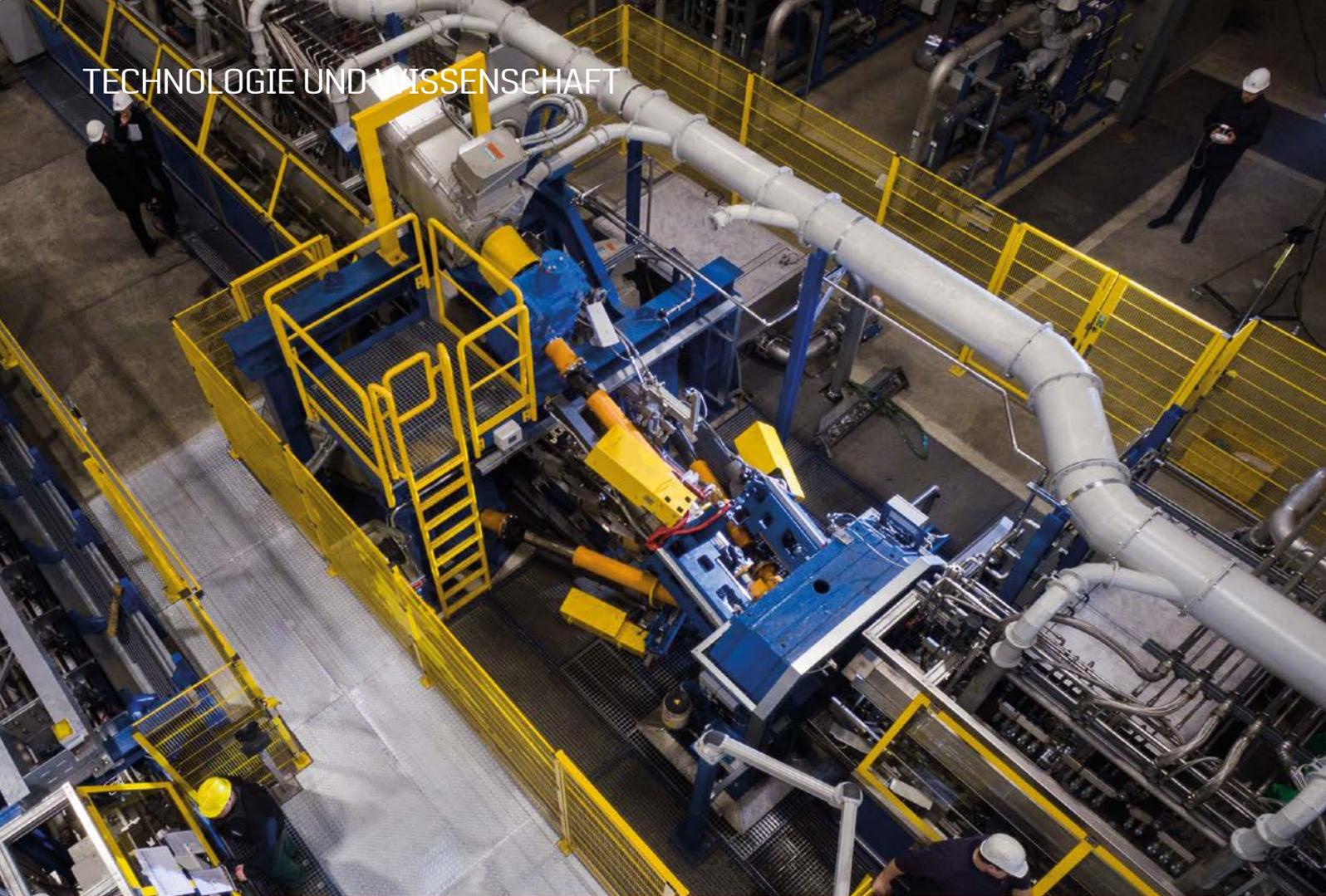
**FORGE®**

**COLDFORM®**

**TRANSWELD®**

**DIGIMU®**

**>TISD2019.TRANSVALOR.COM**



## Thermomechanisch behandeltes Vormaterial für die Massivumformung

Bei der HDQT-Technologie wird ein Intensivumformschritt mit einer flexibel steuerbaren thermomechanischen Behandlungsanlage kombiniert. Dies ermöglicht die Herstellung ultrafeinkörniger Stabstahlerzeugnisse für ein breites Werkstoffspektrum durch die Erschließung vorhandener Werkstoffreserven hinsichtlich des Festigkeits-/Zähigkeitsverhältnisses. Die mit besonderen Eigenschaften versehenen HDQT-Stabstahlprodukte eignen sich für eine Weiterverarbeitung in der Kalt- oder Halbwarmmassivumformung.

AUTOREN



**Dr.-Ing. Alexander Borowikow**

ist Gründer und Geschäftsführer der Gesellschaft für metallurgische Software- und Technologieentwicklung (GMT) mbH in Berlin



**Dr.-Ing. Kristin Helas**

ist Leiterin der Entwicklung bei der Gesellschaft für metallurgische Software- und Technologieentwicklung (GMT) mbH in Berlin

Erhöhte Anforderungen an Produkte und Werkstoffe erfordern die Entwicklung innovativer Anlagen- und Technologiekonzepte. So müssen Produkte heute neben hohen Ansprüchen an die geometrischen Toleranzen und den Oberflächenzustand weitere wesentliche Qualitätskriterien erfüllen. Dazu gehören vor allem ein gleichmäßig verteiltes feinkörniges Gefüge sowie die damit verbundenen Kombinationen aus hohen Festigkeits- und Zähigkeitskennwerten.

Erreichen lassen sich diese Produkteigenschaften mit dem HDQT-Verfahren. HDQT steht für High Deformation Quenching and Tempering. Das innovative Technologie- und Anlagenkonzept eröffnet neue Eigenschaftskategorien für ein breit gefächertes Spektrum an Stabstahl unterschiedlicher Legierungssysteme, beginnend beim einfachen Baustahl über ausscheidungshärtende ferritisch-peritische Stähle (AFP-Stähle) und martensitische Güten bis hin zu austenitischen Stählen und komplexen Sonderlegierungen. Da die HDQT-Anlage in Bezug auf die Abmessungsbereiche und das Gütespektrum sehr variabel ausgerichtet ist, kann sie Stabstahlerzeugnisse in einer neuen Qualitätsstufe mit individuell ausgerichteten Gefügezusammensetzungen und Werkstoffkennwerten herstellen

und eignet sich damit für einen breiten Kundenkreis – von der mechanischen Blankstahlverarbeitung über die Kaltmassivumformung bis zur Warmmassivumformung.

**DAS KONZEPT DER HDQT-TECHNOLOGIE**

Das HDQT-Verfahren kombiniert eine Intensivumformung mit der thermomechanischen Behandlung (Bild 1). Die äußerst flexible Temperaturregelung ermöglicht ein breites Spektrum an Wärmebehandlungszyklen. So durchläuft der Stab auf dem Weg zur Umformung nach der induktiven Erwärmung eine Vorrichtung zur Einlauftemperaturführung. In diesem Abschnitt wird über den Stabquerschnitt die geforderte Umformtemperatur eingestellt, entweder über ein Halten, ein Verringern oder ein Erhöhen der Temperatur.

Im Anschluss erfolgt die Intensivumformung für die gezielte Einstellung von Mikrostrukturen mit Hilfe des ausgewählten Umformgrads, der Temperatur und weiterer Prozessparameter. Je nach technologischem Konzept kann die Umformung mit dem HDCR-Gerüst im austenitischen, ferritisch-perlitischen Gebiet oder auch im unterkühlten Austenit erfolgen (Bild 2). HDCR steht für High Deformation Cross Rolling.

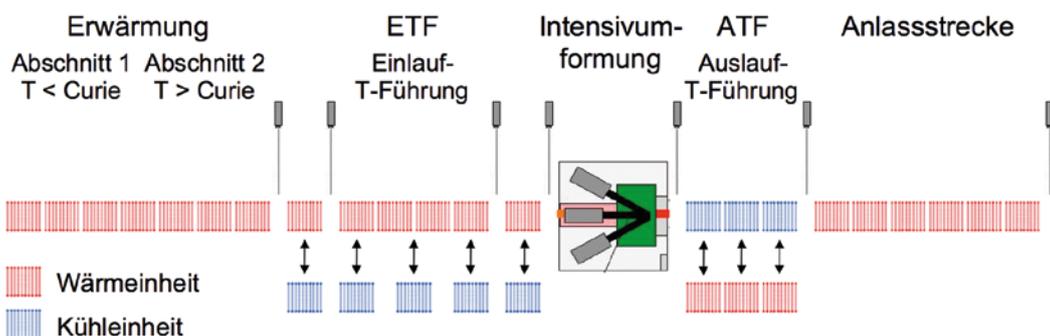


Bild 1: Schematischer Überblick über eine HDQT-Anlage

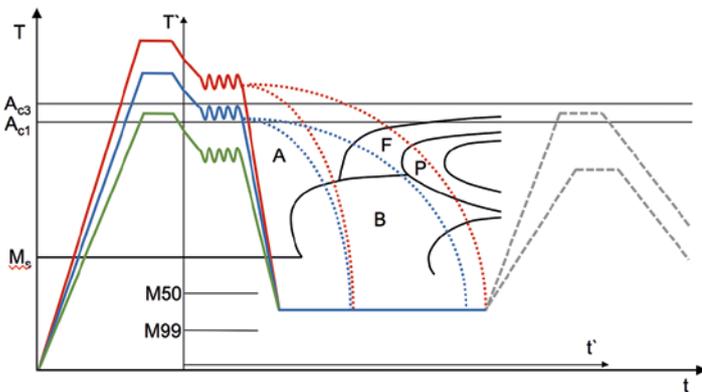


Bild 2: Das Temperaturmanagement in Kombination mit der Intensivumformung (schematisch) mit unterschiedlichen Austenitisierungs- und Umformtemperaturen sowie variablen Kühl- und Anlassbedingungen

Unmittelbar nach der Umformung tritt der Stab in die Auslauf-temperaturführungsvorrichtung ein. Hier erfolgen eine thermische Nachbehandlung oder eine gesteuerte Abkühlung des Stabmaterials mit Hilfe von alternativ einsetzbaren Abkühlbeziehungsweise Erwärmungssegmenten. In der nachfolgenden Anlassstrecke wird in Analogie zur konventionellen Vergütungs-technologie das Gefüge des durchlaufenden Stabs bei Bedarf in einer induktiven Erwärmungsanlage angelassen und an Luft abgekühlt.

Das technologische Konzept wurde an drei industriellen Anlagen für den Fertigstab-Durchmesserbereich 12 bis 45 Millimeter realisiert. Eine Umsetzung im Bereich größerer Durchmesser ist möglich.

**DER INTENSIVUMFORMSCHRITT**

Im Zentrum der HDQT-Technologien steht das speziell für diese Technologie optimierte HDCR-Gerüst. Bei diesem Intensivumformschritt wird in einer Vielzahl aufeinander folgender lokaler Umformzyklen über begrenzte Kontaktflächen der Querschnitt des Walzguts über die Stablänge inkrementell reduziert. Diese inkrementelle Umformung gewährleistet eine hohe Oberflächengüte und Toleranzgenauigkeiten über den Durchmesser sowie Ovalitäten kleiner 0,5 Prozent am Walzgut (Anstreben der h9-Toleranz am auslaufenden Stab) bei gleichzeitig sehr hohen Umformgraden von bis zu 70 Prozent und entsprechenden Streckgraden  $\lambda$  des Walzguts von bis zu 2,5 in einem Durchlauf.

