

massiv

UMFORMUNG

DEUTSCHE
MASSIV
UMFORMUNG
NEUE
IDEEEN
SCHMIEDEN

SEPTEMBER 2021

STANDZEITOPTIMIERUNG

Wie Sie digitalisiert an den richtigen Stellschrauben drehen

PERSONALMANAGEMENT

Welche Unterstützung aktuelle Professionals und Methoden bieten

SCHMIERSTOFFE

Welche Verfahren und Entwicklungen die Fertigung unterstützen

SCHMIEDESTÄHLE

Wie aktuelle Entwicklungen den Leichtbau fördern



MATILDA

DIE WERKSTOFFDATENBANK

Zur Simulation des Materialverhaltens in Umformprozessen
und während thermischer Behandlungen

GMT

+49 (3338) 33421810

info@gmt-berlin.com

www.gmt-berlin.com

INTERAKTIVE FLIESSKURVEN

Funktionsbasiert, Exportmöglichkeit für Simulationen

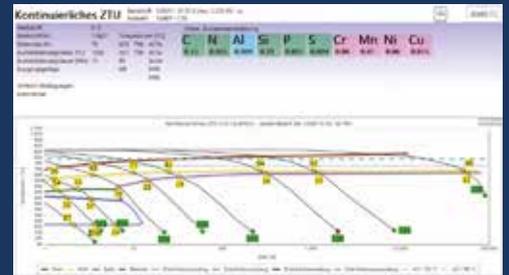


WÄRMEPHYSIKALISCHE KENNWERTE

Temperaturabhängig

ZTU-DIAGRAMME

Große Datenbasis, Erstellung und Import in die Datenbank



PARAMETERSÄTZE FÜR DIE GEFÜGESIMULATION

Mikrostruktur, Phasenumwandlung, Rekristallisationsmodelle

Ein praxisorientiertes Werkzeug in der FE-unterstützten Verfahrensoptimierung mit mehr als 400 Werkstoffen (u. a. Stahl-, Aluminium-, Titanlegierungen und Sonderwerkstoffe), welches als Datenbank oder zur Erfassung individueller Kundendatensätze genutzt werden kann.

QFORM

GMT mbH

Offizieller Repräsentant in D/A/CH

qform@gmt-berlin.com

+49 (3338) 33421815

Simulation von Umformprozessen mit metallischen Werkstoffen

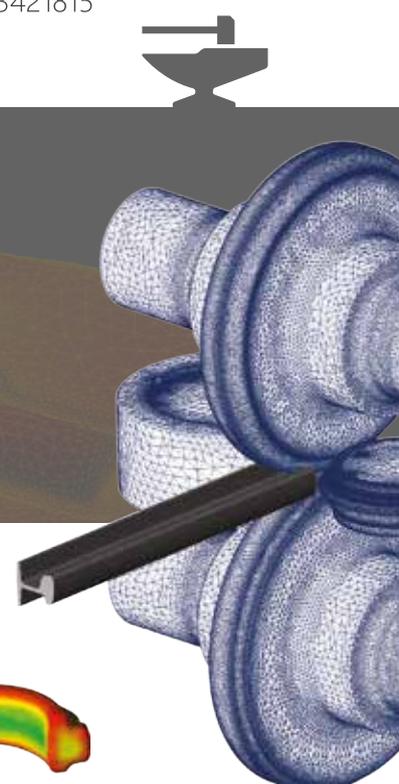
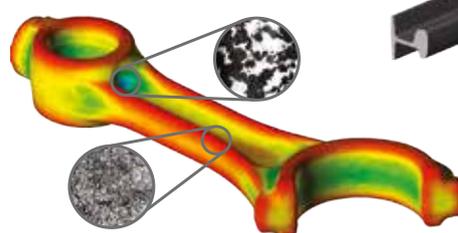
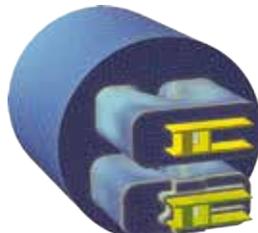
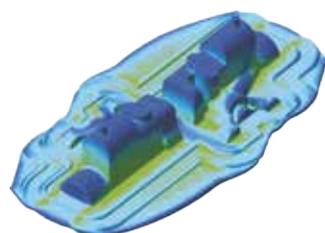
Analyse des Werkstoffflusses und Vorhersage von Defekten

Berechnung der Phasenumwandlung und Korngrößenentwicklung

Optimierung von Prozessen, Materialfluss und Materialeinsatz

Kompatibilität mit jedem CAD-System

Einfacher Einstieg in numerische Modellierung





Frank Severin

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

Actio und Reactio

Liebe Leserinnen und Leser,

erscheint es Ihnen nicht auch, dass die sechs Monate zwischen dieser und der vorangegangenen Ausgabe der massivUMFORMUNG uns vor eine Fülle neuer Herausforderungen gestellt haben, die jeweils eine schnelle Reaktion erfordern? Allen voran die weiterhin einschneidende Pandemie, auf die wir im weltweiten Vergleich nachweislich langsamer reagieren. Zudem die Umweltkatastrophen, die sich in diesem Sommer auch in direkter Nähe abspielten und verheerende Schäden hinterließen. Die „Reactio“ stellte sich mit großer Solidarität umgehend ein, wir müssen uns jedoch immer wieder die Suggestivfrage stellen: Wer ist für die „Actio“ verantwortlich? Schon Sir Issac Newton bewies 1687 im dritten Newtonschen Axiom, dass bei der Wechselwirkung zwischen zwei Körpern jede Aktion eine gleich große Reaktion erzeugt, die auf den Verursacher der Aktion zurückwirkt.

Zu den maßgeblichen Folgen der Pandemie gehört die Beanspruchung der Lieferketten. Im Konjunkturbeitrag berichten wir, inwiefern die weltweiten Engpässe zu abnormen Marktverschiebungen und Preissteigerungen führen und das wirtschaftliche Wachstum begrenzen.

Die Einführung einer digitalisierten Fertigung und die weitsichtige Nutzung der damit verbundenen Möglichkeiten bleibt für die Metall verarbeitenden Unternehmen – gerade im Mittelstand – eine große Herausforderung, in der wir Sie schwerpunktmäßig begleiten. In den Fokus gerückt haben wir in dieser Ausgabe Methodik und erste Ergebnisse der digital unterstützten Standzeitoptimierung und zeigen Ihnen die Stellschrauben zur Kostenreduzierung auf.

Eine verstärkende Wirkung hatten die letzten Monate auch für das Personalmanagement von Unternehmen. Die Rekrutierung von Fach- und Führungskräften – schon vor Ausbruch der Pandemie ein komplexes Thema – kann durch Hinzuziehung von professioneller Beratung „entzaubert“ werden. Im Interview dieser Ausgabe lesen Sie mehr darüber.

Bei aller Komplexität ist es gut zu wissen, dass die Erfolge in Entwicklung und Einsatz leistungsstarker Betriebsmittel und umweltschonender Verfahren ungebremst voranschreiten. In den Praxisbeiträgen legen wir einen Schwerpunkt in die Trenn- und Sprühverfahren. Wie bieten Ihnen sowohl einen Einblick in die Entwicklung und Prüfung neuer Gesenkschmierstoffe als auch in die Anwendung der Minimalmengenschmierung für die Herstellung von medizinischen Implantaten.

In dieser Ausgabe berichten wir über zahlreiche Ergebnisse aus der aktuellen Forschung in einer großen Bandbreite: Erkenntnisse der digitalisiert durchgeführten Stadienplanung und der numerischen Modellierung von Aluminiumwerkstoffen stehen für Sie ebenso zur Auswahl wie aktuelle Ergebnisse zur Verschleißvorhersage beim Schmieden sowie die Vorstellung neuer lufthärtender Stähle für zyklische Beanspruchungen bei extremen Anwendungsfällen. Ferner stellen wir Ihnen mit dem thermografischen Prüfverfahren eine vielversprechende Alternative zur konventionellen Magnetpulver-Rissprüfung vor.

Abschließend fahren wir mit Ihnen unter Tage und besuchen das einzige Graphit-Bergwerk Deutschlands. Zu Beginn des kommenden Jahres wird dort wieder ein Erlebnis für die ganze Familie möglich sein – da mag sich ein kleiner Umweg auf Reisen lohnen. Das Bergwerk lädt Sie herzlich zu einem Besuch ein.

Auch ich lade Sie herzlich zur Lektüre der Beiträge ein, wünsche Ihnen viel Freude dabei und sage: „Bleiben Sie weiterhin gesund.“

Ihr

EDITORIAL

3

AM SCHWARZEN BRETT

6

IM GESPRÄCH



Fach- und Führungskräfte – Herausforderungen für das Personalmanagement

18

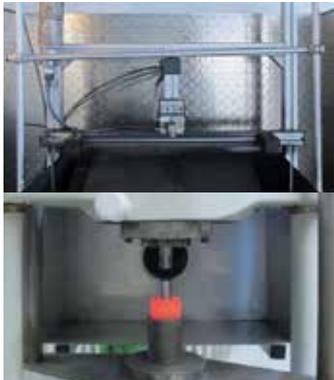
IM FOKUS



Digital unterstützte Standzeitoptimierung – an den richtigen Stellschrauben zur Gesamtkostenreduzierung drehen

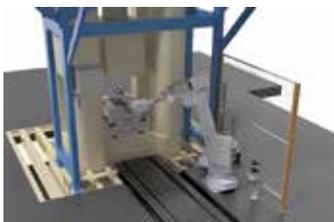
22

AUS DER PRAXIS



Verfahrensnahe Prüfung von Gesenkschmierstoffen

28



Minimalmengensprühen bei der Herstellung von Net-Shape-Schmiederohlingen

32

WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT



Konjunktur der Massivumformung in Deutschland – Lieferkettenengpässe bremsen Wachstum

38

TECHNOLOGIE UND WISSENSCHAFT



Stadienplanung effizient
und digitalisiert durchführen

46



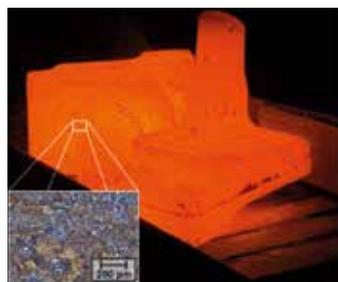
Experimentelle Charakterisierung und
numerische Modellierung der Reibvorgänge
in der Warmmassivumformung

52



Verbesserte Verschleißvorhersage
beim Schmieden durch realitätsnahe
Berücksichtigung von Härteänderungen

58



Lufthärtende duktile Schmiedestähle
für zyklische Beanspruchung

64



Automatisierte Oberflächenfehlerprüfung
mit induktiv angeregter Thermografie

70

VERANSTALTUNGEN

76



Veranstaltungskalender

77

IMPRESSUM

79

KUNST UND KULTUR



Ein Abenteuer für Groß und Klein
im Besucherbergwerk

80

Titelbild: 192261203 © monsitj, www.stock.adobe.com



Die Preisträger von links nach rechts: Tim Wallbaum (FH Südwestfalen), Alexander Kanygin (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg), Alexander Gramlich (IEHK der RWTH Aachen University), Timm Heide (Techn. Universität Chemnitz), Dr. Fabian Tenzer (ehemals TU Darmstadt, jetzt Carl Zeiss SMT GmbH)

Industrieverband Massivumformung ehrt Nachwuchstalente der Branche

Insgesamt acht Preisträger wurden am 10. Juni 2021 anlässlich der virtuellen Jahrestagung des Industrieverbands Massivumformung e. V. mit einer Gesamtfördersumme von 26.000 Euro honoriert.

Seit dem Jahr 2019 vergeben die Karl-Diederichs-Stiftung und der Industrieverband gemeinsam das Karl-Diederichs-Stipendium an Studenten im Haupt- oder Masterstudium an Hochschulinstituten mit Lehr- und Forschungsschwerpunkt in der Massivumformung. Tim Wallbaum von der FH Südwestfalen erhielt das Stipendium, welches in diesem Jahr auf insgesamt 12.000 Euro angehoben wurde.

Der Karl-Diederichs-Masterpreis in Höhe von 5.000 Euro geht an Alexander Kanygin von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Dieser Preis wird ebenfalls in Kooperation mit der Karl-Diederichs-Stiftung vergeben. Alexander Kanygin konnte mit seiner Masterarbeit „Auslegung eines Modellprozesses zur Untersuchung lokaler mehrachsiger Werkzeugbeanspruchungen in der Kaltmassivumformung“ und seiner Projektarbeit zu dem Thema „Werkzeugbeanspruchung in der Massivumformung: Konstruktion und numerische Analyse von Aussparungen in Armierungsverbänden“ besonders überzeugen.

Mit dem Otto-Kienzle Preis wird Alexander Gramlich vom Institut für Eisenhüttenkunde der RWTH Aachen ausgezeichnet. Er wird mit einem Preisgeld in

Höhe von 2.500 Euro für seine umfangreichen Forschungsarbeiten zur „Modifikation des zyklischen Werkstoffverhaltens eines an Luft gehärteten, martensitischen Schmiedestahls mit mittlerem Mangengehalt durch Optimierung der Legierungszusammensetzung (LHD-Schmiedestahl 2)“ geehrt.

Timm Heide von der Technischen Universität Chemnitz freut sich über das mit 3.000 Euro dotierte IMU-Stipendium. Hiermit fördert der Industrieverband Massivumformung e. V. besonders erfolgreiche und engagierte Studentinnen und Studenten an Hochschulinstituten mit Lehr- und Forschungsschwerpunkten in der Massivumformung.

Den Förderpreis über 1.000 Euro erhält Dr. Fabian Tenzer für sein persönliches Engagement sowie die praxisnahe und verständliche Darstellung der Studie IMU 58 „Sprühkühlung extrem heißer Oberflächen“ am Fachgebiet Strömungslehre und Aerodynamik der Technischen Universität Darmstadt.

Über drei weitere Preisträger für den Azubi-Award berichten wir mit separater Nachricht am Schluss dieser Rubrik. „Als Industrieverband verstehen wir uns als Brücke zwischen den Universitäten und unseren Mitgliedsunternehmen. Wir freuen uns sehr, auch in diesem Jahr wieder exzellente Auszubildende und Studenten als Nachwuchskräfte für die Branche der Massivumformung entdeckt zu haben und diese zu fördern“, so Tobias Hain Geschäftsführer des Industrieverbands.



Rainer E. Keller, Dr. Rolf Leiber, Brygida Grzyska, Simon Balk (von links nach rechts)

25 Jahre LEIBER Poland – Simon Balk als Geschäftsführer eingetragen

Die LEIBER Poland GmbH, ein Unternehmen der LEIBER Group, beging jüngst das 25-jährige Jubiläum. Zudem folgte Simon Balk zum 1. Juli 2021 Rainer E. Keller in die Geschäftsführung und übernimmt die operative Verantwortung der LEIBER Poland GmbH. Simon Balk ist seit 10 Jahren für die LEIBER Group tätig. Rainer E. Keller hat 40 Jahre die LEIBER Group in leitender Position und zuletzt als Geschäftsführer der LEIBER Poland geführt und die enorme Entwicklung der gesamten Gruppe maßgeblich beflügelt.

Sprecher der Geschäftsführung bleibt der Gruppen-Geschäftsführer Dr. Rolf Leiber. Rainer E. Keller übernimmt die mittel- und langfristige Werk-, Struktur- und Standortplanung. Das Geschäftsführungs-Trio wird im polnischen Werk ergänzt von der kaufmännischen Leitung Frau Brygida Grzyska.



**Go Live: FRED –
Das CO₂ Bilanzierungstool für die
Massivumformung**

NOCARBförging 2050: FRED geht live

Am 9. Juli feierte die Initiative NOCARBförging 2050 das Ergebnis der ersten Projektphase: das massivumformungspezifische PCF-Tool FRED. Der Product Carbon Footprint (PCF) kann jetzt auf Kundenwunsch individuell erstellt werden. Die teilnehmenden Unternehmen können das Tool nun uneingeschränkt nutzen. Ab Herbst 2021 steht das Tool weiteren interessierten Gruppen zur Verfügung.

In dem PCF-Tool FRED können Unternehmen der Massivumformung ihre individuelle Prozesskette und alle Einflussparameter der Fertigung eines spezifischen Bauteils abbilden und die daraus entstehende CO₂-Emission berechnen. Es entspricht den Anforderungen der ISO 14067/69 und dem Greenhouse Gas Protocol GHG.

Der PCF wird zunehmend von Kunden im Rahmen ihrer Ausschreibungen nachgefragt. Diese Forderung können die Teilnehmer der Initiative nun einfach erfüllen.

Tobias Hain, Geschäftsführer des Industrieverbands Massivumformung, erklärt: „Wir haben genau zum richtigen Zeitpunkt begonnen, uns gemeinsam mit 51 Partnern mit den Anforderungen des Klimawandels an unsere Industrie zu beschäftigen, und nun mit FRED ein einzigartiges Tool geschaffen, das den Branchenbenchmark für die Ermittlung des Product Carbon Footprints bildet, um den enormen Herausforderungen zu begegnen.“ „Die Klimaneutralität bis 2050 stellt für uns eine hohe Hürde dar. Wir wollen gemeinsam herausfinden, was möglich ist und aufzeigen, was in welchem Zeitrahmen zu realisieren ist.“ ergänzt Projektleiter Dr. Hans-Willi Raedt.



CONDAT wird von EcoVadis ausgezeichnet

Die internationale Plattform EcoVadis hat CONDAT SA jüngst mit dem Silber-Level ausgezeichnet und so die sehr weitreichende Nachhaltigkeits- und CSR-Politik gewürdigt. Damit gehört CONDAT der von EcoVadis am besten bewerteten weltweiten Unternehmen und zu den Top 6 Prozent der Unternehmen im Wirtschaftssektor Schmierstoffe.

EcoVadis bewertet die betrachteten Unternehmen gemäß 21 festgelegter Kriterien, die in vier Themenbereiche unterteilt sind: Umwelt – Mensch – Geschäftsethik – Einkaufspolitik.

Darüber hinaus hat CONDAT 2020 den innovativen LUBRISCORE® gegründet, der den Kunden nun eine transparente Vergleichbarkeit der Schmierstoffe anhand festgelegter Kriterien bietet – einschließlich der Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Der LUBRISCORE® basiert auf einem Punktesystem und verleiht dem Produkt eine entsprechende Anzahl von Sternen. Das Bewertungssystem gewichtet die Produkteigenschaften über den gesamten Lebenszyklus, das heißt beginnend bei Rezeptur und Inhaltsstoffen über den Herstellprozess und den Transport bis zur Verwendung beim Kunden und zur Entsorgung.



SCHMIEDE GESENKTRENNSTOFFE

Gesenktrennstoffe Zunderschutz Beschichtungen

- Graphit-Wasser-Trennstoffe
- Graphit-Öl-Trennstoffe
- Graphitfreie Trennstoffe
- Synthetische Trennstoffe
- Trockenbeschichtung
- Coatings

- **Verbesserte Gesenkstandzeiten**
- **Optimiertes Oberflächenfinish**
- **Guter Materialfluss**
- **Reduzierte Presskräfte**
- **Kostenoptimierung**

Stahl + Edelstahl
Aluminium
Kupfer
Sonderlegierungen



Schraubengarnituren aus hochfestem Aluminium für Aluminiumkonstruktionen und Aluminiumtragwerke

ESKA-Schraubengarnituren aus hochfestem Aluminium

ESKA®, Spezialist für Verbindungselemente und Kaltformteile aus Chemnitz, bietet als weltweit erster Hersteller hochfeste Aluminiumschraubengarnituren für vorspannbare Verbindungen im Aluminiumbau an. Die aus 6000er-Aluminiumlegierungen gefertigten HA-Garnituren® basieren auf den erfolgreichen Aludrive®-Produkten des Herstellers und wurden in Anlehnung an das System HV gemäß DIN EN 14399 entwickelt.