Für die Realisierung der Umformung bei stark abgesenkten Umformtemperaturen von 500 bis 700 °C und den dabei auf-

tretenden hohen Umformfestigkeiten der Werkstoffe ist das Gerüst sehr steif konstruiert und für hohe Walzkraft- und Momentenbelastungen ausgelegt. So bewegen wir uns bei der Auslegung des Umformaggregats im Spannungsfeld zwischen prozessbedingten geometrischen Restriktionen, der Einhaltung enger Prozessfenster, hohen Belastungen der Walzensysteme sowie einem äußerst ehrgeizigen Anspruch an die Geometrie des Walzprodukts.

Eine industrielle HDQT-Anlage wurde in Kooperation mit weiteren Partnern bei der Steeltec AG realisiert, deren Werkstoffe unter dem Markenzeichen XTP® angeboten werden [1]. An dieser Anlage wurde mit Hilfe der HDQT-Technologie bereits für mehr als 20 Stähle das Eigenschaftsspektrum deutlich ausgebaut. Mit dem umfangreichen Wissen zu den jeweiligen Prozessbedingungen lässt sich für ein und dieselbe Stahlsorte ein breites Spektrum an mechanischen Eigenschaften einstellen und damit das Materialverhalten auf einen gewünschten Lieferzustand zuschneiden. Bild 3 fasst die erzielbaren Eigenschaften für bekannte Stahlgruppen zusammen, die durch die HDQT-Technologie im Vergleich zu konventionell verarbeiteten Stählen erreicht werden.

**DER EINSTIEG IN GÄNZLICH NEUE PRODUKTGRUPPEN**

Die mit der HDQT-Technologie erzeugten Stähle eröffnen neue Anwendungsbereiche auch für gängige Stahlsorten (Bild 4). Der konventionell gewalzte 7MnB8 wird üblicherweise für Kaltstauchanwendungen eingesetzt. Darüber hinaus wurde

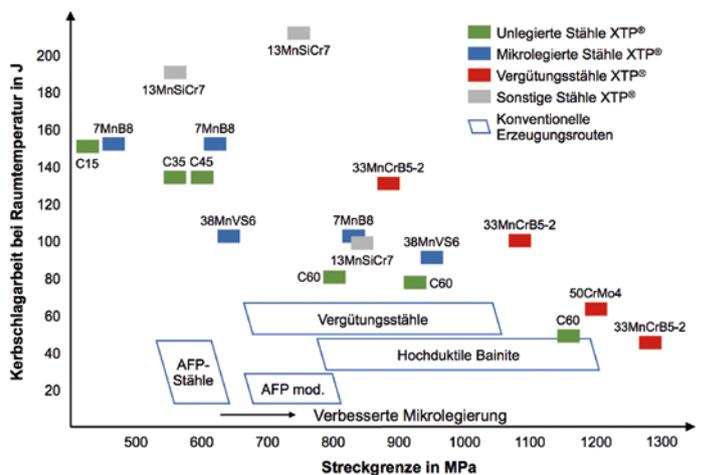


Bild 3: Ausbau der mechanischen Eigenschaften durch die HDQT-Technologie (in Anlehnung an [2])

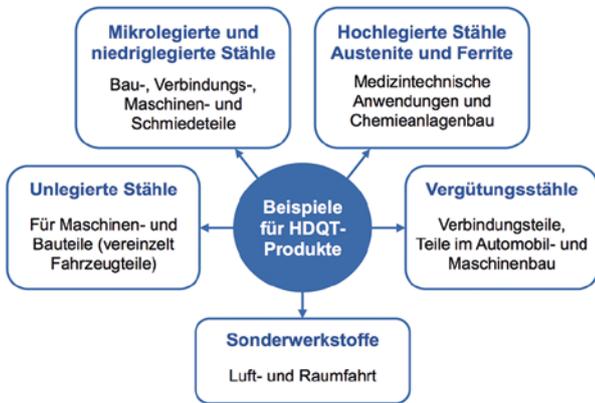


Bild 4: Auswahl des Produktportfolios für HDQT-Stähle

Bilder 1 bis 4: Autoren

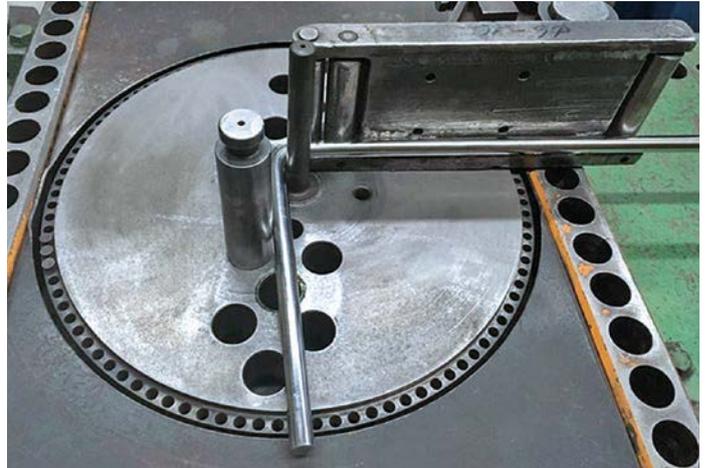


Bild 5: Ergebnis eines Biegetests mit 7MnB8 ( $d = 18 \text{ mm}$ ;  $R_m = 1100 \text{ MPa}$ ;  $R_{p0,2} = 990 \text{ MPa}$ ;  $A_5 = 13 \%$ ) [3]

Bild: Steeltec AG, Emmenbrücke

die Möglichkeit der Weiterverformung nach der HDQT-Verarbeitung getestet (Bild 5). Auf die HDQT-behandelten Stäbe mit einer Zugfestigkeit von 1.100 MPa – einer Festigkeit ähnlich der eines vergüteten 42CrMo4-Stahls – und einer Bruchdehnung von 13 Prozent wurde beim Kaltbiegen ein Biegeradius von 10 Millimetern angewandt. Selbst bei einer Biegung von zirka 150° konnten bei der Gefügeuntersuchung keine Risse festgestellt werden [3].

Titan- und Nickelbasislegierungen sind die nächste Herausforderung für die HDQT-Technologie. Aufgrund der geringen Abnahmen bei Titan- und Nickelbasislegierungen wurde speziell für diese Werkstoffgruppe ein neues Verarbeitungsschema einschließlich eines reversierenden Intensivumformschritts entwickelt. Dadurch kann das Material nach jedem Umformschritt wieder erwärmt werden, sodass sich höhere Querschnittsreduktionen realisieren lassen. Erste Versuche mit vielversprechenden Ergebnissen wurden bereits durchgeführt.

### ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Durch die HDQT-Technologie werden neue Eigenschaftskategorien für herkömmliche Stahlsorten erreicht. Der entscheidende Vorteil gegenüber konventionell thermisch behandelten Erzeugnissen besteht in der Erzielung ultrafeinkörniger Gefüge in Verbindung mit einer neuen Qualität an Festigkeits-/ Zähigkeitskombinationen und anspruchsvollen geometrischen Eigenschaften. Diese Technologie bietet überdies die Möglichkeit, sowohl das Gefüge als auch die mechanischen Eigenschaften produktspezifisch anzupassen und so einer bestimmten Anwendung bestmöglich gerecht zu werden.

Die künftigen Arbeiten werden sich auf die Nutzung der HDQT-Technologie zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften sowohl bestehender als auch neuer Stahlgüten konzentrieren, um deren Anwendungsgebiete zu erweitern. Darüber hinaus wird die HDQT-Technologie für die erfolgreiche Verarbeitung von hochfesten Materialien wie Titan- und Nickelbasislegierungen weiterentwickelt.



[1] Weitere Informationen zur XTP®-Technologie unter: [www.xtp-technology.com](http://www.xtp-technology.com)

[2] Keul, C. et al.: New Developments in the Material and Process Design of Forged Components in the Automobile Industry. 3rd International SCT Conference Steels for Cars and Trucks, June 5 – 9, 2011, Salzburg, Austria (2011).

[3] Lembke, M. I.; Oberli, L.; Olschewski, G.; Dotti, R.: Surpassing steel performance by creating a very fine grained structure. Metallurgia Italiana 6 (2018), pp. 31 – 36.



GMT Gesellschaft für metallurgische Technologie- und Softwareentwicklung mbH  
 Börnicker Chaussee 1 – 2  
 16321 Bernau  
 Telefon: +49 3338 334218-0  
 E-Mail: [info@gmt-berlin.com](mailto:info@gmt-berlin.com)  
 Internet: [www.gmt-berlin.com](http://www.gmt-berlin.com)

# Bauteilverhalten warmumgeformter Komponenten unter Berücksichtigung von Eigenspannungen

Bei der Wärmebehandlung von warmumgeformten Stabstahl oder Bauteilen sollte eine optimierte Anlagentechnik auch die werkstoffkundlichen Aspekte berücksichtigen. Die BGH Edelstahl GmbH in Siegen hat seit 2005 die Wärmebehandlung und die entsprechenden Möglichkeiten der Abkühlung von niedrig- und hochlegierten Stählen schrittweise optimiert, um Herstellungszeit und CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu minimieren – bei gleichbleibenden bis verbesserten mechanischen Eigenschaften.



## AUTORIN

**Dr.-Ing. Vera Wirths**

ist Gruppenleiterin Werkstoffanwendung und -entwicklung der Abteilung Qualitätsplanung und Laborleiterin Metallographie und mechanisch-technologisches Labor der Abteilung Werkstofftechnik bei der BGH Edelstahl Siegen GmbH

Die Wärmebehandlung und speziell die Abkühlung von warmumgeformten Komponenten bringen metallkundliche Herausforderungen mit sich, die beachtet werden müssen, um gute Eigenschaftskombinationen zu gewährleisten. So kann es beispielsweise bei niedriglegierten Stählen zu einem unkontrollierten Kornwachstum aufgrund von partieller Auflösung von Karbiden und Nitriden kommen, darüber hinaus zur Ausbildung von großen Ausscheidungen (Karbiden und Nitriden) [1]. Ein grobes Korn bewirkt einen gleichzeitigen Abfall von Festigkeit und Zähigkeit. Große Ausscheidungen, zum Beispiel in Form von Netzwerken auf den Korngrenzen, wirken sich negativ auf die Zähigkeit aus. Die Festigkeitssteigerung durch Ausscheidungen verliert ebenfalls die Wirkung, wenn die Ausscheidungen zu groß werden und so weniger Barrieren für die Versetzungsbewegung darstellen [2]. Bei hochlegierten Stählen kann die Bildung von Delta-Ferrit oder intermetallischen Phasen die mechanischen Eigenschaften negativ verändern und so zu früherem Versagen der Bauteile führen [3].

Die Temperaturführung beim Anlassprozess, beispielsweise bei Vergütungsstählen, kann sich in einem speziellen Temperaturbereich ebenfalls negativ auf die mechanischen Eigenschaften auswirken. Das bedeutet, dass ein zu langes Verweilen im Temperaturbereich zwischen 300 und 500 °C neben dem Abfall der Streckgrenzen und der Zugfestigkeit eine Versprödung begünstigt. Der Grund: Die Elemente Phosphor, Arsen und Antimon, die aus den wachsenden Karbiden zurückgewiesen werden, diffundieren an die ehemaligen Austenitkorngrenzen und schwächen deren Adhäsion (300 °C-Versprödung). Die sogenannte 500 °C-Versprödung betrifft vor allem Chrom-Mangan-Stähle sowie Chrom-Nickel-Stähle, bei denen diese schädlichen Elemente an die Korngrenzen segregieren und deren Adhäsion schwächen. Diese beiden Effekte verringern die Kerbschlagarbeit [4].