Zielanwendungen für die Aludrive® HA-Garnituren® sind reine Aluminiumkonstruktionen in der Bauindustrie, in denen bisher aus Mangel an Alternativen klassische 10.9 HV-Garnituren aus Stahl eingesetzt werden müssen. Die HA-Garnitur® eignet sich darüber hinaus für alle anderen industriellen Anwendungen, bei denen Bauteile aus Aluminium oder Magnesium unter den Gesichtspunkten der Gewichtsersparnis und minimaler Vorspannkraftverluste sowie der Korrosionsoptimierung sicher montiert werden sollen.

Das derzeitige Größenspektrum reicht von der Größe M8 bis M20 mit zugesicherten Mindestvorspannkraften von 10,5 bis 70 kN. Die bauaufsichtliche Freigabe wird für das laufende Jahr erwartet, das ab Lager verfügbare Längenspektrum wird entsprechend den Marktanforderungen schrittweise erweitert.

PrimoTECS Group akquiriert Rasche Umformtechnik

Die Mutares SE & Co. KGaA hat einen Vertrag zum Erwerb der Rasche Umformtechnik GmbH & Co. KG von den privaten Eigentümern unterzeichnet. Damit formiert sich auch die PrimoTECS Group, die mit Rasche Umformtechnik mit Sitz in Plettenberg eine deutliche Erweiterung des Produktions-, Produkt-, Kunden- und Branchenspektrums findet. Durch die weitgehend manuelle Fertigung bei Rasche ergibt sich ein wirtschaftlicher Zugang zu kleineren Jahresstückzahlen. Zudem wird die Präsenz in Deutschland verstärkt.

PrimoTECS ist im Februar 2020 aus den ehemaligen italienischen Werken von Neumayer Tekfor hervorgegangen, die durch die Mutares SE & Co. KGaA erworben wurden. Seit Beginn bietet PrimoTECS ein sehr breites Produktionsspektrum bestehend aus horizontaler Warmumformung sowie automatisierter Umformung auf stehenden Warm-, Halbwarm- und Kaltpressen und auf einer hochproduktiven liegenden Kaltpresse. Die Produktionsverfahren werden abgerundet durch Dreh-, Bohr-, Wärmebehandlungs- und Reibschweißprozesse.

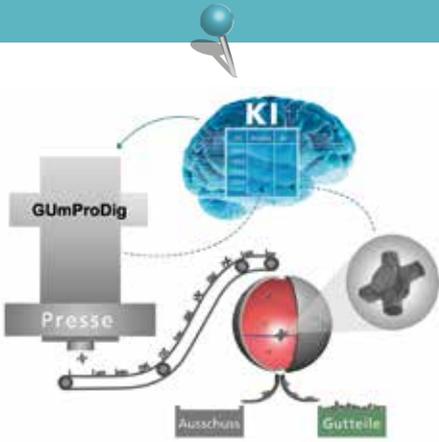
Die PrimoTECS Group verfolgt eine klare Wachstumsstrategie in der Massivumformung und Bearbeitung. Der Abschluss der aktuellen Transaktion wird für das dritte Quartal 2021 erwartet.



IPG schließt Forschungsprojekt erfolgreich ab

Die IPG – IFUTEC Produktions (IPG) GmbH in Karlsbad bei Karlsruhe hat vor kurzem ein Forschungsprojekt mit dem Bau einer hochmodernen, servoelektrischen Elektrostauchanlage erfolgreich abgeschlossen und ein neues Forschungsvorhaben zur inkrementellen Umformung gestartet. Darüber hinaus hat sie das letzte Jahr intensiv genutzt, um neue Aufträge im Bereich Elektromobilität zu akquirieren. Gleichzeitig wurden diverse Umformzellen automatisiert oder neu in Betrieb genommen, um die geforderten Stückzahlen weitgehend ohne Schichtbetrieb produzieren zu können, auf welchen die IPG bislang nicht ausgerichtet ist. Die Auslagerung der Großserienaufträge soll mit interessierten und kompetenten Partnern realisiert werden.

AM SCHWARZEN BRETT



Neues Kooperationsprojekt zur Digitalisierung

Seit 1. Mai 2021 wird ein neues Kooperationsprojekt mit Titel „Ganzheitliche Digitalisierung von Umformprozessen zur Qualitätssteigerung von Leichtbauteilen und ressourceneffiziente Fertigung“ (GUmProDig) durchgeführt. Beteiligt sind neben dem Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik (IPM) sowie dem Institut für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart die Unternehmen Räuchle GmbH, Visometry GmbH, SOTEC Software Entwicklungs GmbH + Co. Mikrocomputertechnik KG und MARPOSS Monitoring Solutions GmbH.

Ziel des Projekts ist es, eine vollautomatisierte Messanlage in eine Produktionslinie für die Kaltmassivumformung zu integrieren. Ermöglichen soll das eine markierfreie Bauteilidentifikation, eine Messung von Prozess- und Bauteildaten sowie eine Echtzeit-Rückführung dieser Daten auf die individuellen Bauteile. Als Hauptbestandteil in der Prozesskette wird eine vom Fraunhofer IPM entwickelte Ulbrichtkugel modifiziert, damit die Pressteile im freien Fall optisch erfasst werden können. Hierbei wird neben geometrischen Abmessungen auch die Oberflächentextur an einer zuvor festgelegten Stelle detektiert und dem entsprechenden Bauteil als individueller „Fingerabdruck“ zugeordnet.

Das Projekt wird im Rahmen des Technologietransfer-Programms Leichtbau vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) über drei Jahre gefördert.

FERROLINK bietet CE-konforme Schmiedehämmer für europäischen Binnenmarkt

Die Remscheider Industrievertretung Ferrolink GmbH, bietet Ihre Anlagen, hydraulische Oberdruckhämmer von BAIXIE, einem führenden Spezialisten im asiatischen Markt aus der Region Yangze, China, ab sofort in einer CE-konformen Ausführung an. Die Anlagen ab 16 Kilojoule Schlagenergie werden dazu nun speziell für den europäischen Markt mit deutschen Hydraulikkomponenten, Steuerungssoftware und erprobten Werkzeugstählen ausgerüstet. Seit diesem Jahr steht als Flaggschiff auch ein 160-Kilojoule-Schmiedehammer im Programm.



1946: Mitarbeiter vor der ersten von Hydraulico entwickelten Presse

Hydraulico begeht 75-jähriges Jubiläum

Die Hydraulico A/S aus dem jütländischen Odder (Dänemark) feiert in diesem Jahr ihr 75-jähriges Bestehen. Anfang 1946 gründete ein junger Mechaniker die „Odder Motorcycle Repair“. Sein Bruder trat in die Firma ein, daraufhin wurde die Motorradreparatur durch die Singer Gasflaschenproduktion ersetzt – mit guten Geschäftsergebnissen. Die Brüder waren innovativ, fleißig und hatten „hydraulisches Talent“. Bald standen sie vor ihrer ersten 10-Tonnen-Handpresse, die für die Produktion von Knöpfen konzipiert wurde. Bereits Ende 1946 änderten sie den Firmennamen in den heutigen Namen Hydraulico. Neben Pressen und schlüsselfertigen Produktionslinien zählt das Unternehmen komplette Pressenumbauten sowie vorbeugende Pressenwartung zum Portfolio.



CHK 160 kJ, Türkei, September 2020

Wir machen Druck – an der richtigen Stelle.

Als erfahrene Experten unterstützen wir seit über zehn Jahren unsere Kunden und Partner auf der ganzen Welt in der Beratung, Planung, Organisation und Installation hydraulischer Oberdruckhämmer.

In enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden realisieren wir Lösungen, welche die individuellen Anforderungen ihrer Industrieumgebung in vollem Maße erfüllen, was wir wirtschaftlich tragfähig auch in schwierigen Zeiten garantieren.

- **Hydraulische Oberdruckhämmer BAIXIE 16-160k.J**
- **Schwingungsisolation**
- **Trennmittelsprühanlagen**
- **Spanntechnik für Hammergesenke**
- **Überholungs- und Ersatzteilservice**
- **Beratung für Umformtechnik und Beschaffung**

FERROLINK

Ferrolink GmbH Tel. +49 2191 4699671
info@ferrolink.de | www.ferrolink.de



Neue Profil-Schleifmaschine bei der CIF-Gruppe

CMD/FCMD investiert in neue Profil-Schleifmaschine für große Abmessungen

2021 setzten die CIF-Gruppe und CMD/FCMD im westfälischen Hattingen ihre Politik der Investitionen in Produktionsanlagen fort, um auf dem neuesten Stand der Technik zu bleiben und auf dem Weltmarkt wettbewerbsfähig zu sein.

Am Standort Cambrai (Frankreich) fand kürzlich die Inbetriebnahme einer neuen Hochleistungs-Innen- und Außenverzahnungsschleifmaschine für die Bearbeitung von Rädern und Ritzeln zum Antrieb verschiedener mechanischer Getriebe statt. Als Leistungsmerkmale wartet der Neuzugang unter anderem mit einem maximalen Werkstückgewicht von 70 Tonnen bei einem maximalen Durchmesser von 6.500 und einer maximalen Höhe von 5.000 Millimetern auf. Ferner liefert das Aggregat eine integrierte Maßkontrolle sowie eine automatische Kompensation von Plan- und Rundlaufabweichungen. Die Investition für die vom Hersteller Gleason gelieferte Maschine betrug mehr als zwei Millionen Euro.

Darüber hinaus hat die Muttergesellschaft der FCMD Hattingen, die Gießerei Ferry Capitain, die Verwendung von HSi-(Hoch-Silizium-)Gussteilen als Ersatz für C-Stähle in Pressenteilen optimiert.



Virtuelle Inbetriebnahme für die Hirschvogel Umformtechnik GmbH

LASCO – Bewährungsprobe für digitale Methoden

Renommierte Unternehmen setzen im Retrofit auf digitale Methoden von LASCO und rechnen mit einem deutlichen Mehrwert. So wird eine bei der Hirschvogel Umformtechnik GmbH befindliche automatisierte Schmiedelinie für Antriebswellen durch LASCO Laser Measurement in die virtuelle Welt überführt, dort durch Virtual Engineering neu konfiguriert, virtuell in Betrieb genommen sowie letztlich in die reale Welt umgesetzt und dem Produktionsprozess zugeführt.

Das Projekt ist die Bewährungsprobe für eine neue Generation digitaler Werkzeuge. 25 Jahre nach Erstinbetriebnahme mit einer Reihe von Um- und Anbauten und Standortverlagerungen ist die technische Dokumentation nur noch fragmentarisch vorhanden. Das Retrofit umfasst Austausch von Medienverbindungen, Ersatz und Optimierung von Verschleißteilen, Integration neuester Steuerungskomponenten mit maßgeschneidertem Human Machine Interface sowie Auswechslung der Robotersysteme.

Aktuell befindet sich das Projekt auf der Zielgeraden. So konnte die Synthese aus LASCO-Know-how und neuen digitalen Methoden beim Factory Acceptance Test in Coburg ihre Leistungsfähigkeit beweisen. Das Zusammenspiel aus digitalem Abbild mit realen Komponenten ermöglichte die Erprobung aller Produktvarianten und den reibungslosen Test der Sicherheitsfunktionen.



Eine Schuler-Kurbelschmiedepresse vom Typ PK 3150 fertigt künftig bei OTTO FUCHS in China Aluminium-Fahrwerksteile, Bild: Schuler

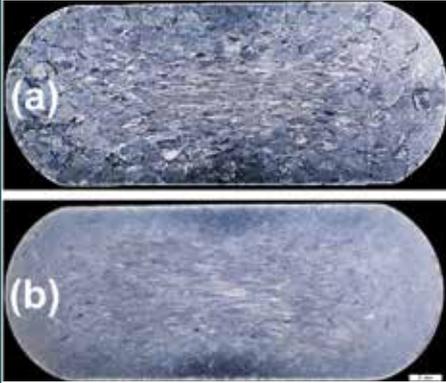
Fünfte baugleiche Kurbelschmiedepresse von SCHULER bestellt

Eine fünfte Kurbelschmiedepresse wurde bei SCHULER von der OTTO FUCHS KG für den Standort im chinesischen Shenyang bestellt und wird dort Fahrwerksteile aus Aluminium produzieren.

Die OTTO FUCHS KG produziert für seine Kunden in China immer mehr Fahrwerkskomponenten aus Aluminium. Aus diesem Grund hat der Automobilzulieferer nun die Kurbelschmiedepresse vom Typ PK 3150 mit ServoDirekt-Technologie von SCHULER in Auftrag gegeben. Es handelt sich bereits um die fünfte Maschine dieser Bauart für OTTO FUCHS.

Bei Kurbelschmiedepressen mit ServoDirekt-Technologie arbeiten mehrere Torquemotoren über ein Untersetzungsgetriebe auf eine Hauptwelle. Sie eignen sich sowohl für den verschleißfreien Einzelhubbetrieb als auch für das Schmieden im Dauerlauf. Die Maschine für OTTO FUCHS verfügt über eine Presskraft von 3150 Tonnen.

„Das zeigt, wie zufrieden unser Kunde mit den Kurbelschmiedepressen ist“, freut sich SCHULER-Geschäftsführer Frank Klingemann. „Dank der ServoDirekt-Technologie und der anpassbaren Stoßbewegung lassen sich Hubzahl und Umformgeschwindigkeit optimal auf das Teil anpassen“, erklärt er. „Das erhöht die Ausbringungsleistung und verbessert die Energieeffizienz.“



Lichtmikroskopische Aufnahmen von Titanproben nach dem Stauchen von (a) konventionell warmgewalzten und (b) HDQT®-Material

Neues HDQT®-Konzept für hochfeste Werkstoffe

Mit der HDQT®-Technologie werden bereits ultrafeinkörnige hochzähe Stabstahlerzeugnisse hergestellt. Gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Konstruktion und Fertigung der BTU Cottbus-Senftenberg wurde der Einsatz bei anspruchsvollen Titanerzeugnissen in der Luftfahrt untersucht. Erhebliches Potenzial wird bei der Herstellung von Ti-6Al-4V-Vorformen für das anschließende Gesenkschmieden von Turbinenschaufeln gesehen. Hierfür werden mit einer modifizierten HDQT®-Technologie hohe Umformgrade in mehreren inkrementellen Umformschritten realisiert. Nach dem anschließenden Schmiedeprozess liegt eine wesentlich feinere Mikrostruktur mit einem durch die Probe konstanten Umformgrad ohne das charakteristische Schmiedekreuz vor.

Hierfür ist die für diesen Umformprozess einzigartige Verdrillung der Körner verantwortlich. Durch dieses besondere Netzwerk scheint die Rissausbreitung im Bauteil effektiv behindert und somit die Schadenstoleranz während des Betriebs erhöht zu werden. Sowohl die erhöhte Duktilität als auch das verbesserte Ermüdungsverhalten nach dem Schmiedeprozess deuten darauf hin. Entsprechende Untersuchungen laufen. Ein weiterer Anwendungsfall besteht bei endkonturnah hergestellten Verbindungselementen aus Titanlegierungen, wobei ein Großteil der kostenintensiven Zerspanung eingespart werden kann. Versuche mit Nickelbasislegierungen sind ebenso geplant.

Hohe Flexibilität und Individualität in der Verarbeitung mit induktivem Erwärmer von ABP

Mehr Flexibilität in Sachen Stahlverarbeitung erhält die zur Swiss Steel Group gehörende Steeltec aus Emmenbrücke in der Schweiz: Dort wird in diesem Sommer der ABP Induktionswärmer für Stangen vom Typ ESS installiert.

Die induktive Erwärmungsanlage ESS besteht aus sechs Spulen und ist mit einem IGBT-Multiumrichter mit einer Gesamtleistung von 5.400 kW ausgestattet. Die IGBT-Technologie von ABP steht für höchste Effizienz. Dank modularem Design und Plug-and-Play-Modulen ist der Kunde extrem flexibel. Mit der Zonenregelung kann die Temperaturkurve verändert werden.

Das induktive Erwärmungssystem für Stangen ist ideal für viele Prozesse wie kontinuierliche Stangenerwärmung oder Chargenbetrieb. Der Typ ESS ermöglicht eine Temperaturanpassung an Stahlsorten bei Optimierung der Temperaturverteilung: Mit Rollen werden die Stangen durch die Induktionsspulen gefördert und auf Walztemperatur erwärmt. Fördergeschwindigkeit und Erwärmerleistung werden den Produktionsbedingungen angepasst.

Das Besondere an der ABP-Entwicklung ist der Fokus auf Effizienz und Nachhaltigkeit. Die ESS weist geringen Energieverbrauch auf, beim Spulendesign wird auf robuste Konstruktion und spezielles Kupferprofil für hohe elektrische Effizienz gesetzt. Zum Einsatz kommt die THERM-PROF® Simulations-Software, mit der sich die Temperaturkurve simulieren und optimieren lässt.



Teilansicht der neuen Produktionshalle für Polyharnstoffe in Kaiserslautern

Produktionsanlage für Polyharnstoff-Fette virtuell eröffnet

Am 24. März 2021 hat die FUCHS LUBRITECH in Kaiserslautern auf ihrem Werksgelände die neue Produktionshalle für Polyharnstoffe und andere Schmierfett-Spezialitäten im Rahmen einer virtuellen Eröffnungsfeier offiziell eingeweiht. Die vollautomatische Produktionsanlage auf einer Fläche von 2.000 Quadratmetern ermöglicht es der FUCHS-Gruppe, die Produktionskapazitäten für Polyharnstoff-Fette deutlich zu erhöhen und schnell auf spezifische Kundenwünsche zu reagieren, zum Beispiel für den Einsatz in der E-Mobilität, Windkraft und Lebensmittelindustrie. Im Rahmen dieser Eröffnung konnte das Unternehmen den Teilnehmenden zeigen, was „being first choice“ bedeutet und wie es die Kundinnen und Kunden dabei unterstützt, ihr Unternehmen mit innovativen Polyharnstoff-Fetten und dem damit verbundenen Know-how erfolgreicher zu machen. Zahlreiche Geschäftspartner sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wirkten mit ihren Beiträgen bei dieser Veranstaltung mit.



Schwerlastroboter der SLR Series von mit einer Zange für das Handling von Blöcken zwischen den Transfertischen, den Kammeröfen und der Freiformpresse.

Neuer Auftrag über zwei Schwerlast-Manipulatoren

Dango & Dienenthal hat von der chinesischen thyssenkrupp rothe erde (Xuzhou) Ring Mill Co. Ltd. (XREM) den Auftrag zur Lieferung von zwei Manipulatoren für das Ringwalzwerk im Werk Xuzhou erhalten. Der im Lieferumfang enthaltene Schwerlastroboter zählt zu den weltweit leistungsstärksten dieser Art. Im neuen Werk wird XREM nahtlos gewalzte Ringe für Großwälzlager herstellen.

Zwei Maschinen von Dango & Dienenthal übernehmen das gesamte Handling der Rohlinge und Ringe von der Anlieferung der gesägten Blöcke bis zur Übergabe der fertigen Ringe an die Wärmebehandlung.

Der Schwerlastroboter SLR 150 H vereint zwei Funktionen: Zum einen arbeitet er beim Handling der Blöcke zwischen den Transfertischen, den Kammeröfen und der Freiformpresse als Schwerlastroboter. Aufgrund vorgeprogrammierter Bewegungssequenzen erzielt er kurze Transferzeiten. Zum anderen übernimmt er während des Schmiedens an der Freiformpresse die Funktion eines Schmiedemanipulators.

Er verfügt über eine Tragfähigkeit von 150 kN, damit zählt er zu den stärksten weltweit je gebauten Maschinen dieser Art. Der Manipulator fährt auf Schienen und erzielt so beim Handling der Rohlinge und ihrer Positionierung unter der Presse hohe Präzision. Während des Schmiedens wird der Manipulator per Fernbedienung aus dem Kontrollraum der Schmiedepresse gesteuert, dabei ist er an die Pressensteuerung gekoppelt.



Die patentierten DÜV-Düsenventile geben den Druck von bis zu 320 bar nur frei, wenn sich ein Werkstück im Wirkungsbereich des Spritzrings befindet, Bild: SGGT Hydraulik GmbH

Microline Descaling bei Buderus Edelstahl

Die Buderus Edelstahl GmbH hat bei SGGT Hydraulik eine Microline-Descaling-Anlage für das Entzundern von Halbzeugen aus unterschiedlichen Stahlgüten in Auftrag gegeben. Die Maschine zeichnet sich durch kurze Taktzeiten und hohe Energieeffizienz aus.

Die neue Anlage vom Typ MD 3000 wird runde und quadratische Halbzeuge mit Querschnittsabmessungen bis zu 140 und einer Länge bis zu 400 Millimetern entzundern. SGGT stattet sie mit einem Druckübersetzer mit schnell schaltenden DÜV-Düsenventilen aus, für die das Unternehmen das Patent hält. So benötigt die Anlage pro Teil nur eine Wassermenge von weniger als 3 Litern. Da der Prozessdruck von bis zu 320 bar nur aufgebaut wird, wenn ein Teil den Spritzring durchläuft, weist die Anlage eine außergewöhnlich hohe Energieeffizienz auf. Bei einer Antriebsleistung von lediglich 15 Kilowatt liegt die hydraulische Leistung an den Düsen bei 156 Kilowatt.

Mit innovativer Förder- und Steuerungstechnik, die den gesamten Prozess von der Zuführung der Teile bis zur Filtration des Wassers umfasst, kann das System kleine Teile mit einem Querschnitt bis zu 140 Millimetern mit einer Taktzeit von 8 Sekunden entzundern. Bei Teilen mit einem Gewicht von rund 40 Kilogramm Gewicht wird die Taktzeit etwa 15 Sekunden betragen. Die Warm-Inbetriebnahme der Anlage ist für den Januar 2022 geplant.



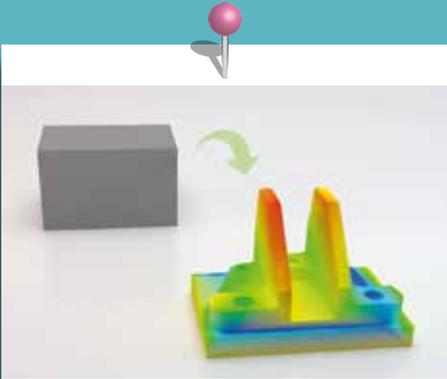
SMS liefert vollautomatische 31,5-MN-Exzenter-Gesenkschmiedepresse für Aluminium an Hirschvogel

SMS liefert Gesenkschmiedepresse für Hirschvogel Automotive Components

Die Hirschvogel Automotive Components (Pinghu) Co., Ltd., ein führender Hersteller von Automotive-Komponenten in China, hat die SMS group mit der Lieferung einer vollautomatisierten Gesenkschmiedepresse Typ MP 3150 beauftragt. Am Standort Pinghu, in der Nähe von Shanghai, wird sie zukünftig mit einer ambitioniert niedrigen Taktzeit mit hoher Maßgenauigkeit Fahrwerkskomponenten aus Aluminium schmieden. Mit dieser Investition begleitet Hirschvogel die Marktentwicklung zu leichteren Elektrofahrzeugen.

Die Gesenkschmiedepresse ist mit einer vollautomatischen Hubbalkenautomatik ausgestattet. Durch Servoantriebe für jede Achse wird ein gut abgestimmter und ruhiger Bewegungsablauf gewährleistet. Integrierte Sensoren überwachen permanent die Stoßelposition und sichern einen störungsfreien Betrieb. Ein elektrohydraulisches Kupplungs-Bremsystem sorgt für exakte Schaltvorgänge und ist zudem sehr wartungsarm. Eine integrierte Prozesssteuerung überwacht permanent die Pressenparameter.

Zum Lieferumfang der MP 3150 gehört das „Basic Digitalization Package“, bestehend aus den Softwaretools SMS-Metrics, Smart Alarm und dem Wartungswerkzeug SMS Smart Glasses. Die Augmented-Reality-Anwendung SMS Smart Glasses erlaubt den SMS-Spezialisten, den Kunden per Fernzugriff zu unterstützen. Die Inbetriebnahme der vollautomatischen Schmiedelinie ist für das zweite Quartal 2022 geplant.



Simufact ermöglicht Simulation von Verformungen nach Bearbeitungsprozessen

Simufact, Teil der Hexagon Manufacturing Intelligence Division, ermöglicht den Anwendern mit dem neuen Applikationsmodul in der aktuellen Version von Simufact Additive 2021, subtraktive Fertigungsprozesse zu simulieren, um Verzüge nach Bearbeitungsprozessen vorherzusagen. Die durch einen Bearbeitungsprozess freigesetzten Eigenspannungen eines Bauteils, welche durch vorangegangene Umformprozesse verursacht werden, können zu plastischen Verformungen eines Bauteils führen.

Bislang verfügbare Software-Lösungen können unter anderem den Werkzeugpfad simulieren und optimieren sowie Werkzeugkollisionen vorherzusagen. Diese Lösungen bieten jedoch keine Vorhersage der endgültigen Form des Bauteils nach dem Bearbeitungsprozess. Simufact Additive 2021 ist die erste Lösung auf dem Markt, die eine Anwendung für die Simulation der subtraktiven Fertigung und die Vorhersage der resultierenden Verformungen bietet.



Kaltkalibriertes Kegelrad

Neues BECHEM-Kalibrieröl für anspruchsvolle Kaltkalibrierprozesse

In vielen Anwendungen der Metallbearbeitung hat BECHEM neben der Erfüllung der Kernaufgabe auch dazu beigetragen, die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz zu erhöhen sowie das Arbeitsumfeld zu verbessern. Das gelingt dem Hagener Spezialschmierstoffhersteller auch mit dem neuen Prozessmedium Beruform KFP 92, das speziell für anspruchsvolle Kaltkalibrierprozesse nach der letzten Umformstufe design wurde.

Das mineralölbasierte und chlorfreie Produkt bewältigt zum Beispiel die abschließende Formgebung der Außenverzahnung von Kegelrädern in einer mit 10.000 kN Presskraft arbeitenden Kniehebelpresse: Die Werkstücke sind nach der Kaltkalibrierung in der Matrize ohne Weiterbearbeitung einbaufertig. Die Formulierung, basierend auf neuen Schwefelträgern, sorgt durch ihren deutlich milderen Geruch und durch hellere Optik als bei vergleichbaren Kalibrierölen für eine saubere Maschinenumgebung und damit für ein deutlich angenehmeres Arbeitsumfeld.

Die Leistung des beinahe zitronengelben Verfahrensstoffs lässt sich auch an den Werten ablesen: Eine VKA-Schweißkraft von mehr als 8.000 N und eine Belastbarkeit nach Brugger von rund 105 N/mm² wie auch der Flammpunkt von über 200 °C stehen für hohe Performance. Beruform KFP 92 hat eine Viskosität von 91 mm²/s bei 40 °C und eine Dichte bei 20 °C von 0,88 g/cm³. Verschmutzungen mit Beruform KFP 92 lassen sich einfach mit gängigen Reinigungsverfahren entfernen.

Transvalor begrüßt Advance Engineering als neuen Geschäftspartner in Russland

Transvalor, führender Softwareentwickler für Umformprozesssimulation, gibt die Vereinbarung mit seinem neuen Geschäftspartner ADVANCE ENGINEERING LLC, einem russischen Anbieter von Engineering-Lösungen, bekannt. Diese Zusammenarbeit ermöglicht Transvalor den Eintritt in den russischen Markt über einen renommierten Partner. Die Partnerschaft zielt darauf ab, zukünftigen Kunden in der Region erstklassige Simulationslösungen unter Berücksichtigung einer ganzheitlichen kundenorientierten Erfahrung zu bieten.

„Wir freuen uns sehr auf die Zusammenarbeit mit Advance Engineering, da diese Partnerschaft das Geschäftswachstum in Russland beschleunigen wird“, sagt Robert Brunck, Chairman und CEO von Transvalor. „Wir sind zuversichtlich, dass diese Zusammenarbeit eine erfolgreiche Reise sein wird, denn unser neuer Partner stellt wie wir den Kunden an erste Stelle als auch in den Mittelpunkt unseres Geschäfts.“

Dmitry Maltsev, CEO von Advance Engineering: „Wir freuen uns, unsere Partnerschaft mit Transvalor, dem führenden Entwickler von industrieller Prozesssimulationssoftware, beginnen zu können. Die Ergänzung unseres Simulationsportfolios mit Metallumformung, Gießen, Schweißen, Wärmebehandlung und vielen anderen wichtigen Lösungen wird es uns und unseren Kunden ermöglichen, noch umfassendere Engineering-Studien durchzuführen und qualitativ hochwertige Produkte effizienter auf den Markt zu bringen.“

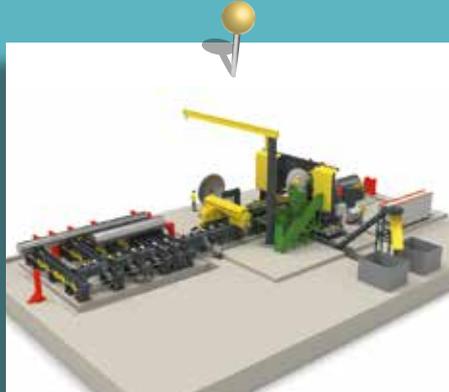


Die 36 Tonnen schwere Anlage vom Typ Bêché KGH 2,5B von Schuler ersetzt den Hammer eines Wettbewerbers, Bild: Schuler

SWM bestellt Schmiedehammer von Schuler

Die SWM Werkzeugfabrik GmbH & Co. KG im thüringischen Steinbach-Hallenberg erweitert ihr Anlagenspektrum um einen Oberdruckhammer von Schuler. Die 36 Tonnen schwere Anlage vom Typ Bêché KGH 2,5B mit einem Arbeitsvermögen von 25 Kilojoule ersetzt den Hammer eines Wettbewerbers und kann dafür das bestehende Fundament nutzen. Die massive, einteilige U-Gestell-Ausführung ermöglicht dabei in Verbindung mit exakten, großflächigen Führungen und einer neuen Generation von Proportionalventilen eine hohe Schmiedegenauigkeit. Für hohe Schlagfolgezahlen bei minimalen Druckberührzeiten sorgt der hydraulische Oberdruckantrieb. Schlagenergie und Schlagfolge lassen sich über die Steuerung präzise einstellen.

„Dass SWM sich erstmals für Schuler entschieden hat, spricht für unsere technologische Spitzenstellung auch in der Warmmassivumformung“, betont Geschäftsführer Frank Klingemann. SWM-Betriebsleiter Sven Kettner ergänzt: „Für uns war entscheidend, dass der Hammer alle Voraussetzungen zur Fernüberwachung des Betriebszustands bereits mitbringt.“ Die entsprechenden Lösungen zur Kontrolle von Presskraft, Produktion, Kühl- und Schmierkreisläufe sowie der Antriebe hat Schuler in seiner „Digital Suite“ versammelt.



LINSINGER präsentiert größte Hartmetall-Kreissäge der Welt

LINSINGER fertigt derzeit die weltgrößte Hartmetall-Kreissäge, die im Spätherbst nach China ausgeliefert wird. Die KSS 3000 schneidet Stahlblöcke mit einem Durchmesser von 1.060 Millimeter Vollmaterial. Die Werkstücke sind das Vormaterial für ein Ringwalzwerk. Aus den Abschnitten werden Getriebeteile und Flansche zum Bau von Windtürmen hergestellt. Bei diesem Prozess werden 10-Meter-Stangen auf 500 bis 2.500 Millimeter lange Abschnitte geteilt.

Ein Vorteil der Maschine ist der perfekte Spänefluss, der durch das einzigartige Schrägbett optimal nach unten geführt wird. Der Durchmesser des Sägeblatts beträgt bis zu 3.000 Millimeter. Für diese Dimensionen gibt es keine Nachschärfmaschinen. Als nachhaltigste Lösung bieten sich daher die LINCUT®-Sägeblätter an, welche exklusiv für LINSINGER Sägemaschinen konzipiert und optimiert werden. Das LINCUT®-System besteht aus einem Grundkörper mit speziell entwickelten, geschraubten Hartmetallplatten, die austauschbar sind und somit eine einfache Handhabung garantieren. Das ermöglicht dem Kunden, kosten- und auch zeiteffizient zu arbeiten. Trotz der einfachen Handhabung verspricht die Maschine hohe und konstante Schnittgenauigkeit.

Das Gewicht der Rekord-Maschine beträgt 62 Tonnen, sie besticht mit einer Länge von 8,20 Meter und einer Breite von 3 m. Die Höhe beträgt 5,20 Meter.



Neue Dispersionshalle am Standort Hauzenberg

Graphit Kropfmühl – Produktionsverlagerung nach Hauzenberg

Die Graphit Kropfmühl GmbH hat die gesamte Produktion der Dispersionen von Tschechien an den eigenen Unternehmensstandort in das niederbayerische Hauzenberg verlagert, um die Performance der Schmierstoffe für die Massivumformung, Nahtlosrohr- und Hartmetallfertigung sowie von Spezialprodukten sicherzustellen. Durch diese Eingliederung hat der Hauptstandort Kropfmühl nun die Kontrolle über den Gesamtprozess vom Abbau des Erzes bis zur Auslieferung der Produkte an den Kunden.

Mithilfe moderner Anlagen konnte die Fertigungskapazität im Bereich wasserbasierter Schmiermittel mehr als verdoppelt werden. Dadurch kam es ebenfalls zu einer Portfolio-Erweiterung kundenspezifischer Schmierstoffe. Neben wasser-, öl- und lösungsmittelbasierten Produkten, führt Graphit Kropfmühl nun auch pastöse und pulverförmige Schmierstoffe im Sortiment. Zusätzlich hat das Unternehmen den Bau einer modernen Halle abgeschlossen, um neben dem dort installierten Maschinenpark auch genug Lagerfläche für Endprodukte zu haben und kundenspezifische Produktwünsche problemlos umzusetzen.



Die neue Presse bei Salzgitter Hydroforming ist seit Anfang 2021 in Betrieb

Neue IHU-Pressen von D&D bei Salzgitter Hydroforming

Um künftigen Anforderungen an die Produktion von Bauteilen für Elektrofahrzeuge zu entsprechen, hat die Salzgitter Hydroforming GmbH (SZHF) eine Innenhochdruckpresse von Dango & Dienenthal (D&D) mit einer Zuhaltkraft von 5.000 Tonnen in Betrieb genommen. Mit dem Retrofit hat D&D die Investitionskosten im Vergleich zu einem Neubau einer Anlage deutlich gesenkt: Anstatt eine Presse von Grund auf neu zu bauen, hat D&D eine gebrauchte Presse dieser Größenordnung erworben, sie in den USA abgebaut, nach Deutschland transportiert und vollständig überholt.

Dies umfasst die Wasserhydraulik einschließlich der Druckübersetzer, die Automatisierungs- und Sicherheitstechnik bis hin zur Peripherie der Presse mit Schnittstellen zur Automation, einem Werkzeugwechseltisch, einer Waschstraße und der Beölung der Teile.

Die Maschine produziert seit Anfang 2021 im Mehrschicht-Betrieb. Bereits bei der Abnahme erreichte Salzgitter Hydroforming mit Serienprozessen für Automobilanwendungen hochwettbewerbsfähige Taktzeiten. Die Qualitätsziele konnten ebenfalls von Beginn an sichergestellt werden.

Das Rückgrat der Anlagensteuerung bildet die neu entwickelte Hydax 16 Achsensteuerung von D&D. Ihre SPS auf Basis einer Siemens S7 regelt bis zu 16 hydraulische, elektrische und pneumatische Achsen.



Gesenksprühanlagen
Sprühköpfe
Mischstationen
Individuallösungen

www.gerlieva.com



KOCKS übernimmt die GMT

Mit Wirkung vom 29. April 2021 hat die KOCKS GmbH den Ingenieurdienstleister GMT Gesellschaft für metallurgische Technologie- und Softwareentwicklung mbH übernommen. Die GMT mbH wird als eigenständige Gesellschaft im KOCKS Firmenverbund weitergeführt und geht unverändert ihren Geschäften nach. Alle Mitarbeiter der GMT bleiben dem Kunden als Ansprechpartner erhalten, ebenso wie die Produkte der GMT: die Werkstoffdatenbank MatILDa, die HDQT-Technologie, die Entwicklungsleistungen und der Support für QForm sowie die industriellen Bildverarbeitungstechnologien.

Die KOCKS GmbH ist weltweit vernetzt und hat große Kompetenzen in verschiedenen Technologien wie zum Beispiel dem Walzen, der Automatisierung und der Softwareentwicklung. Oberstes Ziel bei der Übernahme ist die Zusammenführung und der Ausbau der Kompetenzen, um in Zukunft Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, die über das hinausgehen, was KOCKS und GMT derzeit anbieten. Gemeinsam wollen KOCKS und die GMT ihren Kunden in der metallverarbeitenden Industrie anwendernahe Lösungen bieten und diese von der Idee bis zur Inbetriebnahme begleiten.

Neuzugänge im Industrieverband Massivumformung

Im April und Mai sowie Juli 2021 hieß der Industrieverband Massivumformung e. V. drei neue Mitglieder herzlich willkommen:

Die Saarschmiede GmbH ist als Freiformschmiede mit mehr als 100 Jahren Schmiedeerfahrung auf die Herstellung qualitativ hochwertiger Schmiedeprodukte verschiedenster Abmessungen spezialisiert. Mit Sitz in Völklingen bietet sie ihren Kunden die komplette Fertigungslinie – von der Erschmelzung über die Warmumformung und Wärmebehandlung bis zur Bearbeitung mit CNC-gesteuerten Maschinen – aus einer Hand an und führt auch Lohnarbeiten in den Bereichen Lohnumschmelzen, Lohnschmieden, Wärmebehandlung im Lohn sowie Mechanische Lohnbearbeitung durch.

Die BGH Edelstahl Siegen GmbH fertigt Edelstähle und Nickellegierungen mit Durchmesser von weniger als einem Zehntel Millimeter bis zu über einem Meter. Mit dem voll integrierten Produktionsprozess – von der Schmelze bis zum fertigen Draht, Stab oder Freiformschmiedestück – fertigt die BGH Produkte für höchste Ansprüche – ob in der nachhaltigen Energieerzeugung, der Mobilität, der Medizintechnik oder der Umwelttechnik.

Seit Juli 2021 ist die Staufen AG mit Sitz in Köngen Fördermitglied des IMU. Die Staufen AG berät und qualifiziert seit mehr als 25 Jahren Unternehmen und Mitarbeiter weltweit und hilft, die richtigen Veränderungen schnell in Gang zu bringen, die Produktivität zu erhöhen, die Qualität zu verbessern und die Innovationskraft zu steigern. Die Staufen AG bietet mit ihrer Akademie zudem zertifizierte, praxisorientierte Schulungen an.

Der IMU gewinnt zwei neue Mitglieder für den Bereich Qualitätsstahl

Zum 1. September 2021 begrüßte der Industrieverband Massivumformung e. V. zwei neue Mitglieder: Die Künne Qualitätsstahl GmbH und die von Schaewen AG stießen zum Kreis der Mitglieder.

Die Künne Qualitätsstahl GmbH mit Sitz in Hemer entwickelt und erzeugt Qualitätsstahl, Stab- und Blankstahl sowie Edelstähle, die den hohen Anforderungen der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie, der Landwirtschaft, dem Hoch- und Tiefbau, dem Maschinenbau und der Metallverarbeitung standhalten und stellt den Massivumformern durch globale Zusammenarbeit mit zertifizierten und auditierten Stahl- und Walzwerken die benötigten Werkstoffe und Abmessungen bereit.