Neben diesen gefügespezifischen Problemen können durch eine unvorteilhafte Abkühlung aus der Umform- beziehungsweise Anlasshitze sogenannte Eigenspannungen auftreten, die sich teilweise bei der Endbearbeitung als Verzug an den bearbeiteten Bauteilen widerspiegeln. Diese Eigenspannungen hängen beispielsweise mit dem sogenannten Leidenfrost-Effekt zusammen und den damit verbundenen unterschiedlichen Abschreckwirkungen von Oberflächen, die in Wasser getaucht werden [5] (Bild 1). Wenn das Material im Wasser nicht kontinuierlich bewegt wird, bildet sich eine Dampfhaut, die die Oberfläche des Materials vor der Abschreckwirkung des Abschreckmediums isoliert. Ab einer speziellen Temperatur, der Leidenfrost-Temperatur, fällt diese Dampfhaut in sich zusammen, sodass ein Kontakt zwischen Abschreckmedium und Material entsteht. An der Kontaktstelle tritt eine unkontrollierte, hohe Abschreckwirkung auf, die die Bildung von Eigenspannungen im Material begünstigt. Neben dem Leidenfrost-Effekt können auch andere Prozessschritte Eigenspannungen im Bauteil hervorrufen, wie beispielsweise ein nicht ordnungsgemäß durchgeführter Richtvorgang auf Geradheit.

**EIGENSINNUNGEN UND IHRE MESSMETHODIK**

Eigenspannungen wirken im Inneren eines metallischen Werkstücks und liegen im Bauteil im Gleichgewicht vor. Ihr Auftreten kann bei der Wärmebehandlung beziehungsweise bei der Abkühlung begünstigt werden, wie beispielsweise durch den erwähnten Leidenfrost-Effekt.

Eigenspannungen können in drei Gruppen eingeteilt werden: Eigenspannungen I. Art, auch als makroskopische Eigenspannungen bezeichnet, sowie Eigenspannungen II. und III. Art, welche auch als mikroskopische Eigenspannungen bezeichnet werden. Bei den Eigenspannungen III. Art bewegen sich die betroffenen Bereiche allerdings in der Größenordnung der

atomaren Gitterstruktur des Werkstoffs. Eigenspannungen auf der atomaren Ebene können durch Leerstellen, Fremdatome oder Gitterversetzungen hervorgerufen werden und treten bei jeder plastischen Verformung auf.

Die Methoden zur Ermittlung der Eigenspannungen in einem Bauteil oder Werkstoff lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen: zerstörende und zerstörungsfreie Prüfmethoden [6]. Das Unternehmen hat einen Messstand für die sogenannte Bohrlochmethode in Betrieb genommen.

Bei der Bohrlochmethode wird die Dehnungsänderung beim Vorgang des Bohrens in ein Material mit Hilfe eines Dehnungs-

se Widerstandsänderung auf, wandelt die mechanische Messgröße in ein elektrisches Signal um und errechnet die vorliegenden Eigenspannungen [7].

Damit auftretende Risse im Bauteil nicht weiterwachsen und im besten Fall geschlossen werden können, wird ein Eigenspannungsverhalten im Druckbereich bei Bauteilen angestrebt.

## OPTIMIERUNG DER ANLAGENTECHNIK

2005 hat das Unternehmen eine vollautomatische Tauchanlage installiert, in der die Stäbe nach dem Schmieden einzeln abgeschreckt werden können. Durch den Transport mittels

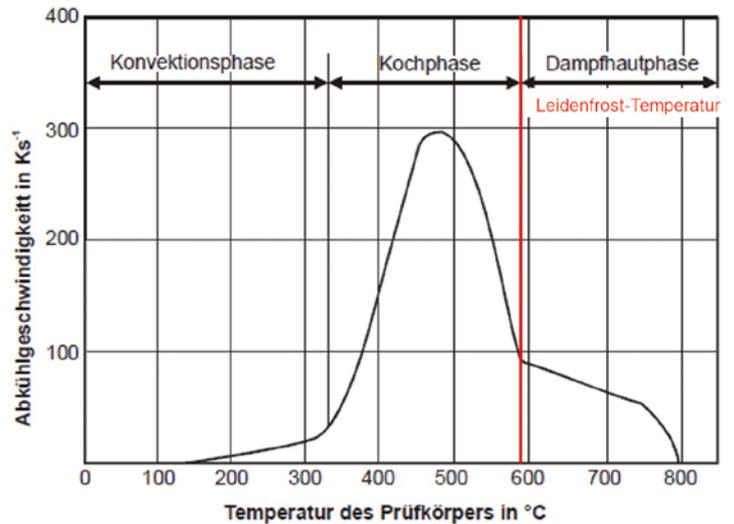
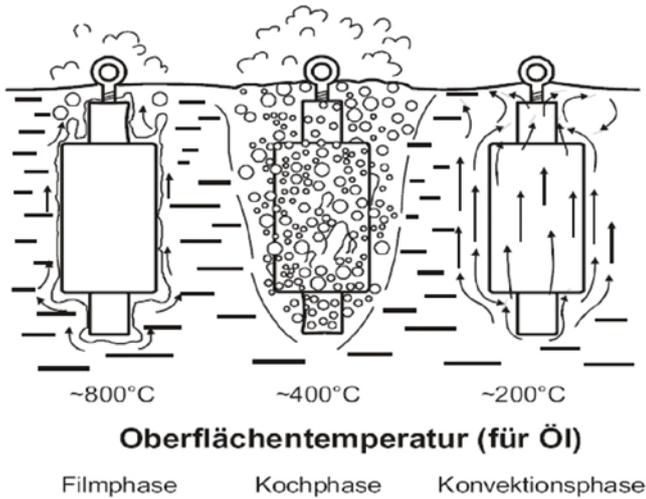


Bild 1: Abkühlphasen im flüssigen Abschreckmedium und Abkühlgeschwindigkeits-Temperatur-Kurve [5]

messstreifens (DMS) oder einer Dehnungsmessrosette detektiert und in die vorliegenden Eigenspannungen umgerechnet. Der für die Bohrlochmethode verwendete Dehnungsmessstreifen ist so aufgebaut, dass die Messung in drei verschiedenen Achsen (axial, radial, tangential) aufgenommen wird. Um das zu vermessende Bauteil oder Werkstück zu präparieren, wird der DMS mittels eines schnelltrocknenden, stark haftenden Klebers auf die Oberfläche des Werkstücks aufgebracht. Anschließend wird ein Loch durch den DMS in das Werkstück gebohrt. Dies führt zu einer Übertragung der Last auf den DMS und die darin enthaltenen Leiterbahnen. Der Abtrag des Werkstoffs stört das Gleichgewicht der Eigenspannungen und setzt diese so frei. Die Leiterbahnen werden durch die mechanische Belastung gedehnt oder gestaucht, wodurch sich der Widerstand der Leiterbahn ändert. Das Messgerät nimmt die



Bild 2: Blick auf die Induktionsanlage im Edelstahlwerk

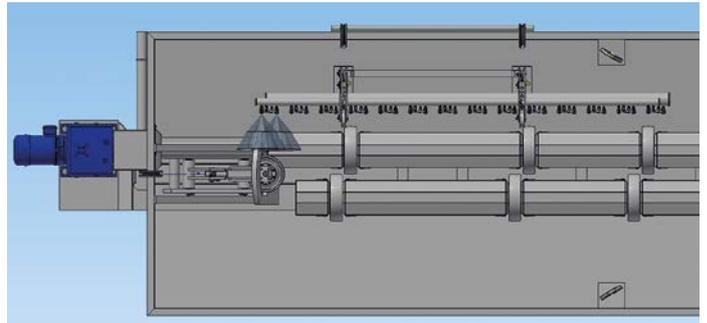
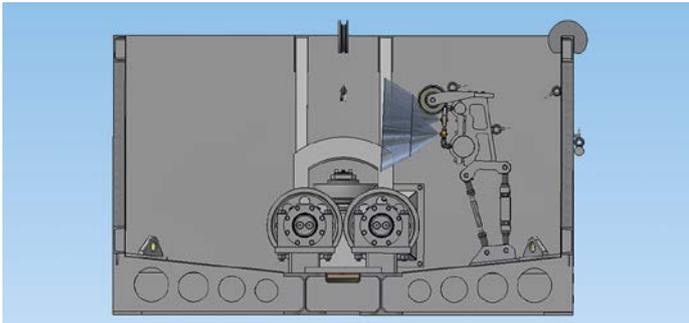


Bild 3: Draufsicht (links) und Vorderansicht (rechts) der Sprühkühlungsanlage

Bild 3: SMB Wildau GmbH

Traversen können die Stäbe separat bewegt und getaucht werden, sodass eine gegenseitige thermische Beeinflussung vermieden werden kann. Das Direktabschrecken aus der Umformhitze hat deutliche Vorteile gegenüber der sonst üblichen Luftablage nach dem Schmieden. Der kritische Temperaturbereich, in dem sich unkontrolliert große Kabride, Nitride oder schädliche Phasen bilden, wird so rasch durchschritten und ein starkes Kornwachstum vermieden. Des Weiteren wird durch diesen neuen Prozessschritt ein separates Härten beim Vergüten ersetzt und Energie eingespart.

2011 wurde die Tauchanlage mit einer Ausgleichsanlage erweitert (passive Isolationskammer), sodass die Temperaturdifferenz zwischen Stabmitte und Staboberfläche ausgeglichen werden kann.

Im nächsten Schritt wurde 2016 eine Induktionsanlage in Betrieb genommen (Bild 2), mit deren Hilfe nichtrostende Stähle gleichmäßig und prozesssicher auf Lösungs- und Austeniti-

siertemperatur gebracht und gehalten werden können. Der mögliche Temperaturverlust an der Schmiedeoberfläche der Stäbe kann durch das induktive Nachwärmen in Kombinationen mit einer pendelnden Bewegung der Stäbe zwischen den Induktionsspulen ausgeglichen und so ein gleichmäßiges Temperaturprofil in den Stäben erzielt werden. In dieser Anlage können Stäbe mit einem Radius von 160 bis 300 Millimetern und Längen von 4 bis 18 Metern nachgewärmt werden [8].

Ebenfalls 2016 wurden eine Sprühkühlungsanlage zur Herstellung von eigenspannungsfreien, niedriglegierten Stählen aufgebaut und erste Betriebsversuche gefahren. Die Grundidee zu dieser Anlage kommt aus dem Bereich der oberflächengehärteten Walzenherstellung. In der Sprühkühlungsanlage werden die Walzen nach dem Härtevorgang geregelt und rasch abgekühlt, sodass eine für die Anwendung benötigte harte Oberfläche und ein zäher Kern entstehen. Zusätzlich sorgt die Sprühkühlung für geringste Eigenspannungen [9]. Die Sprühkühlungsanlage besteht aus einem 10 Meter langem Becken

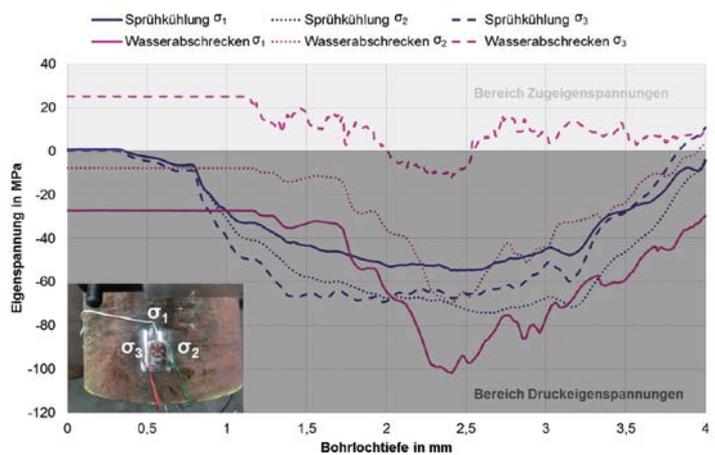
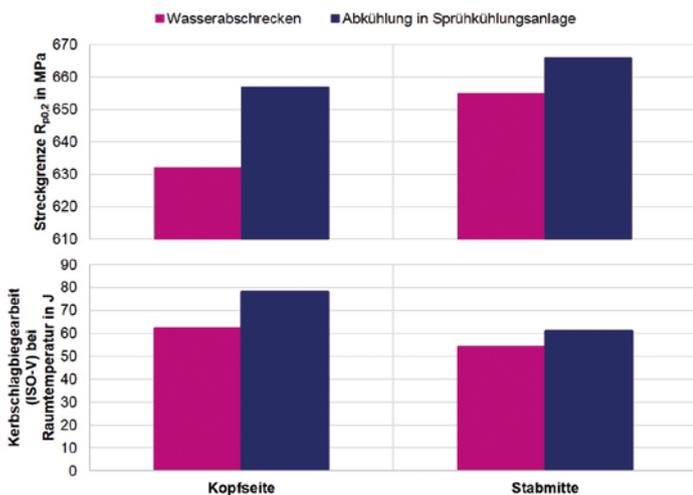


Bild 4: Ergebnisvergleich Wasserabschrecken und Abkühlung in der Sprühkühlungsanlage bezüglich a) Streckgrenze und Kerbschlagbiegearbeit und b) Eigenspannungen

nicht gesondert gekennzeichnete Bilder: Autorin

mit zwei Sprühbalken, die die Länge von 10 Metern abdecken. Das Stabmaterial wird auf Umlenkrollen abgelegt, die konisch zueinander ausgerichtet sind. So nimmt der Stab durch die kontinuierliche Drehung (Richtung wechselt alle 10 Umdrehungen) beim Besprühen eine pendelnde Bewegung auf. In die Anlage können Stäbe mit einem Durchmesser von 350 bis 800 Millimetern eingelegt werden. Der Sprühbalken ist in geradliniger Anordnung mit Flachstrahldüsen besetzt (Bild 3).

Die Anlage sorgt dafür, dass geschmiedetes Stabstahlmaterial nach dem Warmrichten auf Geradheit ohne erneuten Verzug aus der Anlasshitze geregelt und schnell abgekühlt wird.



- [1] Cuddy, L.J.: Metallurgical Transactions A, 12A/7, 1981, S. 1313 – 1320
- [2] Bleck, W. (Hrsg.): Spezielle Werkstoffkunde der Stähle für Studium und Praxis, 2. Auflage, Verlag Mainz, Aachen, 2012
- [3] Eckstein, H.-J.(Hrsg.): Korrosionsbeständige Stähle, 1. Auflage, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie GmbH, Leipzig, 1990
- [4] Hougardy, H.P.: Umwandlung und Gefüge unlegierter Stähle, 2. Auflage, Verlag Stahleisen, Düsseldorf, 1990
- [5] Bleck, W. (Hrsg.): Werkstoffkunde für Studium und Praxis, 3. Auflage, Verlag Mainz, Aachen, 2010
- [6] Bürgel, R.; Richard, H.; Riemer, A.: Werkstoffmechanik-Bauteile sicher beurteilen und Werkstoffe richtig einsetzen, 2. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2014
- [7] ASTM E837, Standard Test Method for Determining Residual Stresses by the hole-drilling Strain Gage Method, 13a
- [8] Beer, S.; Müller, M.; Hippenstiel, F.; Janz, W.: Optimierung der Wärmebehandlung durch eine fortschrittliche Induktionsanlage, ewi – elektrowärme international – Ausgabe 02/2017, 2017, S. 51 – 55
- [9] Fujitsuna, N.; Noakashima, H.; Hino, S.: Manufacturing process of highly hardened back-up rolls for plate rolling mill, IFM (Hrsg.), International Forgemasters Meeting, 15. Auflage, Kobe City: IFM, 2003, pp. 554 – 560

So wird die Versprödungstemperatur zwischen 300 und 500 °C schnell genug durchlaufen und eine mögliche Versprödung verhindert. In Betriebsversuchen untersuchten die Fachleute das optimale Sprühbild (unter anderem durch Analysieren der Parameter Düsenart und -anordnung, Sprühwinkel, benötigte Wassermenge) zur Unterdrückung des Leidenfrost-Effekts und die praxisnahe Temperatureaufnahme sowie die benötigte Abkühlzeit im Vergleich zum klassischen Wasserabschrecken.

Bei einem Betriebsversuch wurden geschmiedete Rundstäbe des Vergütungsstahls 1.8550 (Ø 350 mm) nach dem Anlassen einerseits mit Wasser abgeschreckt und andererseits in der Sprühkühlung abgekühlt. Der Ergebnisvergleich zeigte, dass die Abkühlung in der Sprühkühlungsanlage bei verbesserten mechanischen Eigenschaften eine homogenere Verteilung der Eigenspannungen in allen drei Richtungen im Druckbereich erzielt (Bild 4).

Weitere Betriebsversuche mit niedriglegierten Stahlsorten sowie unterschiedlichen Durchmessern sind geplant, um die bisherigen Erkenntnisse zu verifizieren.

## FAZIT

Die Wärmebehandlung und die Abkühlung bei massivumgeformten Bauteilen haben einen entscheidenden Einfluss auf die resultierenden Eigenschaften und möglichen Verzug. Die BGH Edelstahl GmbH in Siegen konnte durch die Inbetriebnahme der Anlage zum Direktabschrecken aus der Umformhitze sowie zum induktiven Nachwärmen viele metallkundliche Problemstellungen minimieren und so eine prozesssichere und fortwährend hohe Qualität bei hoch- und niedriglegierten Stahlprodukten gewährleisten. Die Anlagentechnik wird derzeit in Bezug auf die verzugsarme Herstellung von niedriglegierten Stahlsorten mittels Sprühkühlung in Kombination mit Eigenspannungsmessungen weiterentwickelt. Auch in Zukunft wird das Unternehmen die Anlagenweiterentwicklung vorantreiben, um die Qualitätsstandards und Leistungsfähigkeit der Stahlprodukte weiter zu steigern.



BGH Edelstahl Siegen GmbH  
Industriestraße 9  
57076 Siegen  
Tel.: +49 271 701-0  
E-Mail: info.siegen@bgh.de  
Internet: www.bgh.de



# screw presses for forging

**steel**

**brass**

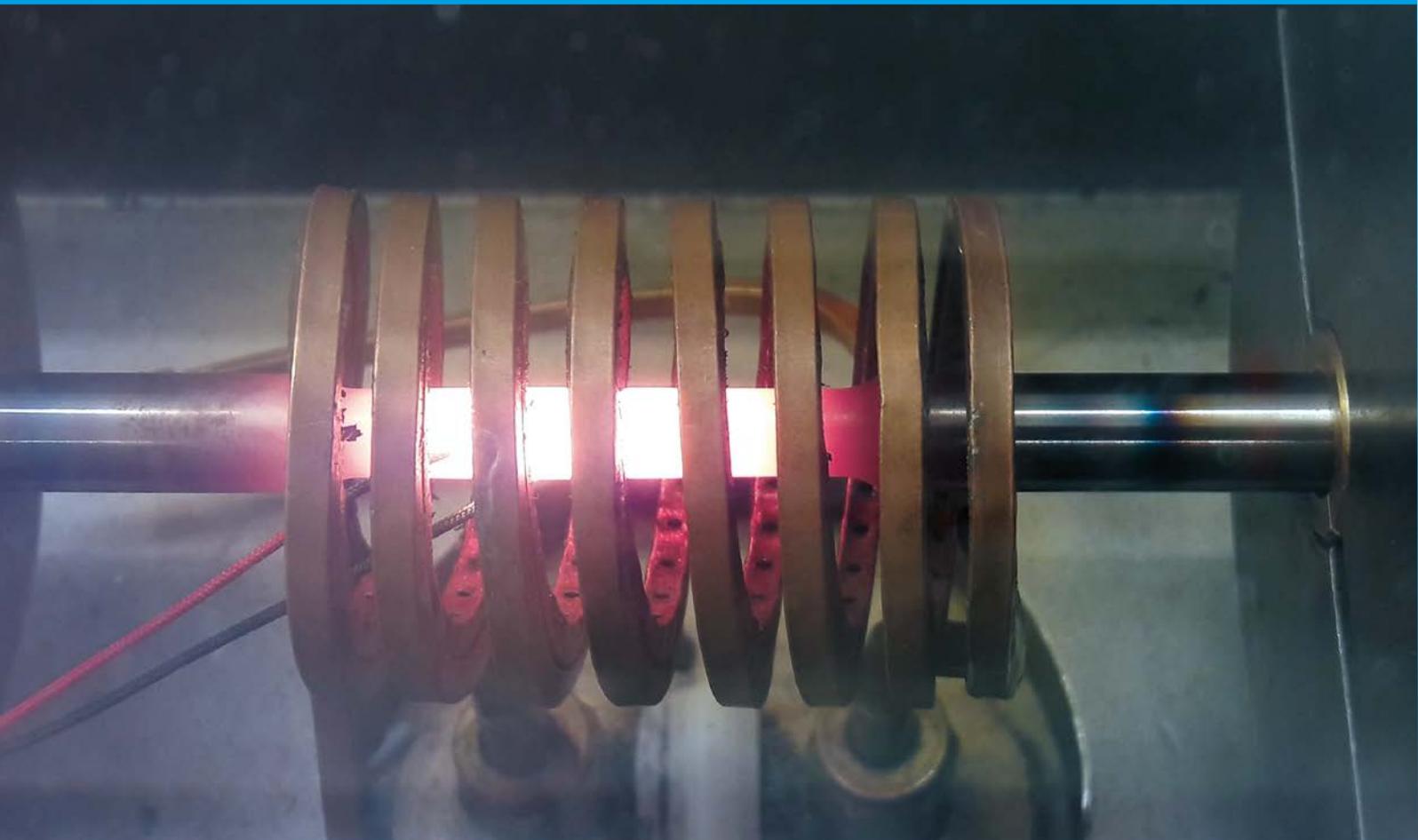
**titanium**

**special alloy**

**aluminium**

**copper**





## Voraussage der Kernrissinitiierung in Querwalzprozessen mithilfe experimenteller und virtueller Methoden

Die durch Finite-Elemente-(FE-)Software gestützte Versagensvoraussage gehört zu den Herausforderungen in der Massivumformung. In einer Studie im Auftrag des Industrieverbands Massivumformung e.V. wurden verschiedene Versagenskriterien anhand innovativer Experimente kalibriert, anschließend in FE-Software implementiert und abschließend auf ihre Anwendbarkeit auf die Kernrissbildung bei Querwalzprozessen geprüft – sowohl in der Warm- als auch in der Kaltumformung.

## AUTOREN



**Tim Komischke, MSc. ETH**

war zum Zeitpunkt der Studie wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institute of Virtual Manufacturing (IVP) an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich



**Prof. Dr. Pavel Hora**

ist Institutsvorsteher des Institute of Virtual Manufacturing (IVP) an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich



**Dipl.-Ing. Harald Hermanns**

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Labor für Massivumformung (LFM) der Fachhochschule Südwestfalen in Iserlohn



**Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Michael Marré**

leitet das Labor für Massivumformung (LFM) der Fachhochschule Südwestfalen in Iserlohn



**Dr.-Ing. Koos van Putten**

ist Gruppenleiter Umformsimulation bei der SMS group GmbH in Mönchengladbach



**Dominik Wick, M.Sc.**

ist Leiter der Abteilung Entwicklung Kaltmassivumformung bei der EJOT GmbH & Co. KG in Bad Berleburg

Umformprozesse werden üblicherweise vor dem Try-Out an der Presse mit Hilfe von FE-Simulationen auf ihre Machbarkeit untersucht. Dies kann unter anderem Nacharbeitskosten und Zeit bei der Inbetriebnahme an der Presse einsparen. Weiterhin als schwierig erweist sich jedoch die FE-Softwaregestützte Versagensvorausage in der Massivumformung. Unter den vielzähligen Versagenskriterien hat sich bisher keines als allgemeingültig für alle Umformprozesse herausgestellt. Zudem fehlen standardisierte Versuche, welche das sehr große Feld an möglichen Belastungszuständen hinreichend genau abdecken würden. Die Studie untersuchte im warmen Zustand den Werkstoff 16MnCrS5 (1.7139), im kalten Zustand 20MnB4 (1.5525).