Das Essener Familienunternehmen von Schaewen AG steht in dritter Generation für traditionelle Werte und zukunftsorientierte Unternehmensplanung und fertigt an drei Standorten in Deutschland und einem Standort in Polen vielfältigste Stahlprodukte für höchste Ansprüche. Der international ausgerichtete Vertrieb wird unterstützt von Repräsentanzen, unter anderem auf der iberischen Halbinsel, in der Türkei, in Finnland sowie Nord- und Südamerika. Zudem feiert das Unternehmen 2021 sein 90-jähriges Jubiläum.



Bild: Cheyenne Reeves auf Pixabay

Hilfsaktion massiveSOLIDARITÄT – Unterstützung für betroffene Unternehmen

Von verheerenden Verwüstungen durch die Hochwasserkatastrophe in NRW, Rheinland-Pfalz, Bayern und Sachsen wurden am 14. Juli auch zahlreiche Unternehmen und Partner der Branche der Massivumformung schwer getroffen. Die Bestandsaufnahme ab Mitte Juli geriet ernüchternd: Produktionsanlagen waren beschädigt, Hallen mussten getrocknet und gereinigt, die Stromversorgung und sonstige Infrastruktur wiederhergestellt werden.

Sofort rief der Industrieverband Massivumformung alle Mitglieder auf, sich an der Aktion massiveSOLIDARITÄT zu beteiligen. Durch gezielte Maßnahmen konnte Massivumformern sowie Partnern der Branche unter anderem mit Ersatzteilen, Lohnfertigungs- und Logistikkapazitäten sowie Fachpersonal in der Instandhaltung geholfen werden. Der Verband nahm hierbei die koordinierende Rolle ein und brachte Hilfsbedarf und -angebote zusammen.

Als weitere Direkthilfe fanden betroffene Betriebe Unterstützung unter anderem hinsichtlich der Möglichkeiten der Stundung und Anpassung von Vorauszahlungen, der Regelungen bei Verlust der Buchführung und der Sonderabschreibungen für den Wiederaufbau.

Die massiveSOLIDARITÄT dauert noch an. IMU-Ansprechpartner ist Tobias Hain, Geschäftsführer des IMU, E-Mail: hain@massivumformung.de



Die IMU-Azubi-Awards gingen an: Albin Ujkani, Ben Christian Teichert, Tim Weberling (von oben nach unten)

Preisträger 2021 des IMU-Azubi-Awards

Der Azubi-Award zeichnet jährlich drei Auszubildende aus dem Kreis der Mitgliedsunternehmen des Industrieverbands Massivumformung e. V. aus. Auf der virtuellen Jahrestagung des Verbands am 11. Juni wurden die diesjährigen Preisträger Albin Ujkani (Richard Neumayer Gesellschaft für Umformtechnik mbH in Hausach), Ben Christian Teichert (Linamar Plettenberg GmbH in Plettenberg) und Tim Weberling (Siepmann-Werke GmbH & Co. KG in Warstein-Belecke) geehrt. Alle drei Azubis freuen sich jeweils über ein Preisgeld in Höhe von 1.000 Euro.



GRAPHITEX®
Umformschmierstoffe

Wenn es auf das Ergebnis ankommt.

✉ **Tribo-Chemie GmbH**
Gutenbergstr. 4
D-97762 Hammelburg
☎ +49 9732 7838-0
🏠 www.tribo-chemie.de



Bild: stock.adobe.com 275068025 ©Андрей Яланский

Fach- und Führungskräfte – Herausforderungen für das Personalmanagement

Ein zentrales Thema des Personalmanagements ist das Recruiting von Fach- und Führungskräften. Einerseits erschweren Entwicklungen wie demographischer Wandel, Digitalisierung und Fachkräftemangel diese Aufgabe ungemein. Andererseits benötigen gerade Fach- und Führungskräfte bei einer Freisetzung oder einem Stellenwechsel Unterstützung mit einem Outplacement beziehungsweise Newplacement. Welche Unterstützung können Direct Search von potenziellen Kandidaten und Beratung durch externe Professionals dabei bieten?

AUTOREN



Dr.-Ing. Stephan Huber

ist Partner der HR-Expertgroup Executive Search & Consulting mit Hauptsitz in Konradsreuth und betreut die Schwerpunkte Umformtechnik, Wärmebehandlung und Werkstoffe



Michael Grünschloß

ist Managing Partner der HR-Expertgroup Executive Search & Consulting mit Hauptsitz in Konradsreuth und betreut die Schwerpunkte IT und Digitalisierung sowie Karriereberatung einschließlich Newplacement/Outplacement

Ein Unternehmen ist nur so gut, wie es Mitarbeiter gewinnen, halten und weiterentwickeln kann. Dabei spielt auch eine wesentliche Rolle, wie es von seinen Mitarbeitern wahrgenommen wird. Um im Wettbewerb bestehen zu können, müssen Schlüsselpositionen mit Leistungsträgern und High-Performern besetzt werden – eine Herkulesaufgabe. Gilt es doch, zum einen die Generationennachfolge rechtzeitig zu planen und zum anderen auf Marktveränderungen mit der richtigen Strategie und dem passenden Personal zu reagieren. Erschwerend kommt hinzu, dass in der Bevölkerung der Anteil der 20- bis unter 67-jährigen kontinuierlich sinkt. Bis 2030 werden dem Arbeitsmarkt in dieser Altersgruppe voraussichtlich bis zu 3,5 Millionen potenzielle Kandidaten weniger zur Verfügung stehen. Oft bringen traditionelle Methoden wie Inserate weder die ausreichende Zahl an Bewerbungen noch haben diese die erforderliche Qualität für die zu besetzende Position. Um diesen Herausforderungen zu begegnen, nutzen Unternehmen immer häufiger externe Unterstützung zur gezielten Besetzung freier Positionen und zur Planung und Realisierung von Nachfolgeregelungen.

Wenn eine vorzeitige Trennung von Fach- und Führungskräften erforderlich ist, setzen Unternehmen seit einigen Jahren zunehmend auf eine professionelle Begleitung mittels Out- und Newplacement. Denn sie sehen, dass dies für beide Seiten vorteilhaft ist. Dieser Trend wird sich voraussichtlich in den kommenden Jahren noch verstärken. So eine Vorgehensweise wirkt sich auch positiv auf das soziale Ansehen in der verbleibenden Belegschaft aus, denn Gerichtsprozesse werden vermieden und der ausscheidende Mitarbeiter bekommt Hilfe bei seiner Neuausrichtung und im gesamten Bewerbungsprozess.



Bild: stock.adobe.com 142081773 ©Graf Vishenka

Zu diesen zentralen Themen hat die massivUMFORMUNG Dr. Stephan Huber und Michael Grünschloß befragt, zwei Partner der HR-Expertgroup Executive Search & Consulting, einer Personalberatung mit erfahrenen Branchenspezialisten aus der Praxis, und dankt ihnen für das Interview.



Worin sehen Sie die aktuellen Herausforderungen bei der zielgerichteten Rekrutierung von Fach- und Führungskräften?



Dr. Stephan Huber: Der demographische Wandel führt zu Besetzungsschwierigkeiten, wenn Unternehmen im Rahmen einer Nachfolgeregelung einen geeigneten Kandidaten finden müssen. Dies gilt nicht nur für geschäftsführende Positionen, sondern schon für die Ebenen darunter. Wollen Sie Positionen im technischen Bereich besetzen, bereitet Ihnen der Fachkräftemangel in den sogenannten MINT-Fächern Schwierigkeiten. Durch diese Verknappung verändert sich der Prozess. Der frühere Bewerber wird heute zum Kandidaten, der sich Firma und Arbeitsumfeld aussucht. Da heißt es für den potenziellen Arbeitgeber, schnell zu sein und den Auswahlprozess zu optimieren. Hinzu kommen noch veränderte Wertvorstellungen und neue Denkweisen, zum Beispiel die Erfüllung der „Work-Life-Balance“.



Welchen Einfluss übt die Coronakrise aus?



Dr. Stephan Huber: Wir erkennen bei Unternehmen häufig personelle Fehlentscheidungen und Fehler in der Personalpolitik. Die Coronakrise wurde teils als Ausrede für einen starken Personalabbau genutzt, um Strukturen zu bereinigen. Gleichzeitig hat sich ein großer Stau bei mittelfristig notwendigen Veränderungen aufgebaut. Der nicht absehbare Verlauf der Pandemie hat zu einer deutlichen Zurückhaltung bei notwendigen Personaleinstellungen geführt.



In welcher Weise kann die Unterstützung durch eine Personalberatung Abhilfe schaffen?



Dr. Stephan Huber: Ein Vorteil liegt darin, Fach- und Führungskräfte diskret ansprechen zu können. Heutige Erkenntnisse zeigen, dass mehr als 80 Prozent der Mitarbeiter nicht wirklich mit ihrer Tätigkeit zufrieden sind, dass viele innerlich schon gekündigt, aber oft einen Neuanfang noch nicht in Erwägung gezogen haben. Dieser Personenkreis stellt einen großen Markt für eine zielgerichtete Ansprache durch erfahrene und kompetente Personalberater dar. Viele Kandidaten und Unternehmen schätzen, dass sie sich erst einmal über eine neutrale Stelle in den Bewerbungs- beziehungsweise Suchprozess einbringen und unerkannt im Markt agieren können.

Michael Grünschoß: Zudem erhalten die Unternehmen eine neutrale Beratung durch Dritte und können sich bei der Erstellung und Verifizierung realistischer Anforderungsprofile unterstützen lassen. Ebenso spielt eine kurze Vorlaufzeit eine große Rolle, bis erste passende und vorqualifizierte Kandidatenprofile präsentiert werden. Wir sehen außerdem durch eine externe Vergabe signifikante Kosteneinsparungen für Unternehmen.



Wie lautet Ihre Strategie – was zeichnet Ihre Personalberatung aus?



Michael Grünschoß: Wir sind ein Zusammenschluss von Partnern mit langjähriger operativer Managementenerfahrung. Jeder ist Spezialist in „seinem“ Branchensegment und auch nur dort tätig. So sind wir immer auf Augenhöhe mit unseren Kunden und allen Persönlichkeiten, die wir in der Direktansprache kontaktieren. Für uns ist die „Beratung“ im Wort „Personalberatung“ der Schlüssel zum Erfolg.



Welche vorbeugenden Möglichkeiten empfehlen Sie für eine bessere Mitarbeiterbindung?



Dr. Stephan Huber: Die Mitarbeiterbindung fängt schon bei der Mitarbeiterfindung an. Wichtig ist, dass die passende Fach- und Führungskraft für die ausgeschriebene Position gefunden und besetzt wird. Somit muss das Anforderungsprofil mit Hard- und Softskills dem entsprechen, was notwendig ist, und nicht dem, was man sich gerne wünscht. Es werden oft Kenntnisse gefordert, die bei gemeinsamer Betrachtung mit dem Mandanten nicht wirklich entscheidend sind. Genauso muss die Persönlichkeit des Kandidaten zu dem Umfeld passen, in dem er arbeiten soll.

Es ist wichtig, dass der gesamte Onboarding-Prozess mit einer aktiven Einarbeitung stimmig ist, damit der neue Mitarbeiter auch richtig ankommen kann. Ebenso bestimmen offene Kommunikation und Motivation die Zufriedenheit von Beginn an und während des gesamten Arbeitsverhältnisses.



Wie sichern Sie sich gegenüber subjektiven Wahrnehmungen von Kandidaten ab?



Dr. Stephan Huber: Jeder von uns neigt dazu, ein bestimmtes Mindset und Bild in Kandidaten hinein-zuproieizieren. Um dem entgegenzuwirken, bedienen



ELO-FORGE 4.0 – Der neue Benchmark in der Schmiedeindustrie

- Energieeinsparung unter Produktionsbedingungen um bis zu 30%
- Reduzierung des Umlaufmaterials um bis zu 70%
- Erhöhung der Induktorstandzeit um bis zu 50%
- Energieeffizientes Schmieden durch Warmhaltebetrieb
- Aufrüstbar durch konsequente, modulare Bauweise
- Leerfahren unter Produktionsbedingungen bis zum letzten Teil

Wir lösen Ihre spezifischen Produktionsanforderungen.

Sprechen Sie uns an: +49 2191 891-419

www.sms-elotherm.com

ELOTHERM

SMS group

wir uns eines Persönlichkeitsprofilings. Dies ist ein Werkzeug zur Absicherung unserer eigenen subjektiven Wahrnehmungen. Es analysiert die Charaktereigenschaften eines Kandidaten in direkter Verbindung mit den Anforderungen der zu besetzenden Position. Generell kann man sagen, dass hier ein Tool zur Verfügung steht, das unbekannte Merkmale eines Kandidaten offenlegt, die in den Auswahlgesprächen oft nicht zutage treten. So lässt sich die Auswahlentscheidung entscheidend absichern und eine Fehlbesetzung oft verhindern.



Welche weiteren Angebote als Dienstleistungen rund um das Thema Personal nehmen die Unternehmen verstärkt in Anspruch?



Michael Grünschoß: In letzter Zeit werden in Branchen, in denen disruptive Umbrüche stattfinden, immer öfter New- und Outplacement von Unternehmen für ihre Mitarbeiter angefragt und gebucht, wenn ein Trennungsprozess ansteht. Dieser ist häufig mit starken Emotionen verbunden und eine professionelle Begleitung für eine berufliche Neufindung ist in diesen Zeiten sehr hilfreich. Viele Fach- und Führungskräfte sind innerhalb einer einzigen Organisation aufgestiegen und haben sich dabei nie richtig bewerben müssen. Aufgrund unserer langjährigen Erfahrung und unseres

lebendigen Netzwerks können wir die Kandidaten bei ihrem Neuanfang optimal unterstützen.



Welchen Einfluss hat aus Ihrer Sicht die Digitalisierung auf unsere Branche?



Michael Grünschoß: Die Digitalisierung bringt eine ganze Reihe neuer oder geänderter Berufsbilder mit sich. Es fehlen Fachkräfte, die die klassischen Produktionsprozesse und deren Umsetzung und Anbindung an digitale Prozessketten verstehen. Es gilt, die an den

Produktionsanlagen vorhandenen komplexen Datenstrukturen und Datenmengen zu verknüpfen, aufzubereiten und auszuwerten.

Gefragt sind auch Businessarchitekten, die als Bindeglied zwischen den digitalen Abläufen auf der einen Seite und den technischen und kaufmännischen Prozessen auf der anderen Seite agieren, und klassische „Full-Stack-Entwickler“, die Anwendungen webbasiert bauen und pflegen. Diesen Trend hat Deutschland zu spät erkannt. Es gibt sehr gute, junge Programmierer aus dem Ausland, die diese Tätigkeiten wunderbar beherrschen. Leider scheitert es oft an Sprachbarrieren und der fehlenden Bereitschaft vieler Unternehmen, sich in diese Richtung zu öffnen.



Digital unterstützte Standzeitoptimierung – an den richtigen Stellschrauben zur Gesamtkostenreduzierung drehen

Beim Autokauf zählt für viele Privatpersonen primär der Kaufpreis des Fahrzeugs. Die Betriebskosten für Kfz-Steuer, Versicherungen, Inspektionen oder Reparaturen, die nach dem Kauf und über die Nutzungsdauer des Fahrzeugs anfallen, bleiben dagegen meist unberücksichtigt. Da diese sich über den Lebenszyklus zu signifikanten Beträgen aufsummieren können, sollten sie jedoch stets in die Kaufentscheidung einfließen. Das Phänomen dieser unzureichenden Berücksichtigung der Lebenszykluskosten von Produktionsgütern lässt sich auch in weiten Teilen der Industrie erkennen. Das Potenzial einer dezidierten Lebenszykluskostenbetrachtung von Werkzeugen wird am Beispiel der Branche Werkzeugbau dargestellt.

AUTOREN



Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Boos, MBA

ist geschäftsführender Oberingenieur des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und Geschäftsführer der WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH



Julian Boshof, M.Sc.

ist Gruppenleiter in der Abteilung Unternehmensentwicklung des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Dr.-Ing. Christoph Kelzenberg

ist Oberingenieur der Abteilung Unternehmensentwicklung des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen



Christoph Frey, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Unternehmensentwicklung des Lehrstuhls für Produktionssystematik am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen

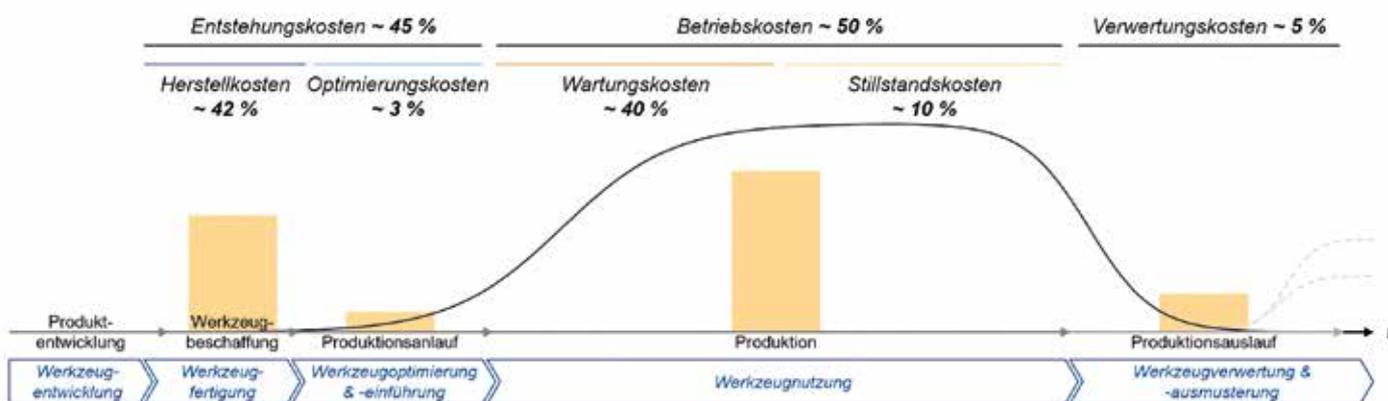


Bild 1: Kosten entlang des Werkzeuglebenszyklus für Stanz- und Umformwerkzeuge

Der deutsche Werkzeugbau sieht sich aufgrund der zunehmenden Konkurrenz aus China und Osteuropa bei steigender Produktqualität einem zunehmenden Preisdruck ausgesetzt. Dies wird dadurch intensiviert, dass viele Einkäufer der Serienproduzenten primär auf Basis des Beschaffungspreises über die Vergabe von Werkzeugprojekten entscheiden. Die tatsächlich anfallenden Kosten im Zuge des Werkzeuglebenszyklus, etwa in Form von Folgekosten für Reparaturen und Wartungen, bleiben dabei zumeist unberücksichtigt. Das ist ein Paradoxon, denn der Großteil der mit dem Werkzeug verbundenen Kosten entsteht nicht durch die Werkzeugherstellung beziehungsweise -beschaffung, sondern während der Werkzeugnutzung. Ein Überblick über den Werkzeuglebenszyklus und die damit verbundenen prozentualen Kosten im Bereich von Stanz- und Umformwerkzeugen zeigt Bild 1. Der Werkzeuglebenszyklus

wird dabei durch die generischen Phasen Entwicklung, Fertigung, Optimierung und Einführung, Nutzung sowie Verwertung und Ausmusterung von Werkzeugen definiert. Dabei belaufen sich die Entstehungskosten, welche Herstell- und Optimierungskosten der Werkzeugbeschaffung sowie des Produktionsanlaufs beinhalten, auf 45 Prozent der Gesamtkosten. Die Betriebskosten für Wartungen und werkzeugbedingte Maschinenstillstände während der Serienproduktion beim Kunden kumulieren sich hingegen auf 50 Prozent der Gesamtkosten. Verwertungskosten im Zuge des Produktionsauslaufs machen mit fünf Prozent lediglich einen marginalen Anteil an den Gesamtkosten aus. [1] Diese Kostenverteilung über den Werkzeuglebenszyklus lässt deutlich erkennen, dass die ausschließliche Betrachtung der initialen Werkzeugbeschaffungspreise unzureichend ist.