### VORGEHEN

Wie Bild 1 illustriert, untersuchte die Forschungsgruppe beide Materialien zunächst experimentell. Dabei analysierte sie sowohl das Fließverhalten als auch das experimentelle Bruchverhalten. Um die Befunde in Erkenntnisse zum Spannungs-

und Dehnungszustand zu überführen, wurden die Experimente anschließend anhand von FE-Software simuliert. So ließen sich die Zustände bestimmen, unter denen der Bruch für die Materialien eingetreten ist. Diese Spannungs- und Dehnungswerte verwendeten die Experten, um die Parameter verschiedener Versagensmodelle für beide Materialien zu ermitteln und diese als Subroutinen in eine für FE-Software gebräuchliche Formulierung zu überführen. Um den Beginn der Kernrissbildung zu bestimmen, wurden im nächsten Schritt Querwalz-Validierungsexperimente durchgeführt und die erzeugten Werkstücke auf Kernrisse untersucht.

Abschließend ließ sich eine FE-Simulation dieser Querwalzprozesse unter Verwendung der zuvor erstellten Subroutine erstellen. Anhand dieser Subroutine wurde vorausgesagt, wann der Riss im Kern rechnerisch eintreten sollte, in Abhängigkeit der verschiedenen Versagenskriterien. Ein Vergleich des experimentell beobachteten Rissbeginns mit dem rech-

### Herleitung Schädigungsroutinen für FE-Software



### Validierung der Anwendbarkeit in Querwalzprozessen

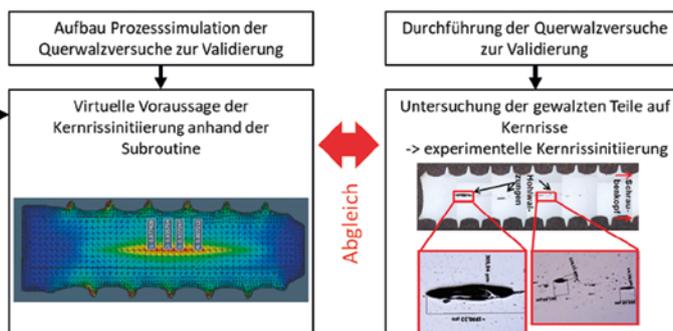


Bild 1: Vorgehen zur Parameteridentifikation der Versagenskriterien, Implementation in FE-Software und anschließender Validierung der Anwendbarkeit auf Querwalzprozesse

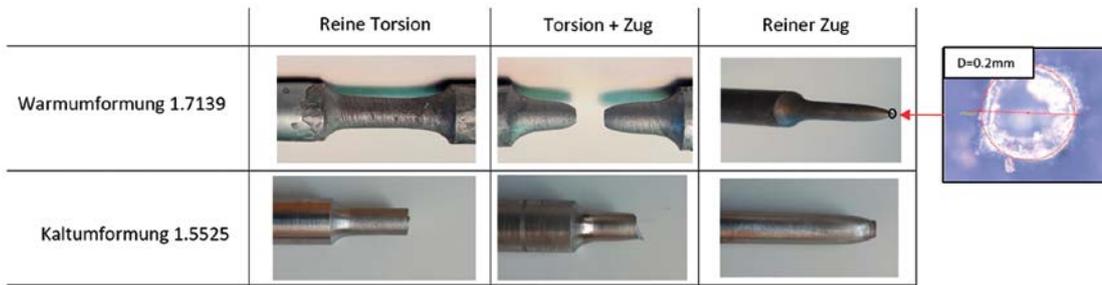


Bild 2: Ergebnisse der Bruchversuche für Warm- und Kaltumformung für die verschiedenen Belastungszustände

nerisch vorausgesagten Rissbeginn ermöglichte eine Bewertung der Anwendbarkeit der verschiedenen Versagenskriterien auf Querwalzprozesse.

**EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG DES MATERIALVERHALTENS**

Um das Fließverhalten beider Materialien zu analysieren, untersuchten die Experten 16MnCrS5 (1.7139) für Temperaturen zwischen 1.050 °C und 1.250 °C und 20MnB4 (1.5525) zwischen Raumtemperatur und 250 °C. Die Ergebnisse wurden dann mathematisch approximiert und dienten für alle folgenden numerischen Simulationen als Fließkurven. Die Ergebnisse werden hier nicht ausführlich dargestellt, aber sind in [1] zu finden.

Anschließend entwickelte die Forschungsgruppe eine Methodik, um das Bruchverhalten der Materialien experimentell zu untersuchen. Hierzu verwendete sie Torsionsproben und Torsionsproben mit überlagertem Zug sowie ungekerbte und gekerbte Zugproben. In der Warmumformung konnte nur unter reiner Torsion nie ein Probenbruch beobachtet werden. Dagegen entstand in der Kaltumformung bei allen Proben ein Probenbruch, wie in Bild 2 dargestellt. Auch unter reinem Zug ist erkennbar, dass die Umformbarkeit in der Warmumformung extrem hoch ist. Dies macht der geringe Restquerschnitt bei Probenbruch deutlich. Untersucht wurden auch die Temperatur und die Dehnratenabhängigkeit des Bruchverhaltens [1].

**SIMULATIVE ÜBERPRÜFUNG DER VERSUCHE**

Im Anschluss an die Experimente wurden FE-Modelle der Versuche in der FE-Software Simufact Forming aufgebaut und die Versuche bis zum experimentell beobachteten Bruch nachsimuliert. Aus diesen Simulationen wurde dann für jedes Experiment eine zugehörige Dehnung bis zum Bruch herausgelesen und die zugehörigen Spannungswerte (Triaxialität, normierter Lodewinkel-Parameter). Ausgelesen wurden diese Werte jeweils im kritischen Partikel, also an dem Punkt der Probe, an dem der Bruch bekanntermaßen beginnt. Für die Versuche der Warmumformung richtete sich besondere Aufmerksamkeit auf die Temperatur und die Dehnraten während der Umformung, da diese das Materialversagen ebenfalls beeinflussen.

Die simulativ-experimentell ermittelten Daten zum Bruchverhalten der Proben unter verschiedenen Belastungszuständen dienten dazu, die Parameter verschiedener Versagenskriterien für diese Materialien zu bestimmen. Zunächst galt es jedoch zu ermitteln, welche Versagenskriterien für die zwei Anwendungsfälle Warmumformung/Kaltumformung aussichtsreich erscheinen. Im Falle der Kaltumformung waren dies das Johnson-Cook-Kriterium [4] sowie das Mohr-Coulomb-Bruchkriterium [5]. Während das Johnson-Cook-Kriterium die Bruchdehnung nur in Funktion der Spannungs-Triaxialität definiert, verwendet das Mohr-Coulomb-Kriterium darüber hinaus noch den normierten Lodewinkel-Parameter [1].

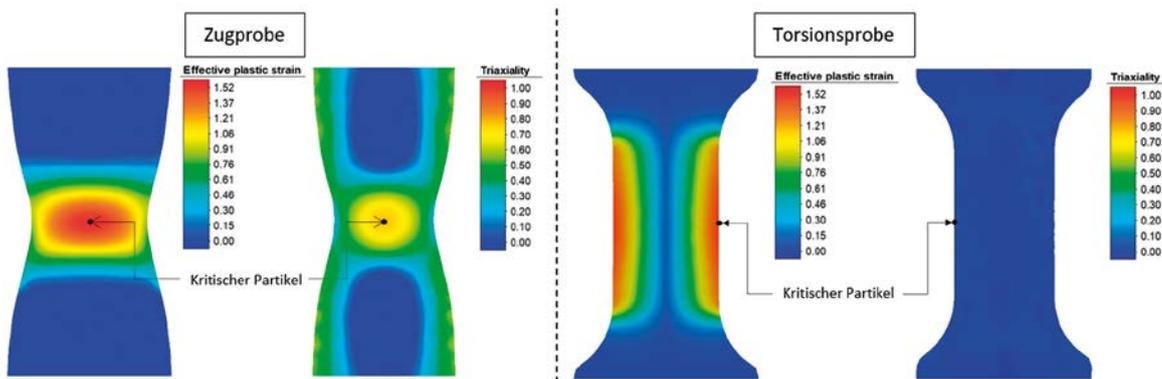


Bild 3: Simulierte Dehnungs- und Spannungszustände über Zug- und Torsionsproben (Kaltumformung) sowie Positionen der kritischen Partikel

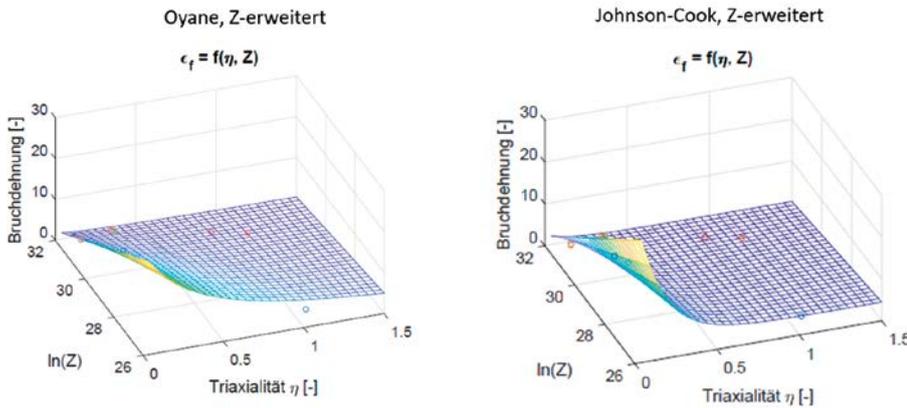


Bild 4: Darstellung der zwei aussichtsreichsten Kriterien zur Anwendung in der Warmumformung im Raum aus Bruchdehnung, Triaxialität und  $\ln(z)$

Aussichtsreich für die Warmumformung erscheinen einer Literaturrecherche zufolge ein Johnson-Cook-Kriterium, das um den Zehner-Hollomon-Parameter  $z$  erweitert wird, sowie ein  $z$ -erweitertes Oyane-Kriterium [2]. Der Parameter  $z$  beinhaltet die Temperatur und die Dehnrates, zwei relevante Größen für das Bruchverhalten in der Warmumformung [2], [3]. Die Verwendung des Zehner-Hollomon-Parameters ist ein innovativer Ansatz, der sich noch nicht als Stand der Technik etabliert hat. Die hier verwendeten Kriterien für die Warmumformung sind also abhängig von der Spannungs-Triaxialität und dem Zehner-Hollomon-Parameter. Beispielhaft sind in Bild 4 nur die sich ergebenden Kriterien zur Anwendung in der Warmumformung illustriert.

Alle Versagenskriterien wurden jeweils in Subroutinen in Fortran geschrieben und anschließend in Simufact Forming eingebunden. Die eigentliche Schädigungsberechnung erfolgt inkrementell, pro Inkrement und Integrationspunkt über eine Uloop-Routine. Die berechneten Werte werden anschließend über eine plotv-Routine ausgegeben.

**QUERWALZVERSUCHE ZUR VALIDIERUNG**

Die Querwalzversuche zur Validierung in der Warmumformung fanden im Labor für Massivumformung (LFM) an der Fachhochschule Südwestfalen statt. Sie wurden mit dem Werk-

stoff 17139 mit einem Ausgangsdurchmesser von 36,0 mm bei einer Umformtemperatur von 1.200 °C auf einer Querkeilwalz-Versuchseinrichtung durchgeführt. Unter realistischen, praxisnahen Randbedingungen des Querkeilwalzens konnten keine Kernrisse erzeugt werden. Daher ließ sich in der Simulation des Querkeilwalzens auch nur testen, ob die Routine korrekt voraussagt, dass keine Kernrisse eintreten werden.

Die hohe Flexibilität der LFM-Versuchsanlage ermöglicht auch eine definierte Umformung mit ebenen Werkzeugen. Diese Prozessgestaltung entspricht dem im ETH ausgeführten Simulationsaufbau. Die Walzversuche mit den ebenen Werkzeugen wurden mit den gleichen Randparametern durchgeführt wie die Querwalzversuche. Die Ergebnisse zeigen deutliche Kernaufreißungen nach acht Überrollungen und bestätigen damit die ETH-Simulationsergebnisse (Bild 5).

**VIRTUELLE VORAUSSAGE DER KERNRISSINITIIERUNG ANHAND DER SUBROUTINE**

Die Validierungssimulationen wurden jeweils in Simufact Forming mit exakt den Geometrien aufgesetzt, die im realen Prozess Anwendung fanden. Die Subroutinen sind so kalibriert, dass ab einer Schädigung von 100 Prozent ein Riss im Werkstück auftreten sollte. Für geringere Schädigungen sollte kein Riss erkennbar sein. Um zu beurteilen, wie genau die Versa-

**Simulationsergebnisse**

Ergebnisse (Prozessdauer 5sek):

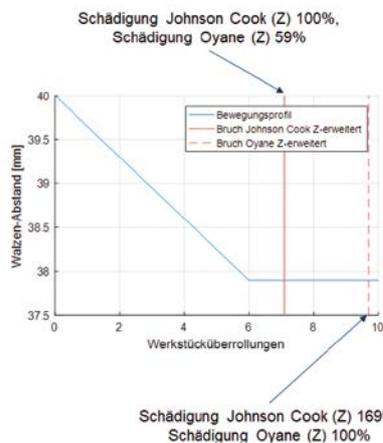
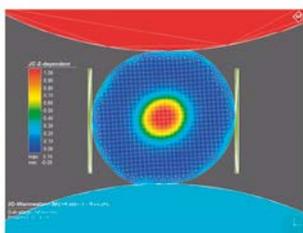


Bild 5: Gegenüberstellung der Ergebnisse von Simulationsmodell und Warmumformung beim Walzvorgang mit ebenen Werkzeugen (links: Simulationsmodell, rechts: Kernaufreißung beim Walzversuch nach acht Überrollungen)

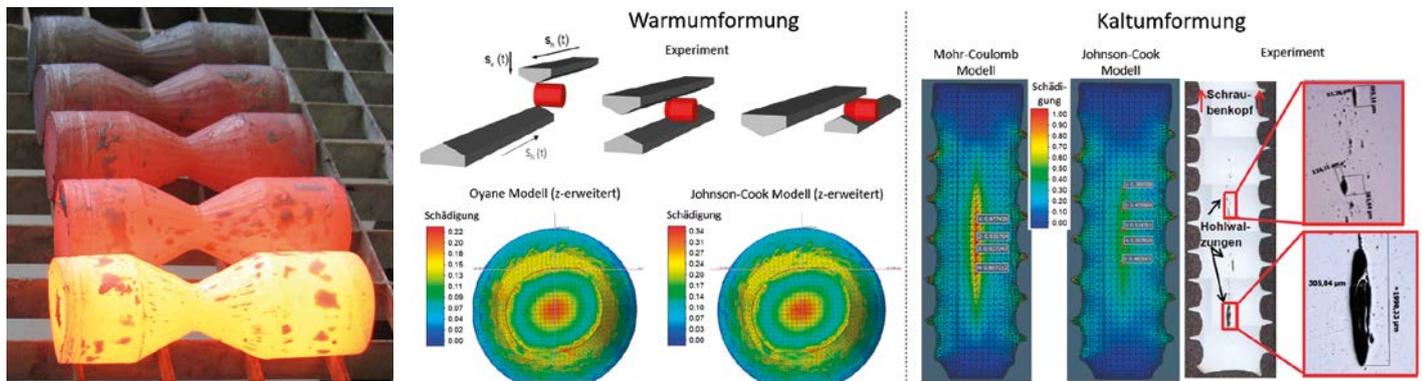


Bild 6: Experimenteller Aufbau und simulierte Schädigungswerte im Kern, links: Warmumformung, rechts: Kaltumformung

Bilder: Autoren

gensvoraussage den Beginn des Risses voraussagt, wurden die Schädigungswerte im Kern zum Zeitpunkt der experimentell beobachteten Rissinitiierung bestimmt. Da für die Warmumformung kein experimenteller Riss erzeugt wurde, konnte die Untersuchung hier nur bestimmen, ob die simulierten Schädigungswerte korrekterweise unter 100 Prozent liegen.

Bild 6 links unten zeigt, dass die Validierungssimulation der Warmumformversuche die kritische Stelle korrekt im Kern voraussagt und dort eine Schädigung nach Oyane von 22 Prozent und nach Johnson-Cook von 34 Prozent liefert. Da beide Werte weit unter den theoretischen 100 Prozent liegen, welche den Rissbeginn signalisieren, sagt die Modellierung korrekt voraus, dass kein Riss auftreten wird.

Wie Bild 6 rechts zeigt, lag die kritisch vorausgesagte Stelle in der Kaltumformung ebenfalls im Kern, wie experimentell bestätigt. Die simulierte Schädigung für das Mohr-Coulomb-Bruchkriterium lag bei experimentell ermitteltem Rissbeginn bei 94 Prozent. Das liegt sehr nah an den theoretischen 100 Prozent, die zu Rissbeginn angezeigt werden sollten. Im Gegensatz dazu lag das Johnson-Cook-Kriterium zu Rissbeginn nur bei knapp 50 Prozent. Es ist damit für die Versagensvoraussage in diesem Prozess deutlich ungenauer als das Mohr-Coulomb-Kriterium.

## FAZIT UND AUSBLICK

Für die Voraussage der Kernrissinitiierung bei Querwalzprozessen unter kalten Bedingungen scheint das Mohr-Coulomb-Modell sehr gut geeignet. Für die Warmumformung konnte korrekt vorausgesagt werden, dass kein Kernriss auftreten wird. Zur Feststellung, wie genau die beiden untersuchten Versagensmodelle der Warmumformung eine Kernrissinitiierung voraussagen, müssen Werkstoffe und Legierungen herangezogen werden, die auch in der Warmumformung zu Kernrissen führen.



[1] Abschlussbericht zur Studie IMU 56, 2019

[2] Zhang; X.-M.; Zeng, W.-D.; Ying; S.; Y.-G. Zhou; Y.-G.; Zhao, Y.-Q.; Huan; W.; Yu, H.-Q.: Fracturecriterion for predicting surface cracking of ti40 alloy in hot forming processes. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 19(2):pp. 267–271, 2009

[3] Alexandrov, S.; Wang, P.; Roadman, R.: A fracture criterion of aluminum alloys in hot metal forming. Journal of materials processing technology, 160(2): pp. 257–265, 2005

[4] Johnson, G. R.; Cook, W. H.: Fracture characteristics of three metals subjected to various strains, strain rates, temperatures and pressures. Engineering fracture mechanics, 21(1): pp. 31–48, 1985

[5] Yuanli Bai; T. W.: Application of extended Mohr-Coulomb criterion to ductile fracture. International Journal of Fracture, 161, pp. 1–20, 2010



Folgenden Projektbeteiligten sei Dank für die Zusammenarbeit ausgesprochen: Die Hirschvogel Eisenach GmbH beschaffte das nötige Material, während die SMS Group die Probenfertigung sowie die Validierungssimulationen für 1.7139 übernahm. Die Validierungsexperimente für 1.7139 führte das LFM, Fachhochschule Südwestfalen durch. Die EJOT Gruppe führte Versuche und Experimente zur Validierung für 1.5525 durch. Alle übrigen Versuche, Simulationen und Auswertungen führte das IVP der ETH Zürich durch.



seit 1863

# Die beste Qualität ist oberstes Ziel

Unsere nahezu lückenlose Palette klassischer Werkzeugmaschinen für die Umformtechnik reicht von **hydraulischen Pressen**, **Gesektschmiedehämmern**, **Gegenschlaghämmern** über **Spindelpressen**, **Vorformaggregate**, **Reck- und Querkeilwalzen** bis hin zu **Automatisierungen von Maschinen und Anlagen**, einem Schwerpunkt des heutigen Programms.



## Aktuelle Anwendungsbereiche:

- Fahrzeugbau
- Eisenbahntechnik
- Luftfahrtindustrie
- Schiffbau
- Medizintechnik
- Hausgerätetechnik
- Handwerkzeugherstellung
- Maschinenbau
- Landmaschinenbau
- Erneuerbare Energien
- Kraftwerksbau
- Armaturenindustrie
- Offshoreindustrie
- Bergbau

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





Bild: Martin Braun

## Aachener Forum Freiformschmieden und Ringwalzen

Das Institut für Bildsame Formgebung lädt am 11. November 2019 zum Aachener Forum Ringwalzen und am 12. November 2019 zum Aachener Forum Freiformschmieden ein. Zielsetzung der Foren ist es, einen technischen Austausch über das Freiformschmieden und Ringwalzen zu ermöglichen und die Kooperationen zwischen der Schmiede- und Ringwalzindustrie sowie Forschungsinstituten zu vertiefen. Der Austausch zu aktuellen Themen und Herausforderungen fördert die Entwicklung, Innovation und Weiterbildung.

Hierzu wurden verschiedene Themenschwerpunkte definiert. Das Forum Freiformschmieden setzt dabei den Themenfokus auf „Industrie 4.0“ im Freiformschmieden. Hierzu stellt das IBF Vorträge zu aktuellen Forschungsthemen zur schnellen Prozessmodellierung und Stichplanoptimierung im Freiformschmieden vor.

Im Ringwalzen wird ebenfalls das Thema Industrie 4.0 in den Schwerpunkt gerückt sowie erstmalig eine neue Walzstrategie nach der „KoSigma Technologie“ vorgestellt. Zusätzlich hierzu werden weitere Themen aus der Forschung vorgestellt, zum Beispiel die Möglichkeiten für die Prozessauslegung sowohl für konventionelle als auch für spezielle Verfahrensvarianten.

Flyer beider Veranstaltungen finden Sie unter: [www.ibf.rwth-aachen.de](http://www.ibf.rwth-aachen.de) Bei Rückfragen oder zur Anmeldung wenden Sie sich an Martin Wolfgarten, Telefon: +49 241 809-7624 oder E-Mail: [martin.wolfgarten@rwth-aachen.de](mailto:martin.wolfgarten@rwth-aachen.de).



## 26. Sächsische Fachtagung Umformtechnik (SFU) in Dresden

Unter dem Motto „Analyse – Modellierung – Verbesserung von Umformprozessen“ werden anlässlich der 26. Sächsischen Fachtagung für Umformtechnik am 11. und 12. Dezember 2019 Teilnehmer aus Industrie und Forschung in Dresden aktuelle umformtechnische Entwicklungen und Fragestellungen in Kurzvorträgen vorstellen und in Workshops intensiv diskutieren. Die Professur Formgebende Fertigungsverfahren der Technischen Universität Dresden lädt dazu alle interessierten Fachbesucher ein.

Thematische Schwerpunkte der diesjährigen Konferenz sind die eigenschaftsorientierte Fertigung von Bauteilen sowie moderne und neuartige Ansätze zur Analyse und Modellierung von Umformprozessen (Finite-Element-Methode, Künstliche Intelligenz) mit dem Ziel der Prozessverbesserung beziehungsweise -robustifizierung. Die Abendveranstaltung wird Gelegenheit bieten, in gemütlichem Rahmen über die vorgestellten Themen und Lösungsansätze zu diskutieren. Firmen und Unternehmen der Branche werden sich zudem als Industrieaussteller im Foyer präsentieren.

Weitere Informationen zur Veranstaltung und zur Anmeldung finden Sie unter <https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/if/ff>.