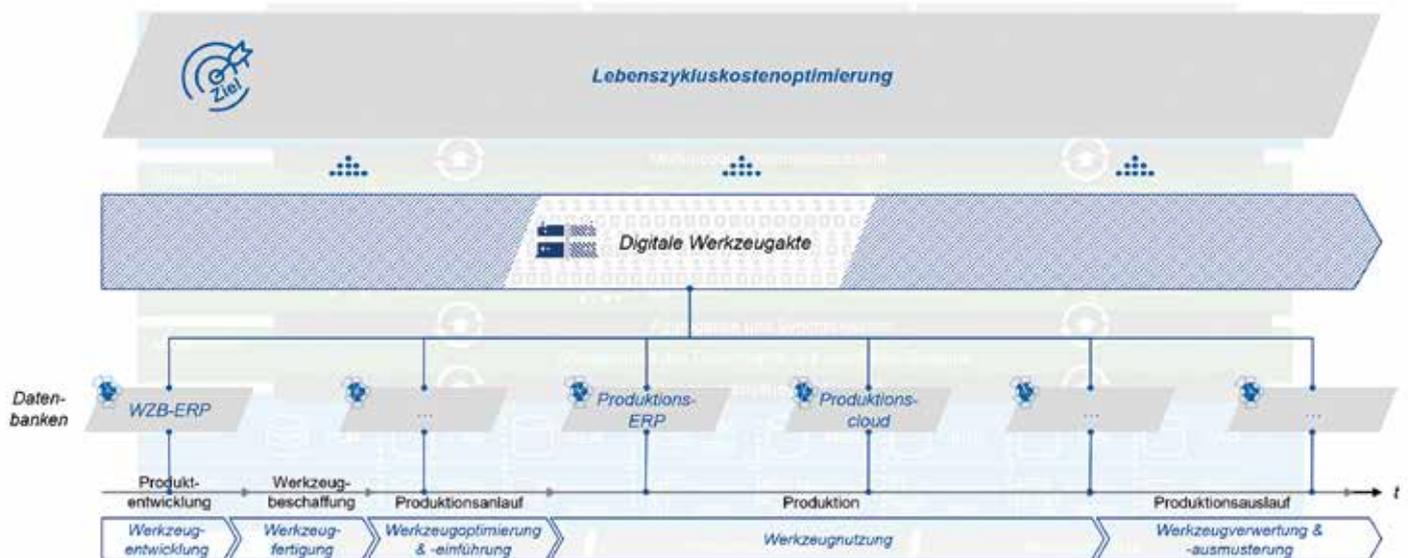


Bild 2: Die digitale Werkzeugakte schafft Transparenz bei der Lebenszykluskostenanalyse

In der industriellen Praxis wird die Lebenszykluskostenanalyse jedoch selten angewendet, da sie mit großem Aufwand verbunden ist. Folgekosten sind beispielsweise für den Werkzeugbau aufgrund fehlender Betriebsdaten häufig nur schwer abzuschätzen. Zudem herrscht zumeist keine Transparenz über die späteren Einsatzbedingungen des Werkzeugs, obwohl die tatsächlichen mechanischen und thermischen Belastungen einen erheblichen Einfluss auf das Ausfallverhalten haben.

DIGITAL UNTERSTÜTZTE STANDZEITOPTIMIERUNG

Entscheidend für das Ausfallverhalten von Stanz- und Umformwerkzeugen und damit für die Reduktion der werkzeugbedingten Kosten während der Werkzeugnutzungsphase ist das Standvermögen. Der Begriff steht für die grundsätzliche Fähigkeit eines Wirkpaares (Werkzeug und Werkstück), einen bestimmten Arbeitsschritt durchzustehen [2]. Die Standzeit bezeichnet folglich die Zeitspanne, in der ein Werkzeug ohne Unterbrechung genutzt werden kann, bevor signifikante Verschleißerscheinungen auftreten und eine Überholung, Erneuerung oder Auswechslung notwendig machen. Die Standmenge gibt folglich an, wie viele Teile produziert werden können, bevor ein werkzeugbedingter Eingriff erforderlich ist. Im Bereich des Stanzens und Umformens sollten daher stets hohe Standmengen und mithin optimale Standzeiten angestrebt werden.

Unternehmen, die das Potenzial der Kostenreduktion durch Standzeitoptimierung erkannt haben, greifen zur Dokumentation und Analyse der Standzeiten meist auf manuelle Excel-Listen zurück. Die manuelle Erfassung ist jedoch oft fehleranfällig, unsystematisch, bindet Mitarbeiterressourcen und wird nur unzureichend durchgeführt. Denn die Datenerfassungsprozesse sind meist nicht zwingend vorgeschrieben

und nicht anwenderfreundlich. Neben zusätzlichen Kosten führt dies bei nachfolgenden Analysen zu einem geringen Vertrauen in die erhobene Datenbasis, was die Daten grundsätzlich unbrauchbar macht. Deswegen sollten Daten stets digital mit entsprechender Softwareunterstützung erfasst und analysiert werden. Zudem erfordert eine digital unterstützte Standzeitoptimierung die Erarbeitung einer zugrundeliegenden Systematik.

Die WBA Aachener Werkzeugbau Akademie GmbH hat gemeinsam mit zahlreichen Partnern aus der Industrie ein Vorgehen zur systematischen Umsetzung der digital unterstützten Standzeitoptimierung entwickelt und mithilfe von Hard- und Softwarelösungen in der Industrie umgesetzt. Dieses Vorgehen gliedert sich in die drei Schritte Datenaufnahme, Datenanalyse und Definition der Handlungsfelder.

DATENAUFNAHME MITTELS DIGITALER WERKZEUGAKTE

Initialer Schritt ist die Datenaufnahme, denn die digitale Standzeiterfassung stellt die Voraussetzung für eine konsistente Dokumentation aller Vorgänge und Kosten entlang des gesamten Werkzeuglebenszyklus dar. Dafür müssen zunächst die erforderlichen Datenquellen zur Bestimmung der Werkzeuglebenszykluskosten identifiziert werden. Dazu gehören zum Beispiel Auftrags-, Werkzeug- und Instandhaltungsdaten. Entsprechende Daten liegen zumeist in verschiedenen Softwaresystemen unterschiedlicher Anbieter vor, das erschwert die Zusammenführung der Daten für nachfolgende Analysen aufgrund fehlender Konnektivität und Kompatibilität. Die erforderliche Datenbereitstellung mit einem einheitlichen Datenzugriff auf die unterschiedlichen Systeme lässt sich durch eine sogenannte Middleware gewährleisten. Aufbauend auf dieser



THE PERFECT SOLUTION
–
**Innovative und effiziente
Schmierstoffe für die
Massivumformung**

Graphit Kropfmühl GmbH | Langheinrichstraße 1 | 94051 Hauzenberg | T.: +49 (0) 8586 609-0 | info@gk-graphite.com

Grundlage kann anschließend, wie in Bild 2 dargestellt, eine digitale Werkzeugakte erstellt werden.

Die digitale Werkzeugakte schafft umfassende Transparenz, indem die Daten entlang des Werkzeuglebenszyklus sinnvoll miteinander verknüpft werden. Das stellt die Basis für eine spätere Datenanalyse dar. Zur Verknüpfung der Daten hat sich eine prozessuale Vorgehensweise in der Praxis bewährt. Dazu muss zunächst zwischen der auftragsbezogenen Typebene und den Instanzebenen für das Werkzeug und die Werkzeugkomponenten differenziert werden.

Die Typebene ist werkzeugunabhängig. Hier können beispielsweise jegliche Werkzeuge desselben Typs und folglich für ein identisches Produkt zur Anwendung kommen, die das entsprechende Unternehmen zur Verfügung hat. Die Typebene ist daher für die Datenerfassung unbrauchbar. Erst auf der Instanzebene wird zwischen den unterschiedlichen Werkzeugen desselben Typs unterschieden, was eine eindeutige Identifizierung des Werkzeugs ermöglicht. Weiterhin müssen auch die einzelnen verschleißanfälligen Komponenten innerhalb des Werkzeugs auf der Instanzebene der Komponenten eindeutig identifizierbar sein, um die Standzeit komponentenspezifisch zu optimieren. Das prozessuale Vorgehen sieht folglich in einem ersten Schritt das Auftragen einer ID zur eindeutigen Identifizierung der jeweiligen Werkzeugkomponente vor. In der Praxis kann dies zum Beispiel über das Aufbringen eines QR-Codes mittels Lasergravur erfolgen. Anschließend muss der Bezug zwischen der Komponente und dem Werkzeug sichergestellt werden, in das diese eingebaut wird. Auch das lässt sich mit einem handelsüblichen Laserscanner über die QR-Codes auf den Komponenten und dem Arbeitsplan umsetzen. Abschließend erfolgt die Verknüpfung der Produktionsdaten

während der Nutzungsphase mit den entsprechenden IDs der Komponenten beziehungsweise der Werkzeuge.

DATENANALYSE

Die verknüpfte und konsistente Datenbasis wird nachfolgend zur Datenanalyse verwendet, um aus den aggregierten Daten mittels verschiedener Analysemethoden Erkenntnisse für mögliche Optimierungsansätze abzuleiten. Insbesondere wenn Unternehmen noch nicht wissen, wie sie ihre Standzeit optimieren können, empfiehlt sich die Anwendung des sogenannten Knowledge-Discovery-in-Databases-Prozesses (KDD), der die Identifizierung von Zusammenhängen innerhalb großer Produktionsdatensmengen ermöglicht. Der KDD gliedert sich in die fünf sequentiellen Schritte Auswahl, Bereinigung, Transformation, Data Mining und Interpretation.

Bevor eine Datenbereinigung erfolgen kann, müssen die relevanten Produktionsdaten ausgewählt werden. Die Bereinigung beinhaltet unter anderem die Identifikation fehlerhafter Daten durch Plausibilitäts- und Konsistenzchecks. Dadurch können zum Beispiel die fehlerhaften Daten defekter Sensoren identifiziert und herausgefiltert werden. Die doppelte Datenerfassung in unterschiedlichen Systemen ermöglicht es, fehlende Daten zu kompensieren. Im Zuge der anschließenden Datentransformation werden nicht benötigte und doppelte Daten eliminiert, bevor die Erkennung von Mustern im Zuge des Data Minings mittels Analysealgorithmen erfolgt. Hierbei können unterschiedliche Analysemethoden wie etwa Regressions- und Korrelationsanalysen oder Cluster-Algorithmen zum Einsatz kommen. Abschließend werden die Analyseergebnisse interpretiert, um Ursache-Wirkzusammenhänge zu erkennen und daraus Wissen zu generieren. Auf dieser Basis lassen sich anschließend Handlungsfelder ableiten.



Bild 3: Handlungsfelder der Werkzeuglebenszykluskostenanalyse, Bilder: Autoren

HANDLUNGSFELDER DER DATENBASIERTEN WERKZEUGLEBENSZYKLUSKOSTENOPTIMIERUNG

Die WBA konnte gemeinsam mit den Partnerunternehmen drei übergeordnete Handlungsfelder identifizieren, die in Bild 3 dargestellt sind. Das Handlungsfeld Werkzeugkonzept sieht die datenbasierte Optimierung der Konzepte von Neuwerkzeugen sowie von Ersatzteilen im laufenden Betrieb vor. Das Handlungsfeld Instandhaltung umfasst hingegen die datenbasierte Auswahl und die Umsetzung anforderungsgerechter Instandhaltungskonzepte. Die Umsetzung eines intelligenten und datenbasierten Ersatzteilmanagements eröffnet das dritte Handlungsfeld. Alle Handlungsfelder beinhalten weitere, tiefergehende Anwendungsgebiete, wie im Folgenden am Beispiel des Handlungsfelds Werkzeugkonzept kurz exemplarisch dargestellt.

Das Handlungsfeld Werkzeugkonzept bietet grundsätzlich drei Stellhebel zur Optimierung – die Werkzeugbeschaffung, die Werkzeugauslegung von Neuwerkzeugen und die Auslegung von Ersatzteilen. Selbstverständlich hat die Adressierung aller drei Stellhebel den größten Einfluss auf die Standzeitoptimierung. Nichtsdestotrotz kann es sinnvoll sein, sich auf einzelne Stellhebel zu fokussieren. Neuwerkzeuge und Ersatzteile können beispielsweise hinsichtlich des Materials oder der Einsatzbedingungen optimiert werden. Eine weitere Möglichkeit stellt die Optimierung der Soll-Standmenge dar. Hierfür muss festgelegt werden, in welcher Reihenfolge und mit welchen Fertigungsparametern möglichst optimal produziert werden kann.

PRAXISBEISPIEL

Ein Partnerunternehmen der WBA Aachener Werkzeugbauakademie GmbH aus Süddeutschland mit internem Werkzeugbau beschäftigt sich schon seit längerem intensiv mit der Thematik der Werkzeuglebenszykluskostenanalyse. Zum Produktspektrum des Unternehmens gehören unter anderem Tiefzieh- und Strukturbauteile für die Automobilindustrie. Grundsätzlich verfolgt das Unternehmen einen ganzheitlichen Ansatz zur

Werkzeuglebenszykluskostenreduktion und ist entsprechend in allen der drei vorgestellten Handlungsfelder aktiv. Bemerkenswerte Kosteneinsparungen konnten durch eine lebenszyklusorientierte Werkzeugauslegung erzielt werden. So wurde beispielsweise für einen Schneideinsatz nach entsprechender Analyse eine spezielle Beschichtung vorgesehen. Dadurch wurde der Schneideinsatz zwar deutlich teurer, die Standmenge konnte jedoch um 400 Prozent von 500.000 auf 2.000.000 Stück erhöht werden. Zudem konnte auch die Lebensdauer des Schneideinsatzes um zirka 400 Prozent erhöht werden. Trotz des teureren Schneideinsatzes resultierte die optimierte Auslegung in einer Kostenreduktion von 37 Prozent bei Betrachtung des gesamten Werkzeuglebenszyklus.

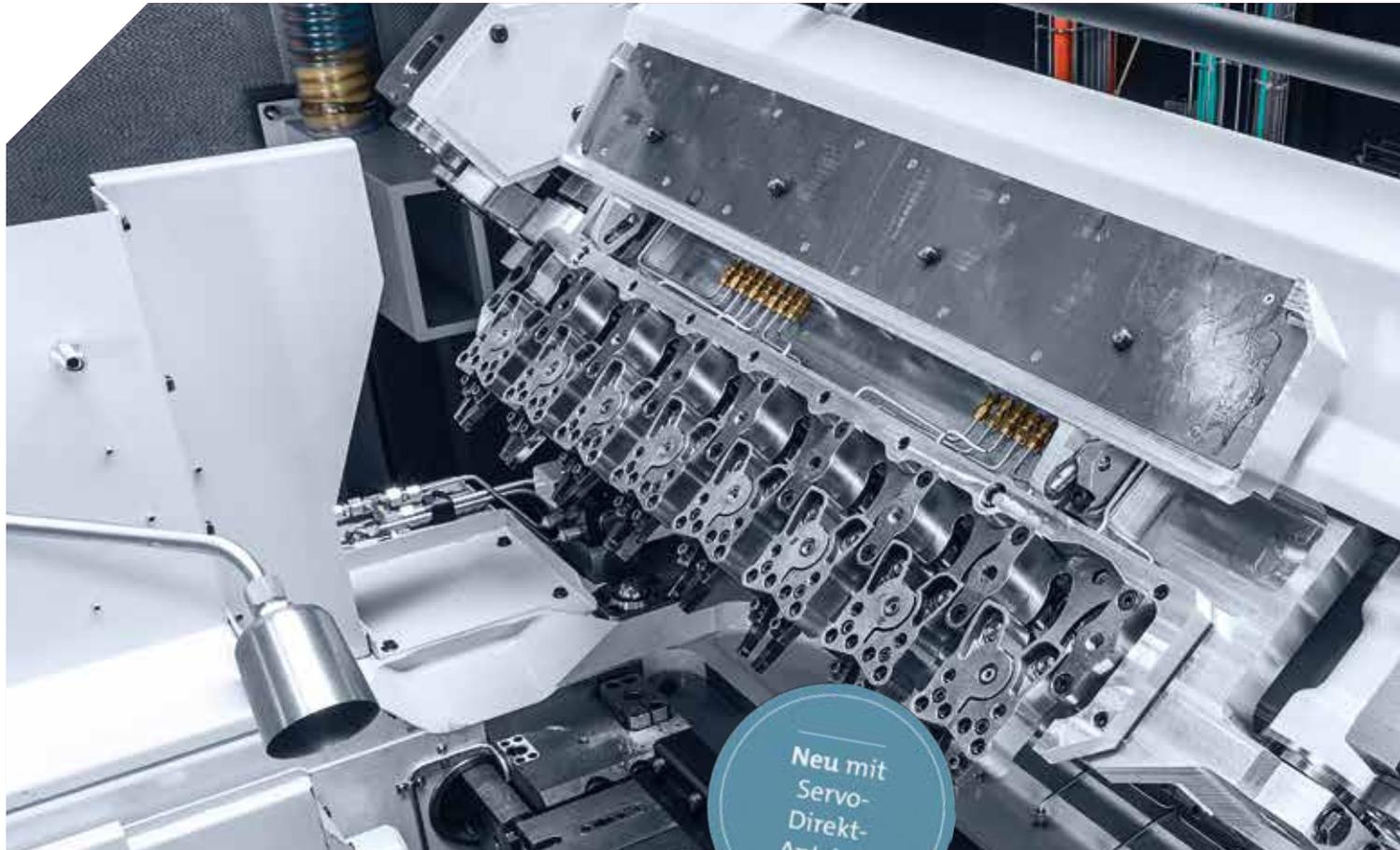
FAZIT

Das Potenzial der Werkzeuglebenszykluskostenanalyse wird in Zukunft nicht nur unter ökonomischen Gesichtspunkten einen steigenden Stellenwert in der Produktion einnehmen. Auch vor dem Hintergrund eines zunehmend nachhaltigen Wirtschaftens wird die ganzheitliche Betrachtung des Werkzeuglebenszyklus an Bedeutung gewinnen. Mithilfe der digital unterstützten Standzeitoptimierung lassen sich die Potenziale zur Kostenreduktion entlang des Werkzeuglebenszyklus offenlegen. Dabei hat sich das vorgestellte und von der WBA entwickelte systematische Vorgehen der Datenaufnahme, der Datenanalyse und der Definition von Handlungsfeldern in der industriellen Praxis bewährt.



[1] Reinsch, Eger – Forschungsprojekt LCC (2006); Auswertung über 61 Stanz- und Umformwerkzeuge von 11 Werkzeugbaubetrieben

[2] DIN 6583, 1981, S. 1



Neu mit
Servo-
Direkt-
Antrieb

Hatebur COLDmatic CM 725

Ideal für präzise und komplexe Teile

Die 7-Stufen Kaltumformmaschine mit bewährten COLDmatic-Technologien ist die ideale Kaltpresse für eine Vielfalt an Präzisionspressteilen. Die Zangen transportieren sowohl ultrakurze als auch lange Teile sicher und zuverlässig.



info@hatebur.com

Sie wünschen Informationen zu unseren Lösungen?