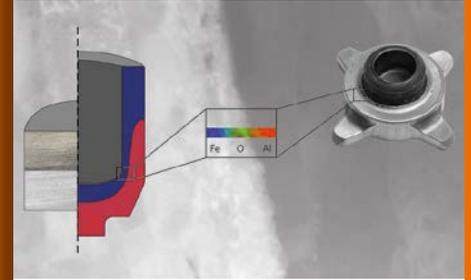


Bild: VDI

## VDI Wissensforum – 35. Jahrestreffen der Umformbranche in Düsseldorf

Das VDI Wissensforum lädt zum jährlichen Treffen der Massivumformer. Vom 26. bis 27. Februar 2020 werden in Düsseldorf erneut knapp 300 Teilnehmer zum traditionellen Umformtreffen erwartet. Neben den klassischen Umformthematiken stehen Trendthemen wie die Additive Fertigung, E-Mobilität und neue Werkstoffe im Fokus.

Unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Peter Groche vom Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) der TU Darmstadt veranstaltet das VDI Wissensforum zum 35. Mal das Jahrestreffen der Kaltmassivumformer. Parallel findet die 8. VDI-Fachtagung Warmmassivumformung statt. Leiter der Tagung ist Herr Dr. Hendrik Schafstall (simufact engineering). Die Teilnehmer haben die Möglichkeit, mit nur einem Ticket an den beiden Veranstaltungen teilzunehmen und individuell zwischen den Vorträgen zu wechseln. Die Veranstaltung bietet umfassende Möglichkeiten zum Wissenstransfer und Informationsaustausch in der Kalt- und Warmmassivumformung. Erfahrene Experten berichten von aktuellen Trends und Entwicklungen und stehen für Fragen zur Verfügung. Interessierte Unternehmen haben die Möglichkeit Ihr Know-how und Ihre Entwicklungen in der Fachausstellung zu präsentieren.

Frau Cordes steht Interessenten beim VDI Wissensforum gerne für Auskünfte zur Veranstaltung zur Verfügung: Telefon: +49 211 6214 677, E-Mail: [cordes\\_c@vdi.de](mailto:cordes_c@vdi.de).



## UKH 2020 – Aktuelle Entwicklungen in der Umformtechnik

Im Rahmen des 23. Umformtechnischen Kolloquiums Hannover (UKH) werden am 4. und 5. März 2020 aktuelle Entwicklungen in der Umformtechnik von Entscheidungsträgern aus der Industrie und Wissenschaft thematisiert. Schwerpunkte beider Tage sind „Innovative Prozesse und Anlagen der Umformtechnik“, „Prozessauslegung und -optimierung“ sowie „Herstellung hybrider Hochleistungsbauteile“. Weitere Informationen sowie die Möglichkeit zur Anmeldung unter [www.ukh2020.de](http://www.ukh2020.de).



## SCT 2020 – Call for Papers endet am 30.09.2019

Vom 14. bis 18. Juni 2020 findet die 6th International Conference on Steels in Cars and Trucks in Mailand statt. Mehr als 500 Teilnehmer werden die SCT besuchen, um an über 150 Präsentationen aus Industrie und Forschung teilzunehmen. Neben den Hauptthemen rund um „Steel Components in Cars and Trucks“ gibt es ein Spezialthema zu „LIGHTWEIGHT forging“.

Der Industrieverband sowie die Initiative Massiver Leichtbau sind offizieller Supporter der SCT 2020 und werden die Konferenz als Aussteller und als Referenten mitgestalten. Alle Projektpartner der Initiative haben die Möglichkeit, die erarbeiteten Leichtbaulösungen einem breiten Publikum auf einer Ausstellungsfläche oder als Vortrag zu präsentieren. Der Call for Papers endet am 30.09.2019 – sichern Sie sich Ihre Teilnahme!



Bild: imf

## MEFORM 2020: Werkstoffkennwerte für smarte Umformtechnologien

Das Institut für Metallformung (imf) der TU Bergakademie Freiberg lädt vom 19. bis 20. März 2020 zur alljährlichen Tagung MEFORM ein. Unter dem Motto „Werkstoffkennwerte für smarte Umformtechnologien“ wollen die Gastgeber den Teilnehmern zeigen, welche Ansätze wir auf diesen Gebieten verfolgen, und gemeinsam diskutieren, welche Rolle Werkstoffkennwerte und ihre Ermittlung für die Entwicklung und Regelung effizienter Prozesse und Prozessketten in einer zunehmend digitalisierten Umformtechnik spielen. Das imf spricht hierzu insbesondere Studenten, Wissenschaftler und Ingenieure aus Forschung und Industrie an, ihre aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Kennwertgenerierung und -anwendung im Kontext der Diskussion zum Thema „Industrie 4.0“ zu präsentieren. Im Rahmen einer Firmenausstellung können Unternehmen Ihr Portfolio allen Konferenzteilnehmern präsentieren.

Ziel ist es, neue Ergebnisse und aktuelle Trends aus dem Forschungsgebiet „Kennwerte“ zu präsentieren und den besonderen Fokus auf thermisch-mechanisch gekoppelte Prozesse zu legen. Neben dem üblichen Einsatz von Werkstoffmodellen sollen auch Methoden zur automatisierten Kennwertaufzeichnung diskutiert werden. Eine Vision ist dabei die autonome Datenaufnahme aus dem Produktionsprozess samt Rückkopplung auf die Prozessregelung.

Die Konferenz startet bereits am 18. März mit einem Vorabendtreffen im Technikum des Instituts. Weitere Informationen zur Veranstaltung, zur Anmeldung und zu Ausstellungsmöglichkeiten finden Sie unter <https://tu-freiberg.de/fakult5/imf/institut/veranstaltungen/meform-2020> oder unter [meform2020@imf.tu-freiberg.de](mailto:meform2020@imf.tu-freiberg.de).



## CastForge mit Neuauflage in 2020

Vom 16. bis 18. Juni 2020 geht die CastForge in Stuttgart in die Fortsetzung. Der klare Fokus auf Guss- und Schmiedeteile und deren Bearbeitung hat bei der Premiere der Fachmesse alle überzeugt. „Auch 2020 werden Einkäufer, Entwickler und Konstrukteure auf der CastForge schnell, effizient und bedarfsspezifisch hochwertige und einbaufertige Guss- und Schmiedeteile sowie spezialisierte Bearbeiter finden“, so Gunnar Mey, Abteilungsleiter Industriemessen bei der Messe Stuttgart.

Zur CastForge 2020 werden zahlreiche neue Aussteller ihr Portfolio präsentieren. „Zur Premiere waren wir als Besucher vor Ort und konnten uns selbst ein Bild vom Messekonzept machen“, erklärt Carmelo Maffia, Head of Customer Focus Team Industry bei der Leiber Group. Der kompakte Überblick, den die Fachmesse bietet, nennt das Unternehmen als einen Grund für die Teilnahme 2020.

Die Anmeldephase ist gestartet. Unter [www.castforge.de/aussteller](http://www.castforge.de/aussteller) werden finden Interessenten alle Informationen.

# VERANSTALTUNGEN

07.10.2019 bis 09.10.2019	<b>28. AACHENER KOLLOQUIUM FAHRZEUG- UND MOTORENTECHNIK</b> Kolloquium des Instituts für Kraftfahrzeuge (ika) und des Lehrstuhls Verbrennungskraftmaschinen (vka) der RWTH Aachen University Weitere Informationen: <a href="http://www.aachener-kolloquium.de">www.aachener-kolloquium.de</a>	AACHEN
08.10.2019 bis 09.10.2019	<b>FERTIGUNGSTECHNISCHES KOLLOQUIUM 2019</b> Fachtagung des Produktionstechnischen Zentrums Stuttgart (PZS) der Universität Stuttgart Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	STUTTGART
07.10.2019 bis 10.10.2019	<b>38. MOTEK 2019</b> Internationale Fachmesse für Produktions- und Montageautomatisierung Weitere Informationen: <a href="http://www.motek-messe.de">www.motek-messe.de</a>	STUTTGART
29.10.2019 bis 30.10.2019	<b>BETRIEBSFESTIGKEIT</b> Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	DARMSTADT
05.11.2019 bis 07.11.2019	<b>CQI AUDITOR (CQI-9, CQI-11 UND CQI-12)</b> Seminar der Schmiede-Akademie in Zusammenarbeit mit der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
06.11.2019 bis 07.11.2019	<b>UMFORMTECHNISCHES GRUNDWISSEN FÜR NICHT-TECHNIKER</b> Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
10.11.2019 BIS 16.11.2019	<b>AGRITECHNIKA HANNOVER</b> Weltleitmesse für Landtechnik Weitere Informationen: <a href="https://www.agritechnica.com/de/">https://www.agritechnica.com/de/</a>	HANNOVER
11.11.2019	<b>DER WEG ZUM HOCHWERTIGEN UMFORMTEIL – STABILE ABLÄUFE</b> Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
11.11.2019 bis 12.11.2019	<b>AACHENER FORUM RINGWALZEN UND AACHENER FORUM FREIFORMSCHMIEDEN</b> Wissenschaftlicher und technischer Austausch am Institut für Bildsame Formgebung der RWTH Aachen, siehe Mitteilung auf Seite 72 Weitere Informationen: <a href="http://www.ibf.rwth-aachen.de">www.ibf.rwth-aachen.de</a>	AACHEN
12.11.2019 bis 13.11.2019	<b>LAYERED PROCESS AUDIT IN DER STAHL- UND METALLVERARBEITUNG</b> Seminar der Schmiede-Akademie in Zusammenarbeit mit der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	BAD BELZIG
13.11.2019 bis 14.11.2019	<b>19. INTERNATIONALE KOLLOQUIUM WERKZEUGBAU MIT ZUKUNFT</b> Kolloquium des Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT der RWTH Aachen Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	AACHEN

14.11.2019	<b>VON DER REKLAMATION BIS ZUM VERSICHERUNGSFALL</b> Seminar der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
18.11.2019	<b>DER WEG ZUM HOCHWERTIGEN UMFORMTEIL – SICHERE QUALITÄTSPRÜFUNG</b> Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
19.11.2019 bis 22.11.2019	<b>FORMNEXT</b> Internationale Fachmesse für additive Fertigungstechnologien, 3D-Druck sowie Werkzeug- und Formenbau Näheres unter: <a href="https://formnext.mesago.com">https://formnext.mesago.com</a>	FRANKFURT/MAIN
20.11.2019	<b>STANDMENGENSTEIGERUNG BEI SCHMIEDEGESEKENKEN</b> Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
21.11.2019	<b>KALTSCHEREN – GEWUSST WIE</b> Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
25.11.2019	<b>KARTELLRECHT</b> Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
28.11.2019	<b>FMEA-HARMONISIERUNG VDA UND AIAG</b> Seminar der Schmiede-Akademie in Zusammenarbeit mit der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
10.12.2019 bis 11.12.2019	<b>TOLERANZEN FÜR MASS, FORM UND LAGE</b> Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
11.12.2019 bis 12.12.2019	<b>26. SÄCHSISCHE FACHTAGUNG FÜR UMFORMTECHNIK (SFU)</b> Fachtagung der Professur Formgebende Fertigungsverfahren der Technischen Universität Dresden, siehe Mitteilung auf Seite 72 Weitere Informationen: <a href="https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/if/ff">https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/if/ff</a>	DRESDEN
11.02.2020 bis 13.02.2020	<b>DGQ-INTERNER AUDITOR NACH ISO 19011</b> Seminar der Schmiede-Akademie in Zusammenarbeit mit der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) Weitere Informationen: <a href="http://www.massivumformung.de/veranstaltungen">www.massivumformung.de/veranstaltungen</a>	HAGEN
26.02.2020 bis 27.02.2020	<b>35. JAHRESTREFFEN DER KALTMASSIVUMFORMER 8. VDI-FACHTAGUNG WARMMASSIVUMFORMUNG</b> Kombinierte Tagung des VDI Wissensforum GmbH, siehe Mitteilung auf Seite 72 Weitere Informationen: <a href="http://www.vdi-wissensforum.de">www.vdi-wissensforum.de</a>	DÜSSELDORF