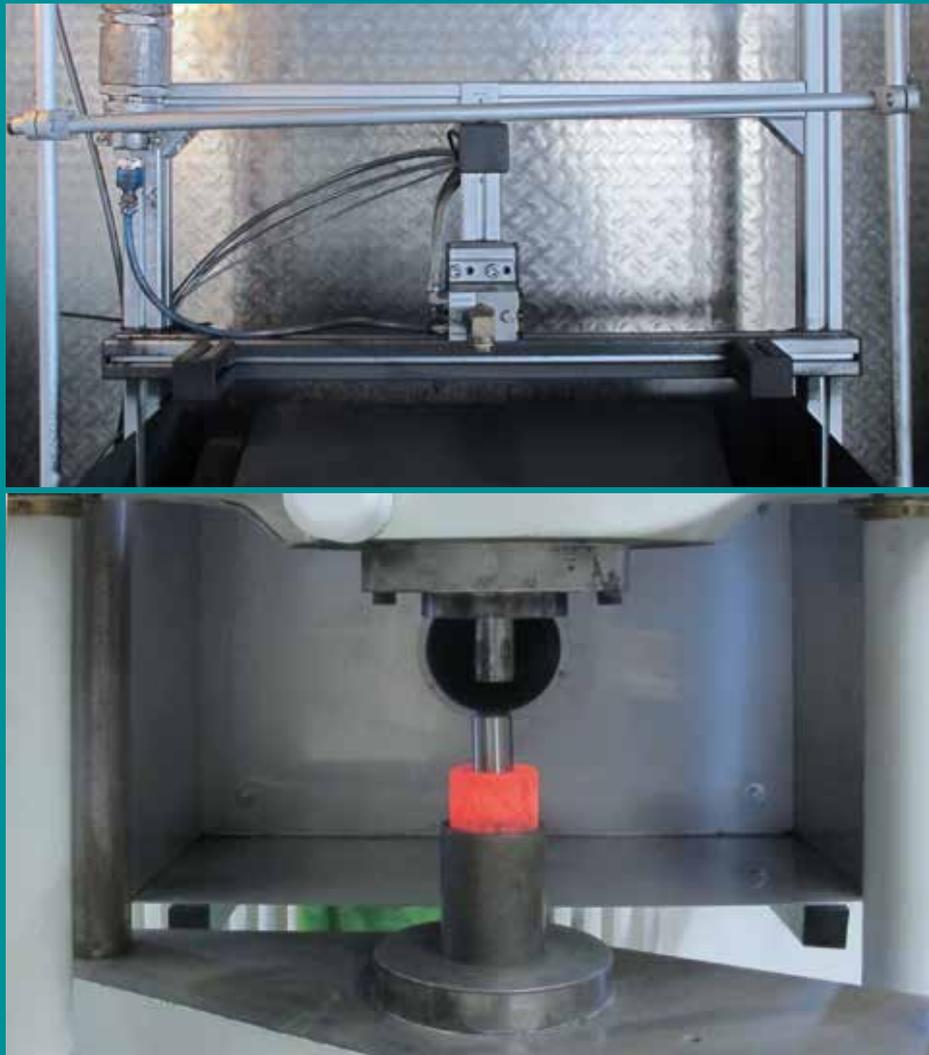
Kontaktieren Sie uns per Email oder besuchen Sie unsere neue Website www.hatebur.com



Highlights

- Kurze Umrüstzeiten dank innovativer Servo-Technologie
- Präziser Servo-Lineareinzug ohne Anschlag, für defektfreie Abschnittflächen
- Präziser Servo-Quertransport für einen sicheren Teiletransport
- Hoher Teileausstoss bis 180 Stk./min.
- Neu auch mit Servo-Direktantrieb
-





Verfahrensnaher Prüfung von Gesenkschmierstoffen

Die Schmierung der Gesenke ist ein essenzieller Bestandteil von Gesenkschmiedeprozessen zur Warmumformung metallischer Werkstoffe. Zielsetzungen sind dabei die Ausbildung einer stabilen, homogenen Schicht auf den heißen Gesenkenoberflächen sowie die Gewährleistung einer ausreichend guten Trenn- und Schmierwirkung. Verfahrensnahere Testmethoden wie ein Benetzungstest und ein Einpresstest können maßgeblich zur Beurteilung entsprechender Produkteigenschaften im Prüflabor der Hersteller beitragen.

AUTOREN



Dr.-Ing. Helge Hartwig

ist Vertriebsingenieur
bei der FUCHS LUBRITECH GmbH
in Kaiserslautern



Dr. rer. nat. Thomas Miekisch

ist Business Development Manager
im Segment Forging für die Region EMEA
bei der FUCHS LUBRITECH GmbH
in Kaiserslautern



Jens Christoffel

ist Senior Specialist Hot Forming
bei der FUCHS LUBRITECH GmbH
in Kaiserslautern



Oliver Zamponi, B. Sc.

ist Entwickler für Umformschmierstoffe
bei der FUCHS LUBRITECH GmbH
in Kaiserslautern



Sina Di Martino-Fumo

ist Entwicklerin für Umformschmierstoffe
bei der FUCHS LUBRITECH GmbH in
Kaiserslautern

Bei der Schmierung von Gesenken müssen die polaren metallischen Oberflächen von Werkzeug und Werkstück bei Gleitbewegungen unter hohen mechanischen Spannungen getrennt werden, um vorrangig adhäsiven Verschleiß in Form von Metallauftrag auf das Schmiedegesenk zu verhindern. Ein niedriger Reibwert reduziert hierbei die Kontaktschubspannungen, begünstigt das Fließen des Metalls in die Gravur und reduziert die Abrasion zerrütteter Gesenkoberflächen.

Trotz großer Formenvielfalt der Schmiedeteile und Anwendung auf Maschinen mit unterschiedlicher Kinematik wie Hämmern, mechanischen und hydraulischen Pressen sind alle Schmiedevorgänge gekennzeichnet durch „schwere“ Gleitreibung und Erwärmung der Gesenke. Besonders ausgeprägt ist der Wärmeintrag in die Gesenke bei langen Druckberührzeiten beim Schmieden tiefer Konturen beziehungsweise bei langsamen Stoßelgeschwindigkeiten der Pressen sowie bei sehr kurzen Taktzeiten in der Massenfertigung, wenn die Sprüh- und somit Kühlzeiten nur im Zehntelsekundenbereich liegen.

Grundvoraussetzung für die Wirksamkeit eines Gesenkschmierstoffs ist die Ausbildung einer homogenen, fest haftenden Schicht. Bei den hauptsächlich angewendeten Gesenkschmierstoffen auf Wasserbasis setzt das Leidenfrost-Phänomen bezüglich der Benetzungstemperatur Grenzen nach oben. Moderne Schmiedetechnologien verlangen aber die Benetzung der Gesenke bei höheren Oberflächentemperaturen. Ziel ist hierbei einerseits die Verkürzung von Sprüh- und Taktzeit, andererseits die Vermeidung von Gefügeunterschieden zwischen Kern und Oberflächenschicht, insbesondere beim Schmieden

von Nichteisenmetallen wie Aluminium-Legierungen. Durch den Auftrag des Gesenkschmierstoffs mit effektiver Sprühtechnik können die Kühlleistung erhöht, der Leidenfrost-Punkt beeinflusst und damit die notwendige Sprühzeit verkürzt werden, da die Benetzungstemperatur schneller erreicht wird [1]. Aber auch durch gezielte Schmierstoffformulierungen und -herstellung lässt sich die Benetzungstemperatur erhöhen.

Von Bedeutung sind sichere Trennung und gute Schmierung nicht nur für den Formfüllungsvorgang, sondern auch für das Lösen der geschmiedeten Teile aus den Gesenkgravuren und somit für einen stabilen Prozessablauf. Dies soll das Anhaften geschmiedeter Teile im Obergesenk verhindern und zugleich können die Auswerferkräfte reduziert werden. Das primäre Verschleißphänomen bei Gleitreibung unter hohen Normalspannungen/Flächenpressungen ist die Adhäsion, die sich im Metallauftrag vom „weicheren“ Werkstück auf das „härtere“ Werkzeug zeigt [2].

Beim Gesenkschmieden bilden sich im Kontaktbereich sehr hohe Druck- und Schubspannungen aus, in deren Folge sich die kontaktierenden polaren Oberflächen sehr eng anschmiegen. Obwohl beim Schmieden die Stoßelgeschwindigkeiten relativ hoch und die Berührzeiten entsprechend kurz sind, treten an den Gesenken doch auch sehr kleine Relativgeschwindigkeiten auf, zum Beispiel am unteren Stoßelstotpunkt am Ende des Schmiedevorgangs, in der Umgebung sich ausbildender Fließscheiden am Werkstück und an vorzeitig komplett ausgefüllten Gravurbereichen. Niedrige Relativgeschwindigkeiten befördern adhäsiven Verschleiß. Werkstückwerkstoffe wie nichtrostende



Bild 1: Sprühstand für den Benetzungstest



Schmierstoff 1

Schmierstoff 2

Schmierstoff 3

Bild 2: Benetzungsflecke von drei Schmierstoffen bei Platten temperatur von 400 °C

Stähle und Aluminium-Legierungen neigen besonders zu metallischen Bindungen. Da die Prozessbedingungen bei jedem Schmiedevorgang speziell sind, entscheidet letztlich nur ein Serientest beim Anwender über die Eignung und nutzbringende Anwendung eines Gesenkschmierstoffs. Praxisversuche beim Kunden sind für diesen in der Regel aber mit großem Aufwand verbunden.

Als Anbieter von Gesenkschmierstoffen verfügt die FUCHS LUBRITECH GmbH (FLT) über schmiedeverfahrensrelevante Labortests. Damit kann das Unternehmen wesentliche Schritte einer zielgerichteten Produktentwicklung im eigenen Haus unterstützen und potenziellen Anwendern im Ergebnis ein anwendungsoptimiertes Produkt empfehlen. Zwei wesentliche Tests sind ein Benetzungstest/Sprühstest zur qualitativen Bewertung von Benetzungstemperaturen sowie ein Einpresstest zur Beurteilung von antiadhäsiven Eigenschaften (Trenn- und Schmierwirkung) von Schmierstoffschichten.

Ein besonderer Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten richtet sich bei den Gesenkschmierstoffen der Marke LUBRODAL aktuell auf das Schmieden von Aluminium-Legierungen. Ein neu entwickelter Schmierstoff (im Folgenden als Schmierstoff 3 bezeichnet) wurde in beiden Tests drei Produkten gegenübergestellt, die bereits in der Schmiedep Praxis etabliert sind. Alle vier Schmierstoffe sind wassermischbar und enthalten eine Ölkomponente. Die Schmierstoffe 1 bis 3 enthalten Grafit, Schmierstoff 4 ist grafitfrei.

- Schmierstoff 1 wird sehr verbreitet bei Klein- und Mittelserien eingesetzt; er kann dabei sehr stark verdünnt werden,
- Schmierstoff 2 findet in der Großserienfertigung Anwendung und hat eine höhere Benetzungstemperatur,
- Schmierstoff 3 ist eine Neuentwicklung für höchste Benetzungstemperaturen,
- Schmierstoff 4 findet für einfachere Umformvorgänge sowie in der Vorformgebung Anwendung.

Bild 1 zeigt den Aufbau des Benetzungstests bei FLT. Unter konstanten Sprühbedingungen (Sprühdüse, Sprühdruk und -zeit, Abstand und Auftreffwinkel) werden unterschiedlich stark aufgeheizte Stahlplatten mit einem Schmierstoff-Luft-Gemisch bestrahlt. Ein qualitatives Beurteilungskriterium für die Höhe der maximalen Benetzungstemperatur ist die offensicht-

liche Verkleinerung des benetzten Flecks bei einem höheren Temperaturniveau. In Bild 2 ist das vergleichende Ergebnis der drei grafitartigen Schmierstoffe bei einer Platten temperatur von 400 °C zu sehen. Auch aus dieser Gegenüberstellung ist ersichtlich, dass die Benetzungstemperatur von Schmierstoff 1 am niedrigsten und von Schmierstoff 3 am höchsten ist. Die Benetzungsflecke des grafitfreien Schmierstoffs 4 sind schlecht sichtbar; es wird ein Ergebnis wie bei Schmierstoff 1 erreicht.

Das Prinzip eines für die Massivumformung modifizierten Einpresstests (Bild 3) wurde bereits mehrfach beschrieben [3]. Ein zylindrischer Bolzen aus Werkzeugwerkstoff wird mit einem definierten Übermaß in eine Hülse aus Werkstückwerkstoff eingepresst. Zur Beurteilung des Testergebnisses werden mögliche Verschleißmarken an den Probekörpern herangezogen. Der Verlauf der Einpresskraft lässt ebenfalls Rückschlüsse auf das Vorliegen adhäsiven Verschleißes zu. Unter Verwendung des Maximalwerts der Kraftkurve nach dem vollständigen Einpressen kann die Schmierwirkung der Stoffe



Bild 3: Aufbau des Einpresstests bei der FUCHS LUBRITECH GmbH



Schmierstoff 1 Schmierstoff 2 Schmierstoff 3 Schmierstoff 4

Bild 4: Verschleißmarken an den Einpressbolzen

verglichen werden. Die verfahrensrelevante Gestaltung des Tests für die Bedingungen der Halbwarmumformung von Stahl wurde in [4] beschrieben. Hier wurden die Kontaktbedingungen, die örtlichen und zeitlichen Verläufe von Kontaktspannung und Kontakttemperatur, während der Testdurchführung berechnet und mit der Schmiedepaxis verglichen.

Für die Beurteilung von Schmierstoffen für das Gesenkschmieden von Aluminiumlegierungen können die Kontaktbedingungen durch den Test recht einfach und genau abgebildet werden. Die Hülsen werden auf 520 °C erwärmt, die mit Schmierstoff vorbeschichteten Bolzen auf 200 °C bis 300 °C. Bild 4 zeigt die Bolzen nach dem Pressvorgang. Es ist ersichtlich, dass bei allen drei grafithaltigen Schmierstoffen keine wesentlichen Verschleißmarken entstehen, während der Bolzen mit dem grafitfreien Schmierstoff deutlichen Metallauftrag zeigt. Das unterschiedliche Verschleißverhalten wird auch aus der Betrachtung der Hülsenbohrung deutlich (Bild 5).

Bild 6 stellt die Verläufe der Einpresskraft gegenüber. Bei den grafithaltigen Schmierstoffen 1 bis 3 fällt die Kurve nach dem vollständigen Einpressen gleichmäßig ab, wohingegen die Kurve beim grafitfreien Schmierstoff 4 in Folge des metallischen Kontakts und adhäsiven Verschleißes einen weiteren Anstieg zeigt.

Die Ergebnisse der beiden Tests geben die aus der Schmiedepaxis bekannten Eigenschaften der Schmierstoffe wieder. Der neu entwickelte Gesenkschmierstoff 3 erfüllt die Erwartungen bezüglich einer sehr hohen Benetzungstemperatur und weist ähnlich gute Trenn- und Schmiereigenschaften auf. Eine erste Praxisanwendung wurde bereits bei einem sogenannten



Schmierstoff 1 Schmierstoff 2 Schmierstoff 3 Schmierstoff 4

Bild 5: Verschleißmarken an den Einpresshülsen

isothermen Schmiedevorgang realisiert, bei dem Schmiedeteil und Gesenk eine annähernd gleiche Temperatur von 500 °C haben.

Mit den beiden beschriebenen praxisnahen Modelltests stehen somit effiziente Hilfsmittel zur Unterstützung einer zielgerichteten, verfahrensnahen Entwicklung neuer Gesenkschmierstoffe für die Schmiedepaxis zur Verfügung.

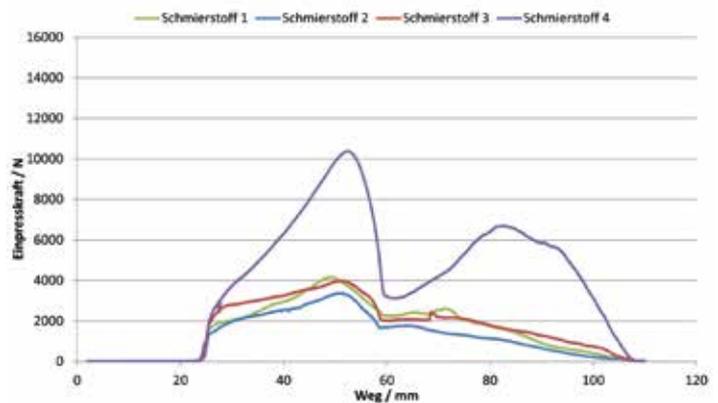


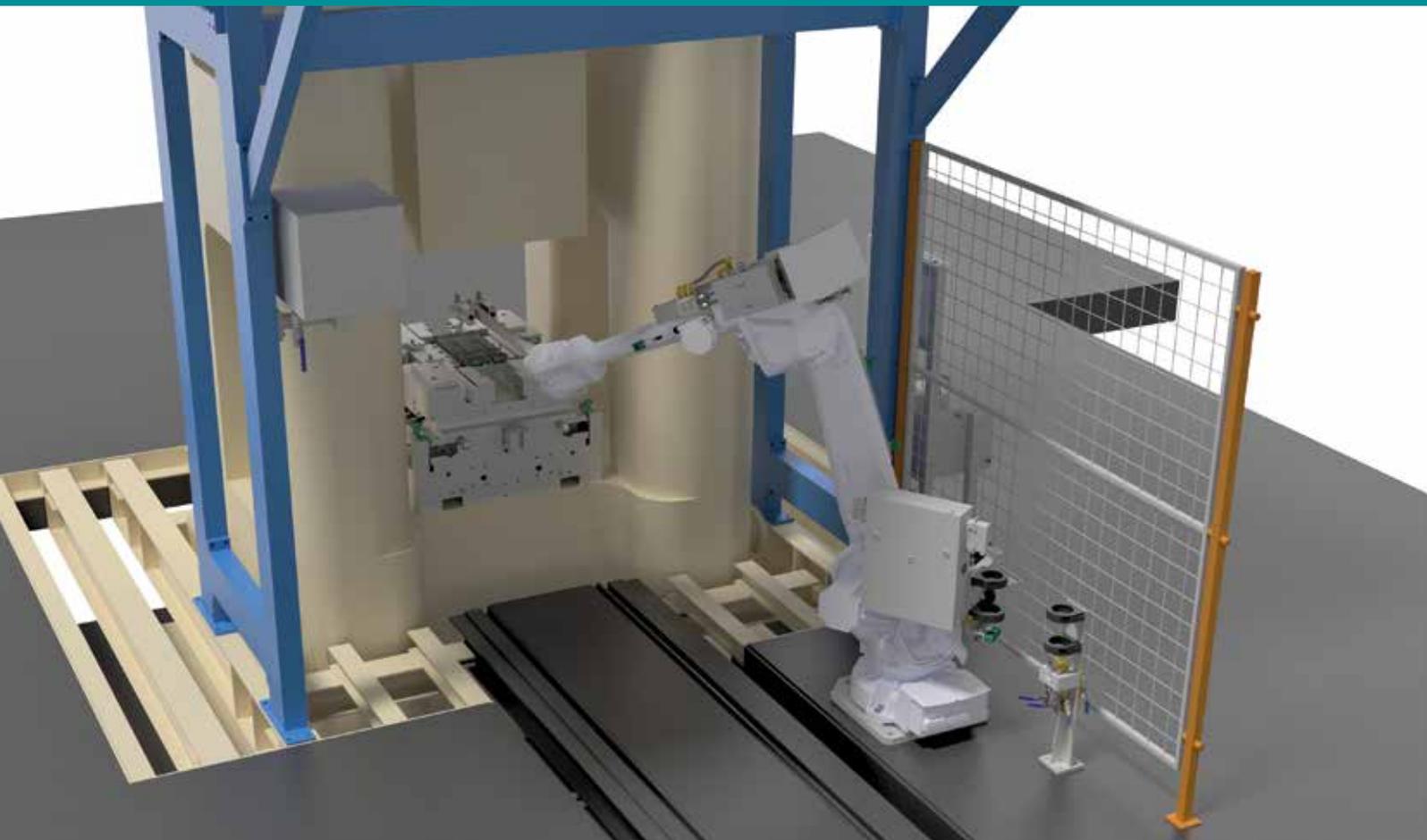
Bild 6: Einpresskraftkurven Bilder: Autoren



FUCHS LUBRITECH GmbH
 Werner-Heisenberg-Straße 1
 67661 Kaiserslautern
 Tel.: +49 6301 3206-0
 E-Mail: lubritech@fuchs.com
 Internet: www.fuchs.com/lubritech



- [1] Tenzer, F; Roisman, I; Tropea, C; Hussong, J.: Sprühkühlung: Effizienz durch neue Vorhersagemodelle. massivUMFORMUNG September 2020, S. 44 – 48
- [2] Hartwig, H.: Verschleiß an Werkzeugen der Massivumformung. Studie FWF 2606, Forschungsvereinigung Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik e. V., November 2004
- [3] Hartwig, H; Junghans, R; Neukirchner, J.: Modifizierter Einpresstest zur Schmierstoffprüfung für die Massivumformung. Tribologie und Schmierungstechnik 45(1998)1, S. 21 – 24
- [4] Neugebauer, R; Hartwig, H; Geiger, M; Bitter, S.: Halbwarmumformung von Stahl: Prozessgrundlagen, Schmiedejournal, September 2003, S. 12 – 14



Minimalmengenprühen bei der Herstellung von Net-Shape-Schmiederohlingen

Die Herstellung hochkomplexer Net-Shape-Schmiederohlinge im Bereich der Implantate und der Osteosynthese erfordert eine sehr präzise Applikation des Schmierstoffs auf den Gelenken. Ein renommierter Schweizer Hersteller hat gemeinsam mit seinem Verfahrensentwickler die Minimalmengenapplikation von grafithaltigen Schmierstoffen für das Schmieden von Net-Shape-Schmiederohlingen implementiert und deutliche Verbesserungen im Schmiedeprozess erzielt.

AUTOREN



**Dipl. Masch. Ing. FH MBA
Beat Bruderer**

ist Technischer Leiter und Projektleiter bei der Zimmer Switzerland Manufacturing GmbH, Business Unit DynaForge in Winterthur (Schweiz)



Joachim Binder, B. Eng.

ist Global Key Account Manager bei der AED Automation GmbH in Dornstadt



Ralph Weidmann, B. Sc.

ist Schmiedeingenieur (Anlagenbetriebnahme) bei der Zimmer Switzerland Manufacturing GmbH, Business Unit DynaForge in Winterthur (Schweiz)



Dr.-Ing. Alexander German

ist Geschäftsführer der AED Automation GmbH in Dornstadt



Bild 1: Bauteil 1, Bild: Zimmer Biomet 2021



Bild 2: Detail Bauteil 1, Bild: Zimmer Biomet 2021

In der Vergangenheit waren bei Zimmer Biomet handelsübliche automatische Linearsprühsysteme im Einsatz. Aufgrund der hohen Qualitätsanforderungen an die Bauteile und somit an den Sprühprozess sind die Anlagen hinsichtlich Reproduzierbarkeit und Präzision an ihre technischen Grenzen gestoßen. Daher hat sich Zimmer Biomet entschlossen, stattdessen für diese Anwendung ein hochpräzises Sprühsystem der AED Automation GmbH zu installieren.

Die Zielsetzung des Projekts war:

- die Verbesserung der Bauteilqualität, insbesondere der Oberflächengüte
- eine geringere Nachbearbeitung an den Schmiederohlingen
- eine höhere Flexibilität des Sprühsystems beim Einsatz über das komplette Bauteilspektrum ohne Wechsel beziehungsweise Adaption am Sprühwerkzeug

- eine höhere Reproduzierbarkeit im Prozess
- die Steigerung der Gesenkstandzeit
- ein geringerer Schmierstoffverbrauch sowie
- eine reduzierte Verschmutzung an der Pressenlinie

Die daraus abgeleiteten Anforderungen an das Sprühsystem lauteten

- präziser und gleichmäßiger Auftrag des Schmierstoffs auf dem Gesenk
- reproduzierbare Dosierung des Schmierstoffs bis auf wenige Milliliter
- robotergestütztes Sprühsystem mit einfacher intuitiver Bedienung
- zuverlässiges Schmierstoffversorgungssystem
- geringerer Wartungsaufwand des Schmierstoffs



Bild 3: Sprühwerkzeug



Bild 4: Sprühapplikation

BESCHREIBUNG DES NEUARTIGEN SPRÜHKONZEPTS

Um der Anforderung nach einer hochgenauen und reproduzierbaren Applikation des Schmierstoffs nachzukommen, hat AED Automation ein völlig neuartiges Sprühkonzept entwickelt. Dies beinhaltet die Möglichkeit, die Düsen individuell nach Bedarf anzusteuern sowie die Sprühvolumina je Düse individuell zu regulieren. Dadurch wird der Schmierstoff in der richtigen Menge und nur an den Stellen punktgenau appliziert, an denen er tatsächlich benötigt wird. Ein gleichzeitiges Übersprühen anderer Bereiche im Gesenk wird dadurch verhindert. Durch das neue Düsenkonzept gelingt es, Volumina zwischen 10 und 40 Millilitern eines grafithaltigen Schmierstoffs je nach Bauteilanforderung reproduzierbar zu versprühen. Herkömmliche Düsen und Sprühwerkzeuge dosieren die Schmierstoffmenge vorwiegend über den eingestellten Schmierstoffdruck und den Auslassquerschnitt der Düse. Die von AED entwickelte Düse arbeitet nach dem Verdrängerprinzip, wodurch sowohl die Sprühzeiten als auch der Volumenstrom je Düse frei programmierbar sind.

Das Minimalmengensprühen leistet dabei einen signifikanten Beitrag zur Erhöhung der Bauteilqualität und der Verbesserung der Reproduzierbarkeit im Prozess und vermindert deutlich die Verschmutzungen an der Pressenlinie.

Die Handhabung des grafithaltigen Schmierstoffs ist unter den gegebenen Randbedingungen ebenfalls herausfordernd. Insbesondere bei den kleinen Abnahmemengen ist es äußerst wichtig, Verstopfungen und das Absetzen des Graphits im gesamten Sprühsystem zu vermeiden. Die Verwendung von außenmischenden Düsen verringert per se die Verstopfungsgefahr, da der Schmierstoff kaum am Düsenkörper haften bleiben kann. Das komplette Sprühsystem wurde „schmiedegerecht“ konstruiert, was die Materialauswahl sowie die Konstruktionsmerkmale angeht. Dies beinhaltet einerseits die Verwendung von Edelstahl oder Kunst-

stoff bei allen schmierstoffführenden Bauteilen und andererseits die Vermeidung von scharfen Ecken an den Bauteilen und der Leitungsführung. Zusätzlich wird der Schmierstoff in einer Ringleitung vom Versorgungssystem zur Sprühanlage geführt, um hier einem Absetzen des Schmierstoffs gezielt entgegenzuwirken. Auch wird vor längeren geplanten Produktionsunterbrechungen, zum Beispiel vor dem Wochenende, das komplette Sprühsystem über eine Softwareroutine mit Wasser gespült.

Als Manipulator dient ein Industrieroboter, der im Vergleich zu einem Linearsystem eine deutlich höhere Flexibilität aufweist. Dies hat den Vorteil, dass die Gesenkkontur sehr präzise gesprüht werden kann. Außerdem ist es möglich, das gesamte Bauteilportfolio mit nur einem Sprühwerkzeug abzudecken. Dies erspart dem Kunden weitere Investitionen in eine Vielzahl von Sprühwerkzeugen. Die Bedienung und Programmierung sämtlicher Sprühparameter erfolgt über eine von AED entwickelte grafische Oberfläche, welche keine speziellen Kenntnisse in der Roboterprogrammierung erfordert. Die Änderung von Sprühparametern ist während des laufenden Prozesses möglich. Des Weiteren sind sämtliche Änderungen im Sprühprogramm für das jeweilige Bauteil gespeichert und damit dokumentiert. Manuelle Einstellungen an der Anlage oder am Sprühwerkzeug sind nicht mehr notwendig.

OPTIMIERUNGSERGEBNISSE SEIT INBETRIEBNAHME

Sehr bald nach der Inbetriebnahme der Anlage haben sich die Vorteile des neuen Sprühsystems im Prozess gezeigt. Durch den präzisen Auftrag und die geringen Mengen an versprühtem Graphitschmierstoff konnte eine deutliche Verbesserung der Bauteilqualität, insbesondere der Oberflächenqualität, festgestellt werden. Gleichzeitig ist der Aufwand bei der Teilennachbearbeitung gesunken. „Die Möglichkeit, die Trennmittelmenge an jeder Düse individuell einzustellen, und die hervorragende

DIGITALISIERUNGSTOOLS FÜR GESENKSCHMIEDEN



SMARTE LÖSUNGEN FÜR MEHR EFFIZIENZ UND PRODUKTIVITÄT

In Zeiten sich immer schneller verändernder Märkte hat sich die SMS group zum Ziel gesetzt, Kunden durch innovative Ideen und digitale Tools Wettbewerbsvorteile zu verschaffen. Wir hören Ihnen zu, wir lernen, wir entwickeln: Was immer Sie vorhaben, unsere Spezialisten für Automatisierung und Digitalisierung verwirklichen es mit Ihnen.

- Schnelle Datenverfügbarkeit in Echtzeit
- Intuitive Weboberfläche mit Analyse- und Optimierungstools
- Datensicherheit auf höchstem Niveau
- Niedrige Investitionskosten und geringes Risiko dank Software as a Service (SaaS)
- Synergieeffekte aus Softwareexpertise und langjährigem Prozess-Know-how
- Gesteigerte Gesamtanlageneffektivität

Leading partner in the world of metals



SMS group GmbH
Ohlerkirchweg 66
41069 Mönchengladbach
Tel.: +49 2161 350-1450
closeddieforging@sms-group.com

SMS  group
www.sms-group.com



Bild 5: Versorgungssystem

Reproduzierbarkeit des Systems erlauben uns, Bauteile net shape zu schmieden, an die wir vorher noch nicht gedacht haben“, bestätigt Beat Bruderer, Forging Technology Manager bei Zimmer Biomet.

Durch die Minimalmengenapplikation von nur wenigen Millilitern ist der Schmierstoffverbrauch um 75 Prozent gesunken. Dies reduziert nicht nur die Beschaffungskosten, sondern minimiert auch die Verschmutzung am Gesenk und an der Presse, was wiederum den Reinigungsaufwand reduziert und einen sauberen Arbeitsplatz gewährleistet.

Aufgrund der Teilevielfalt hat sich die Entscheidung für einen Industrieroboter als richtig erwiesen. Das komplette Bauteilspektrum wird mit nur einem Sprühwerkzeug abgedeckt. Nach einem Gesenkwechsel wird das richtige Sprühprogramm über einen Barcode geladen und die Produktion wieder angefahren.

Belastbare Zahlen hinsichtlich der Gesenkstandzeit liegen zwar noch nicht vor, die bisherigen Ergebnisse stimmen aber optimistisch, eine Erhöhung der Lebensdauer zu erreichen.

Die genannten Vorteile in Verbindung mit der daraus resultierenden höheren Zuverlässigkeit der Anlage und dem geringeren Wartungsaufwand führten zu einem Anstieg der Gesamtproduktivität der Pressenlinie.



Bild 6: Bedienoberfläche, Bilder 3 bis 6: AED Automation

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mittlerweile ist die Sprühanlage seit fast einem Jahr im Einsatz und erfüllt zuverlässig ihre Dienste.

„Wir haben bei dem Projekt viel gelernt. Da es sich um ein neues Sprühkonzept handelt, erfordert dies auch eine neue Denkweise unsererseits. Durch die enge Zusammenarbeit zwischen Zimmer Biomet und AED ist es uns gelungen, die komplette Pressenlinie sehr schnell in Betrieb zu nehmen und unsere Prozesse zu verbessern. Für ähnliche Applikationen können wir diese Sprühtechnik uneingeschränkt weiterempfehlen“, bestätigen Beat Bruderer und Ralph Weidmann von Zimmer Biomet.



Zimmer Biomet zählt zu den weltweit führenden Unternehmen im restaurativen Gelenkersatz. Das Unternehmen beschäftigt weltweit mehr als 17.000 Mitarbeiter und vertreibt seine Produkte in mehr als 100 Länder. Die Zimmer Switzerland Manufacturing GmbH in Winterthur ist eine der fünf Hauptfertigungsstätten, in denen Implantate für den Hüft- und Kniegelenkersatz, für die Wirbelsäule, die oberen Extremitäten und die Osteosynthese allgemein gefertigt werden. Als Hersteller für Medizinprodukte ist das Unternehmen nach ISO 13485:2012 zertifiziert und verpflichtet sich der Einhaltung von QSR 21 CFR 820.

Am Produktionsstandort in Winterthur werden verteilt über alle Produktkategorien und inklusive Halbfabrikaten für das amerikanische Mutterhaus rund 1,4 Millionen Produkte jährlich hergestellt.



AED Automation GmbH
 Lerchenbergstraße 23
 89160 Dornstadt
 Tel.: +49 7348 2001-0
 E-Mail: info@aed-automation.com
 Internet: www.aed-automation.com

BÖHLER W360
ISOBLOC®

HART UND ZÄH ZUGLEICH

**Der BÖHLER Warmarbeitsstahl
für höchste Anforderungen**

Neben dem hervorragenden Zähigkeitspotential des W360 ISOBLOC zeichnet sich der Werkstoff vor allem durch die hohe thermische Beständigkeit aus. Diese spiegelt sich sowohl im hohen Warmhärteniveau als auch in dessen Stabilität unter thermischer Beanspruchung wider. Diese im W360 ISOBLOC kombinierten Werkstoffeigenschaften gewährleisten einen hohen Widerstand gegen thermische Ermüdung und Gewaltbruch. Eigenschaften, welche die Lebensdauer ihres Werkzeuges erheblich verlängern.



Konjunktur der Massivumformung in Deutschland – Lieferkettenengpässe bremsen Wachstum

Die unerwartet dynamische Erholung nach der Corona-Rezession führt zu Engpässen in Lieferketten, welche eine schnellere konjunkturelle Entwicklung behindern. Die stark steigenden Kosten bedrohen die betriebswirtschaftliche Stabilisierung.

AUTOR



Dipl.-Kfm. Holger Ade

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

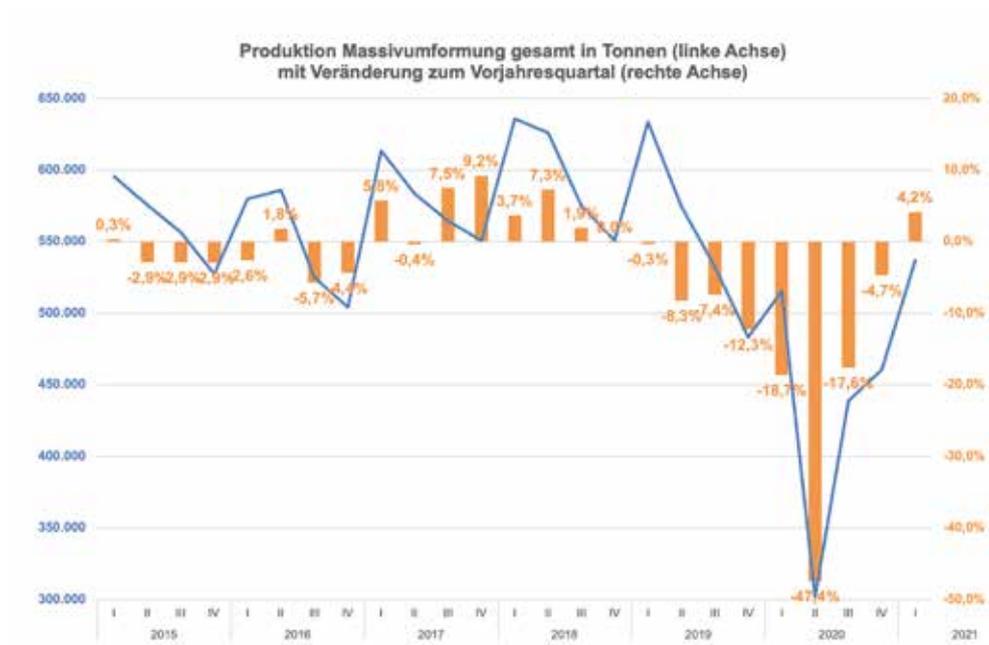


Bild 1: Produktion Massivumformung in Deutschland; Quelle Statistisches Bundesamt

Nach dem Corona-Schock im zweiten Quartal 2020 haben sich die Massivumformung und ihre größten Kundenbranchen, die Automobilindustrie und der Maschinenbau, deutlich schneller erholt als nach der Finanz- und Wirtschaftskrise der Jahre 2008 und 2009. Der Einbruch war allerdings vergleichbar drastisch: 302.000 Tonnen Massivformteile produzierten die Betriebe von April bis Juni, über 47 Prozent weniger als im zweiten Quartal 2019. In der Finanzkrise war im zweiten Quartal 2009 ein Rückgang um 46 Prozent zu verzeichnen. Während die Produktion in dieser jüngsten Krise jedoch in sechs Quartalen unter 500.000 Tonnen verharret hatte, konnte diese Marke nach dem pandemiebedingten Tief bereits nach drei Quartalen wieder deutlich übertroffen werden – im ersten Quartal 2021 wurden bereits wieder 537.000 Tonnen Massivformteile produziert.

Im Gesamtjahr 2020 hat die Massivumformung ein Produktionsniveau von 1,7 Millionen Tonnen erzielt, das entspricht einem Rückgang von 22,8 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Sollte die

Produktion des ersten Quartals 2021 stabilisiert werden können, wären 2,1 Millionen Tonnen im gesamten Jahr erreichbar. Mit diesem Wachstum von 25 Prozent würde die Branche knapp an das Produktionsniveau 2019 herankommen. Allerdings zeichnet sich ab, dass die unerwartet schnelle Erholung der Industrie zu erheblichen Herausforderungen in den Lieferketten führt. Dies dürfte eine derart positive Entwicklung verhindern. Der Verband der Automobilindustrie hat seine Prognose für in Deutschland produzierte Pkw bereits in zwei Schritten von zunächst plus 20 Prozent auf 13 und zuletzt 3 Prozent reduziert. Im vergangenen Jahr haben die deutschen OEM im Inland 3,5 Millionen Pkw hergestellt, 25 Prozent weniger als 2019 und nahezu ein Drittel weniger als 2018.

Dabei erhält die Automobilindustrie erhebliche staatliche Unterstützung in Form der Kaufprämien für Fahrzeuge mit emissionsarmen Antrieben, die eine dynamische Entwicklung der Nachfrage nach batterieelektrischen und plug-in-hybriden

Produktion und Export deutscher Hersteller

	Juni 2021		Jan.-Juni 2021		2019		2020		2021*	
	Einheiten	± %	Einheiten	± %	in 1.000	± %	in 1.000	± %	in 1.000	± %
Personenkraftwagen										
Inlandsproduktion	253.869	-17	1.735.445	16	4.664	-9	3.515	-25	3.621	3
Export	193.830	-10	1.331.039	19	3.487	-13	2.647	-24	2.726	3
Auslandsproduktion	709.320	-20	5.016.875	24	11.380	1	9.811	-14	10.498	7
Weltproduktion	963.189	-19	6.752.320	22	16.043	-2	13.326	-17	14.119	6
Nutzfahrzeuge bis 6 t										
Produktion	21.199	-8	114.842	13	284	1	227	-20	254	12
Export	16.243	-6	83.183	12	212	-3	165	-22	185	12

*Prognose

Bild 2: Produktion und Export deutscher Automobilhersteller; Quelle VDA

Fahrzeugen ausgelöst haben. Der Marktanteil der Elektromobile stieg in Deutschland zur Jahresmitte auf 23,6 Prozent. Das Bundeswirtschaftsministerium hat angekündigt, dass die Förderung über 2021 hinaus bis Ende 2025 verlängert werden soll. Offenbar traut man den E-Mobilen mittelfristig ohne Kaufanreize zu wenig Akzeptanz des Verbrauchers zu, um die ambitionierten Klimaziele im Transportsektor zu erreichen.