# VERANSTALTUNGEN

04.03.2020 bis 05.03.2020	<b>23. UMFORMTECHNISCHES KOLLOQUIUM HANNOVER (UKH)</b> Konferenz des Hannoverschen Forschungsinstituts für Fertigungsfragen e. V. (HFF) und dem Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover, siehe Mitteilung auf Seite 73 Weitere Informationen: <a href="http://www.ukh2020.de">www.ukh2020.de</a>	<b>HANNOVER</b>
19.03.2020 bis 20.03.2020	<b>MEFORM 2020</b> Konferenz des Instituts für Metallformung der TU Bergakademie Freiberg siehe Mitteilung auf Seite 73 Weitere Informationen: <a href="https://tu-freiberg.de/fakult5/imf/institut/veranstaltungen/meform-2020">https://tu-freiberg.de/fakult5/imf/institut/veranstaltungen/meform-2020</a>	<b>FREIBERG</b>
26.03.2020 bis 27.03.2020	<b>AACHENER STAHLKOLLOQUIUM „STEEL AND MORE“</b> Konferenz des Instituts für Eisenhüttenkunde (IEHK) der RWTH Aachen Weitere Informationen: <a href="http://www.ask.iehk.rwth-aachen.de">www.ask.iehk.rwth-aachen.de</a>	<b>AACHEN</b>
21.03.2020 bis 25.03.2020	<b>XXXIX. VERFORMUNGSKUNDLICHES KOLLOQUIUM</b> Konferenz des Lehrstuhls für Umformtechnik der Montan-Universität Leoben Weitere Informationen: <a href="http://www.metalforming.at">www.metalforming.at</a>	<b>ZAUCHENSEE</b>
30.03.2020 bis 03.04.2020	<b>WIRE 2020/TUBE 2020</b> Konferenz des Lehrstuhls für Umformtechnik der Montan-Universität Leoben Weitere Informationen: <a href="http://www.metalforming.at">www.metalforming.at</a>	<b>DÜSSELDORF</b>

## IMPRESSUM

Einem großen Teil unserer Leser stellen wir die massivUMFORMUNG aufgrund eines Datenbankeintrags persönlich zu. Sollten Sie in Zukunft kein Exemplar mehr erhalten wollen, bitten wir um eine formlose E-Mail an [fseverin@massivumformung.de](mailto:fseverin@massivumformung.de).

### HERAUSGEBER

Industrieverband Massivumformung e. V.

Chefredakteur: Frank Severin, Vi.S.d.P.  
Redaktionsbeirat: Dr. Frank M. Springorum  
Matthias Henke  
Tobias Hain  
Layout: Grafik Design Peter Kanthak, Wickede  
Anschrift der Redaktion: massivUMFORMUNG  
Goldene Pforte 1  
58093 Hagen, Deutschland  
Telefon: +49 2331 9588-27  
Telefax: +49 2331 9587-28  
E-Mail: [fseverin@massivumformung.de](mailto:fseverin@massivumformung.de)  
Internet: [www.massivumformung.de](http://www.massivumformung.de)

### VERLAG

Industrieverband Massivumformung e. V.  
Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, Deutschland  
Telefon: +49 2331 9588-27, Telefax: +49 2331 9587-28  
E-Mail: [info@massivumformung.de](mailto:info@massivumformung.de)  
Internet: [www.massivumformung.de](http://www.massivumformung.de)

Anzeigenverwaltung: InterMediaPartners GmbH  
Sven Anacker  
Beyeröhde 14  
42389 Wuppertal, Deutschland  
Telefon: +49 202 27169-0  
Telefax: +49 202 27169-20  
E-Mail: [sanacker@intermediapartners.de](mailto:sanacker@intermediapartners.de)

Zurzeit gilt die Anzeigenpreislise  
Nr. 24 vom 1. Januar 2019

Bezugspreis: Einzelheft 10,00 Euro plus Versandkosten  
und Mehrwertsteuer  
Bestellungen nimmt der Verlag entgegen  
**ISSN 2366-5106**

Druck: Domröse druckt GmbH, Hagen

Erfüllungsort  
und Gerichtsstand: Hagen  
USt-IdNr.: DE 125 127 673

Die massivUMFORMUNG und die in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Namentlich gekennzeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Redaktion dar.

Jede Verwendung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in Datenbanken. Markenzeichen, Handelsnamen, Patente und Verbrauchsmuster werden nicht immer ausdrücklich erwähnt. Dies bedeutet nicht, dass die beschriebenen Produkte ohne rechtlichen Schutz sind. Redaktion und Verlag übernehmen keine Haftung für unverlangt eingesandte Manuskripte oder Fotos.



**BÖHLER**

**BÖHLER W360**  
**ISOBLOC®**

**HART UND ZÄH**  
**ZUGLEICH**

**Der BÖHLER Warmarbeitsstahl**  
**für höchste Anforderungen**

Beim Schmiedeprozess ist die Zähigkeit eines Warmarbeitsstahles eine der wichtigsten Eigenschaften für Bruchsicherheit, höhere Brandriss- und Thermoschockbeständigkeit. Üblicherweise verbindet man hohe Härte mit niedriger Zähigkeit.

Bei BÖHLER W360 ISOBLOC ist dies nicht der Fall. Eine neue Legierungsvariante und die Herstellung über den Elektroschlackeumschmelzprozess lassen ihr Werkzeug erheblich länger leben.

Der Warmarbeitsstahl BÖHLER W360 ISOBLOC wurde speziell für den Einsatz in der Halbwarmumformung und für Schmiedegesenkwerkzeuge entwickelt, ist aber auf Grund seiner Eigenschaften auch für die Kaltumformung und die Verarbeitung von glasfaserverstärkten Kunststoffen geeignet.

**voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG**  
[www.voestalpine.com/boehler-edelstahl](http://www.voestalpine.com/boehler-edelstahl)

**voestalpine**

ONE STEP AHEAD.



# Ein lohnender Blick zurück: 50 Jahre mit Engagement und Humor

Am 15. Juli 2019 feierte Jochen Baberg ein seltenes Dienstjubiläum bei der Wilhelm Schulte-Wiese Gesenkschmiede GmbH & Co. KG in Plettenberg: Er blickt zurück auf 50 Jahre intensiver und erfolgreicher Zusammenarbeit mit Kollegen und Lieferanten, aber insbesondere mit langjährigen Kunden sowie mit potenziellen Neukunden. Seine Professionalität und seine offene Art haben das Unternehmen geprägt.

Wie kam der Jubilar zur Wilhelm Schulte Wiese Gesenkschmiede GmbH & CO. KG? Jochen Baberg wohnte als Kind nicht nur unmittelbar neben dem Firmengründer Wilhelm Schulte-Wiese, sondern auch ein guter Spielkamerad der Nachbarskinder. Folgerichtig fragte Babergs Mutter eines Tages über den Lattenzaun: „Willi, hast du eine Bürostelle für meinen Jungen?“. Schnell war geklärt, dass Jochen Baberg nach Ende der Schulzeit, ab dem 15. Juli 1969, eine Ausbildung als Industriekaufmann bei Wilhelm Schulte-Wiese machen würde. Nachdem er diese mit Bravour gemeistert hatte, entschied er sich für eine Weiterbildung in Altena. Während dieser Zeit nutzte er jede freie Minute, um im Unternehmen sein Taschengeld aufzubessern – durch Arbeiten in der Versandabteilung und im Betrieb. Seitdem ist er der Firma eng verbunden und mit dem Gesenkschmieden als komplexem Fertigungsverfahren vertraut.

Nach der schulischen Qualifikation in Altena fand Baberg seine berufliche Heimat bei Schulte-Wiese im Vertrieb, wo er dank seiner offenen und ehrlichen Art schnell Kontakt zu Kunden fand. In dieser Abteilung hat er mit seinem persönlichen und unermüdlichen Einsatz über Jahrzehnte die Wilhelm Schulte-Wiese Gesenkschmiede GmbH & Co.KG geprägt und weiterentwickelt. So kam er in den 1970er-Jahren, als das Unternehmen stark wuchs, fast jeden Samstag in den Betrieb, um Lkw selbst zu beladen und die entsprechenden Versandpapiere zu erstellen. Ein solch umfassender Einsatz ist heute kaum vorstellbar.

Ehrgeiz und Engagement zeigte er nicht nur privat und beruflich, sondern auch bei seinem Hobby, dem Judo. Der aktive Mannschaftskämpfer absolvierte Leistungsprüfungen bis zum dritten Dan (3. schwarzer Gürtel) und arbeitete zugleich über viele Jahre als Trainer. Auch dank dieser Tätigkeit blieb sein Bestreben, erfolgreich zu sein und professionelle Arbeit zu leisten, bis heute sein höchstes Gut.

Bei allem Leistungswillen ist aber auch erwähnenswert, wie Baberg seine Kollegen mitreißen und mit einem lockeren Spruch zum Schmunzeln bringen kann. Für die Mitarbeiter in seinem direkten Umfeld ist diese humorvolle Art eine Bereicherung und schafft eine besondere Arbeitsatmosphäre.

Für die Nachfolge von Jochen Baberg ist bereits gesorgt: Stacy Fotis hat in den vergangenen fünf Jahren an der Seite von Jochen Baberg gearbeitet – und damit ein Zehntel von dessen Betriebszugehörigkeit. Wenn Baberg Ende des Jahres in seinen wohlverdienten Ruhestand gehen wird, wird er „seiner“ Firma verbunden bleiben.



# Das könnte Ihnen so passen

Ob Standard, modifiziert oder speziell entwickelt: Je nach Anforderungsprofil optimieren unsere Edelbaustähle bei unseren Kunden Produktivität, Produktqualität und Workflow. Auch Ihnen können unsere Werkstoff-Experten die optimale Lösung anbieten – auf Ihren Bedarf abgestimmt, präzise nach Spezifikation erzeugt, in gleichbleibend hoher Qualität und verlässlich geliefert.



- HOHE PRODUKTIVITÄT UND PRÄZISION  
BEIM WARMSCHMIEDEN
- HOHE STRUKTURSTEIFIGKEIT  
MIT REDUZIERUNG DER VERFORMUNGEN
- HOHE KIPPSTEIFIGKEIT  
BEI AUSSERMITTIGER BELASTUNG
- REDUZIERUNG DER MASCHINENHÖHE ÜBER FLUR UM 25%

#### Die neue Farina Presse:

**16.000 Tonnen geballte Presskraft**, 1.700 Tonnen Gewicht und eine Höhe von zehn Meter. Die Farina-Schmiedepresse ist eine der weltweit größten mechanischen Anlagen ihrer Art.

Die erste Maschine vom Typ GLF 16000 wird bei thyssenkrupp am Standort Homburg ab 2021 Lkw-Vorderachsen und Kurbelwellen schmieden. „Die Hauptpresse der neuen Schmiedelinie ist die erste Exzenterpresse, die weltweit in dieser Größenordnung, Leistungskraft und mit dieser Umsetzungsgeschwindigkeit in Betrieb geht“, sagt Dr. Franz Eckl, Geschäftsführer des Schmiedewerks in Homburg. „Mit diesem Aggregat können wir jährlich rund 360.000 Schmiedekomponenten herstellen.“

Faina ist seit 2018 Teil der Schuler Group und durch sein attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis einer der führenden europäischen Anbieter von Schmiedelinien.

Farina Presse SRL  
Via Provinciale, 31  
23867 Suello (Lecco)  
Italy

Phone +39 031 655881  
Fax +39 031 656769  
info@farinapresse.com



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

**FARINA**  
**DF**  
**PRESSE**

Member of the SCHULER GROUP