Bei den leichten Nutzfahrzeugen unter 3,5 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht liegt der Elektroanteil unter 4 Prozent und steigt gegenüber dem Vorjahr lediglich moderat. Trotzdem wird im Bereich der Nutzfahrzeuge bis 6 Tonnen ein Produktionszuwachs um 12 Prozent für 2021 erwartet. Insbesondere die Transporter sorgen für konjunkturellen Aufwind, die Fahrzeuge zwischen 4 und 6 Tonnen liegen dagegen in den ersten

5 Monaten 20 Prozent unter dem Vorjahresniveau. Für die schweren Nutzfahrzeuge liegen aufgrund der geringen Anzahl der Produzenten in Deutschland keine Produktionsdaten vor. Die Zulassungszahlen deuten jedoch auf eine kräftige Erholung hin, der VDA erwartet für 2021 ein Plus von 15 Prozent.

Im Gegensatz zu den Pkw-Herstellern haben die Maschinenbauer ihre Jahresprognose bereits zweimal nach oben korrigiert, von zunächst plus 2 Prozent über dann 7 auf jetzt 10 Prozent Produktionszuwachs im Jahr 2021. Die Auftrags-eingänge hatten sich im Jahresverlauf günstiger entwickelt als zunächst erwartet und lagen zur Jahresmitte 25 Prozent über dem Vorjahresniveau. Investitionen, die im letzten Jahr verschoben wurden, werden vermehrt nachgeholt. Zudem ist die europäische Klimapolitik für weite Teile des Maschinenbaus



Bild 3: Neuzulassungen Nutzfahrzeuge > 6 Tonnen in Deutschland; Quelle VDA



LUBRODAL

Spezialschmierstoffe für die Schmiedeindustrie

LUBRODAL-Umformschmierstoffe minimieren Reibung und Verschleiß bei allen gängigen Umformverfahren und verwandten Anwendungen. Sie sorgen für höchste Bauteilqualität, erhöhte Prozesssicherheit, reduzierte Betriebskosten und geringere Umweltbelastung. Wir unterstützen Sie gerne individuell bei der Produktauswahl für Ihre Anwendung.



LUBRITECH
Special Application Lubricants

Als Experte für die Schmiedeindustrie stellt FUCHS LUBRITECH eine erstklassige und umfassende Palette an Spezialschmierstoffen und Serviceleistungen bereit. Unser Versprechen: Technologie, die sich auszahlt.

www.fuchs.com/lubritech

ein großes Konjunkturprogramm und dürfte die mittelfristige Entwicklung der Branche positiv beeinflussen. Der absehbare Bedarf an zusätzlicher regenerativer Energiebereitstellung, insbesondere in Form von Windenergie, bietet Wachstumspotenziale vor allem für die Freiformschmieden und Ringwalzer.

Diese sind als Lieferanten des Maschinenbaus von der coronabedingten Konjunkturkrise deutlich weniger hart getroffen worden als die Automobilzulieferer aus dem Bereich der Gesenkschmieden.

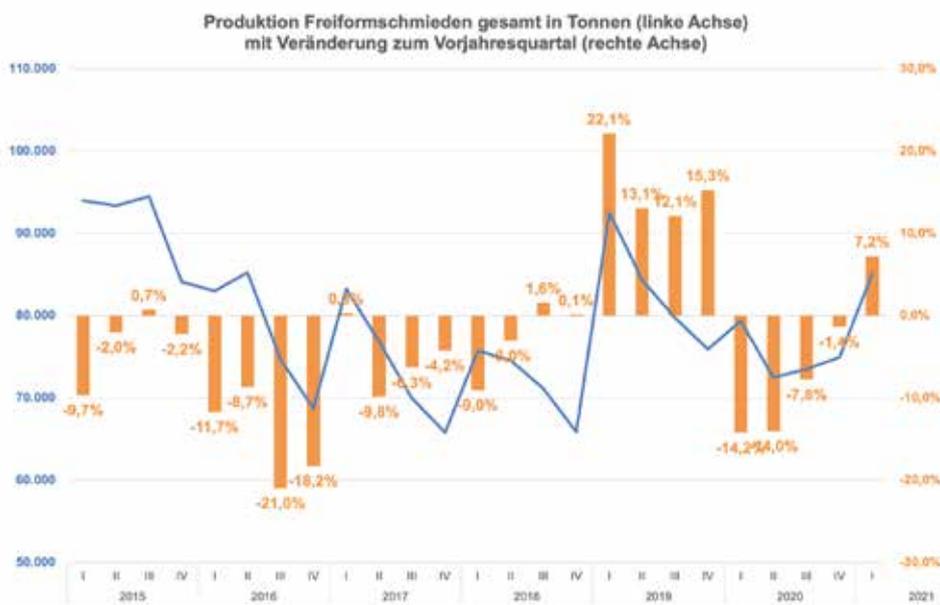


Bild 4: Produktion Freiformschmieden und Ringwalzwerke in Deutschland; Quelle Statistisches Bundesamt

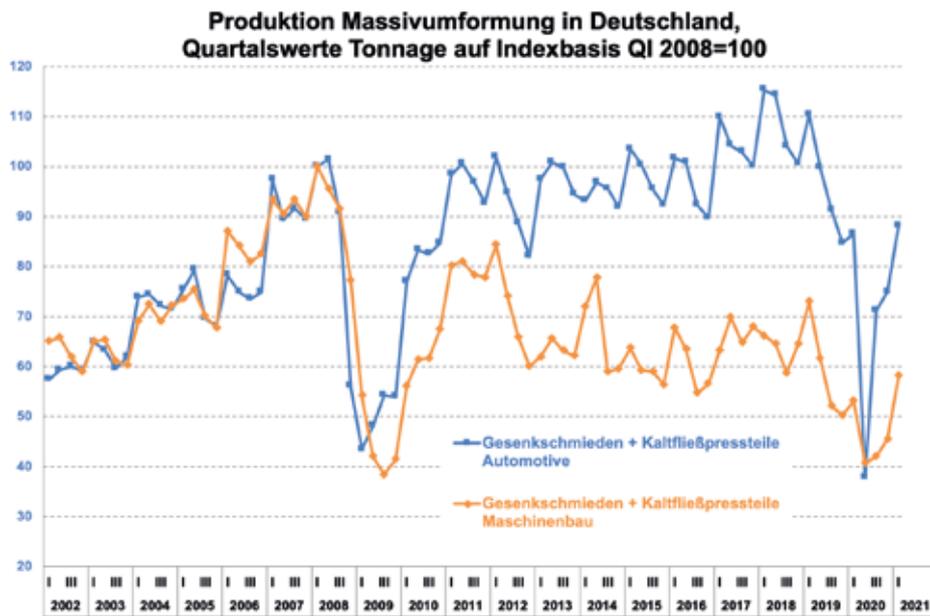


Bild 5: Produktion Gesensschmieden und Kaltfließpressteilehersteller nach Kundenbranchen; Quelle Statistisches Bundesamt

Wie unterschiedlich Teile der Branche betroffen sind, wird zeigt der Vergleich der Gesensschmieden, die in die Automobilindustrie liefern, mit den Gesensschmieden, die den Maschinenbau bedienen.

Der Automobilsektor zeigte sich in der Corona-Krise deutlich volatiler als der Maschinenbau. Die Lieferungen an Automobilkunden sind im zweiten Quartal 2020 um 62 Prozent zurückgegangen, an die Maschinenbauer wurden 34 Prozent weniger Massivformteile geliefert. Während der Finanzkrise war der Einbruch beider Branchen dagegen vergleichbar und fand lediglich zeitlich etwas versetzt statt. Inzwischen sind die

Betriebe in beiden Bereichen wieder normal ausgelastet. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Personalkapazitäten im Laufe des zweiten Quartals 2020 angepasst worden sind. Der Rückgang der fest angestellten Beschäftigten zwischen März und Juli 2020 beträgt 3,2 Prozent. Hinzu kommen die Rückgänge der Leiharbeitsverhältnisse, die einen Anteil an den Beschäftigten von 5 Prozent ausmachen dürften.

Anmerkung zur Grafik: Die Sprungstelle zwischen Dezember 2020 und Januar 2021 ist auf eine geringere Anzahl meldepflichtiger Betriebe zurückzuführen; die Meldepflicht beginnt ab 50 Beschäftigten.

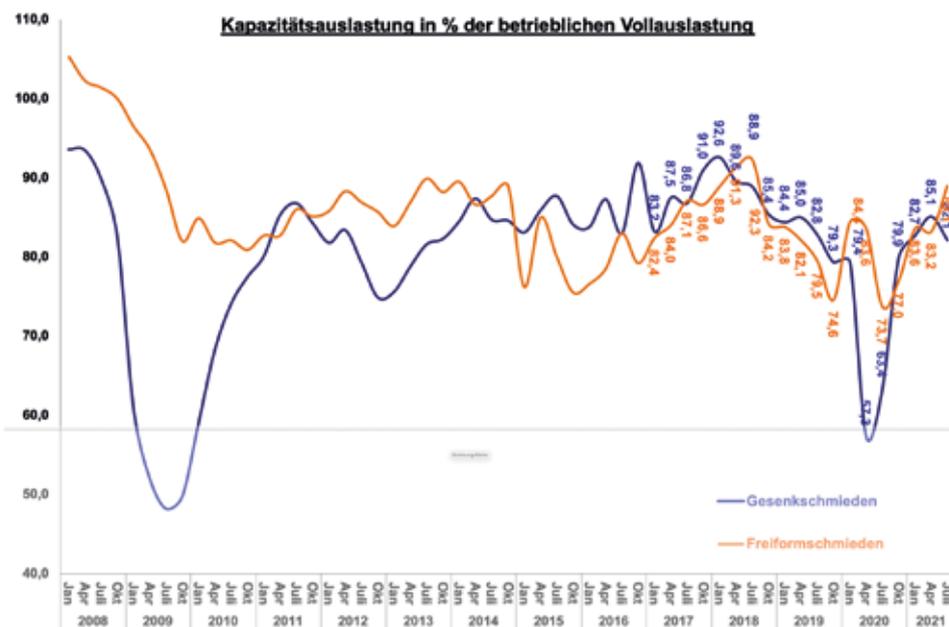


Bild 6: Auslastung der Produktionskapazitäten, Quelle ifo-Institut

Erwärmungs- und Wärmebehandlungsanlagen für die Schmiedeindustrie

- Hochwertige Wärmebehandlung
- Hoher thermischer Wirkungsgrad
- Niedrige Betriebskosten
- Hohe Energieeffizienz
- Vollautomatische Prozessführung
- Leichte Bedienbarkeit
- Ausführung nach Kundenwunsch

**Herdwagenöfen | Kammeröfen | Schachtöfen
Manipulatoren | Individuelle Anlagen**

BOSIO d.o.o.
Bukovžlak 109
SI - 3000 Celje
T: +386 3 780 25 10
info@bosio.si
www.bosio.si



Reliability at work

RICHELIN

Während die Mitarbeiterzahl ab Juli 2020 stabil ist, ist die Zahl der geleisteten Arbeitsstunden mit der konjunkturellen Erholung deutlich angestiegen, bis auf einen Höchstwert von 139 Stunden je Mitarbeiter im März 2021. Im April und Mai ist das Arbeitsvolumen wieder zurück gegangen, was nicht alleine

auf eine geringere Anzahl Arbeitstage zurückzuführen ist, sondern auch auf die Lieferengpässe in verschiedenen Wertschöpfungsketten. Fehlende Halbleiter haben weltweit zu Stillständen der Montagebänder in Automobilwerken geführt, laut Schätzungen können in diesem Jahr rund 5 Millionen Fahrzeuge

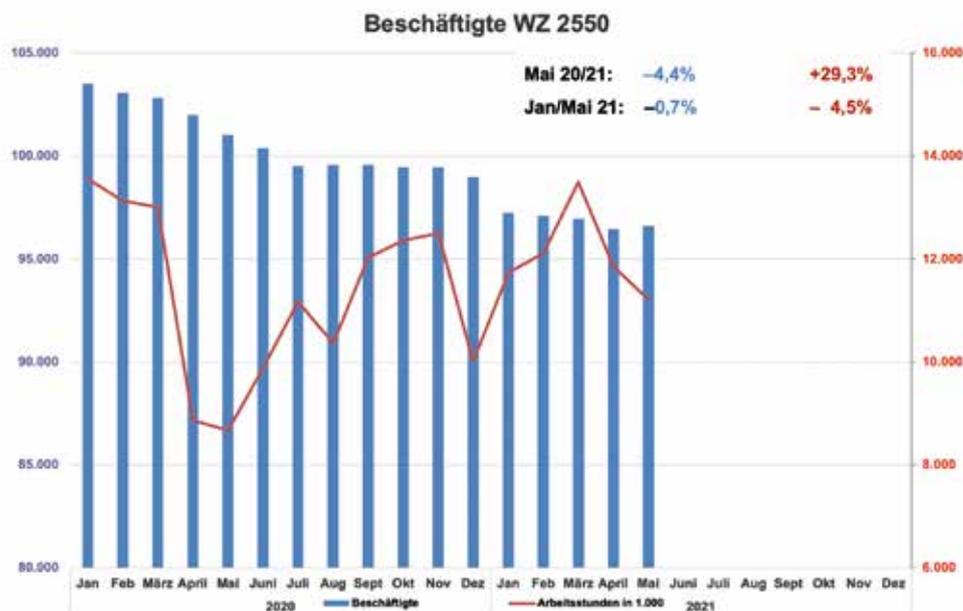


Bild 7: Entwicklung der Beschäftigtenzahl im Wirtschaftszweig 2550 (enthält neben Massivumformung auch Blechverarbeitung und Pulvermetallurgie), Quelle Statistisches Bundesamt

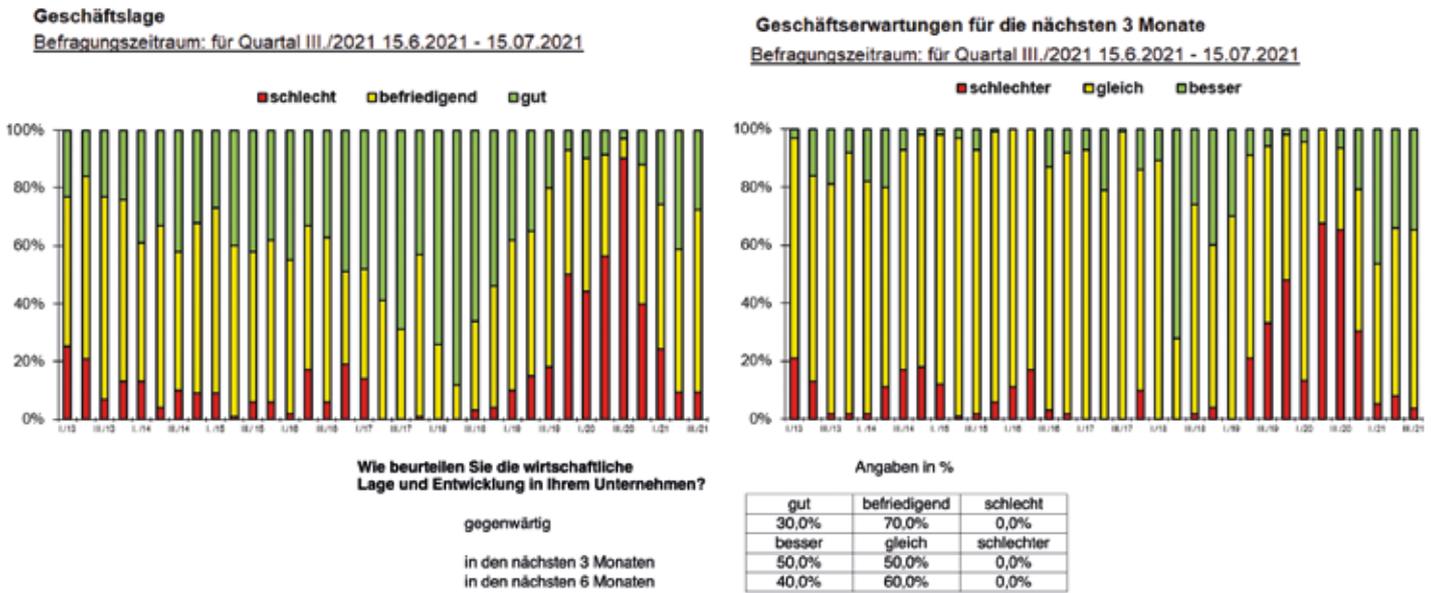


Bild 8: Ergebnisse Trendumfrage; Quelle Industrieverband Massivumformung

nicht gebaut werden. Auch die Wertschöpfungsketten Stahl und Metalle wie etwa Aluminium sind deutlich angespannt, dies resultiert unter anderem in einem explodierenden Preis für Stahlschrott, der in der Stahlproduktion recycelt wird. Im Juni 2021 lag der durchschnittliche Stahlschrottpreis der Sorten 2 und 8 in Deutschland über 430 Euro pro Tonne, ein Anstieg um 110 Prozent gegenüber dem Vorjahreswert.

Mit den Engpässen erhöhen sich die Materialkosten der Massivumformer. Aber auch die Logistik- und Energiekosten steigen deutlich, letztere nicht zuletzt durch die Einführung eines nationalen CO₂-Preises, der seit Januar 2021 auf Kraft- und Brennstoffe wie Diesel und Erdgas erhoben wird. Die Unternehmen haben absehbar weder die Möglichkeit, auf CO₂-freie Brennstoffe, wie zum Beispiel regenerativ erzeugten Wasserstoff umzusteigen, noch steht eine Entlastung von den wettbewerbsverzerrenden nationalen Zusatzkosten in Aussicht. So wird die durch den „Green Deal“ angestoßene Transformation zum ersten CO₂-neutralen Kontinent für die Unternehmen der Massivumformung und die gesamte Wertschöpfungskette Stahl zu einer existenziellen Herausforderung.

Die Politik ist gefordert, die Rahmenbedingungen der industriellen Produktion so zu gestalten, dass die Chancen des Green

Deal in Form von billionenschweren Investitionen in Europa wahrgenommen werden. Dann hätte die Massivumformung in Deutschland eine Perspektive, auf den Wachstumspfad zurückzukehren, den sie vor der Finanzkrise, also während der boomenden Konjunktur 2006 bis 2008, beschritten hat.

Für 2021 zeichnet sich die Erfüllung dieses Wunsches allerdings nicht ab. Die Mitglieder des Industrieverbands Massivumformung bewerten ihre aktuelle Geschäftslage zu Beginn des dritten Quartals zwar überwiegend als gut oder befriedigend, der Anteil der positiven Einschätzungen ist jedoch gegenüber der vorangegangenen Befragung leicht zurückgegangen. Demnach sind die beschriebenen Herausforderungen in den letzten Monaten nochmals gewachsen. Eine Besserung wird von der Mehrheit der Befragten in diesem Jahr nicht erwartet.

Das Wachstum der Branche dürfte daher angesichts der Produktionsausfälle im Fahrzeugsektor kaum einen zweistelligen Prozentwert erreichen und die Produktion damit deutlich unter dem Niveau des Jahres 2019 bleiben. Im nächsten Jahr sollten sich die Engpässe in den Wertschöpfungsketten durch zusätzliche Produktionskapazitäten auswachen, sodass dann der Anschluss an das Vorkrisenniveau geschafft werden kann.



screw presses for forging

steel

brass

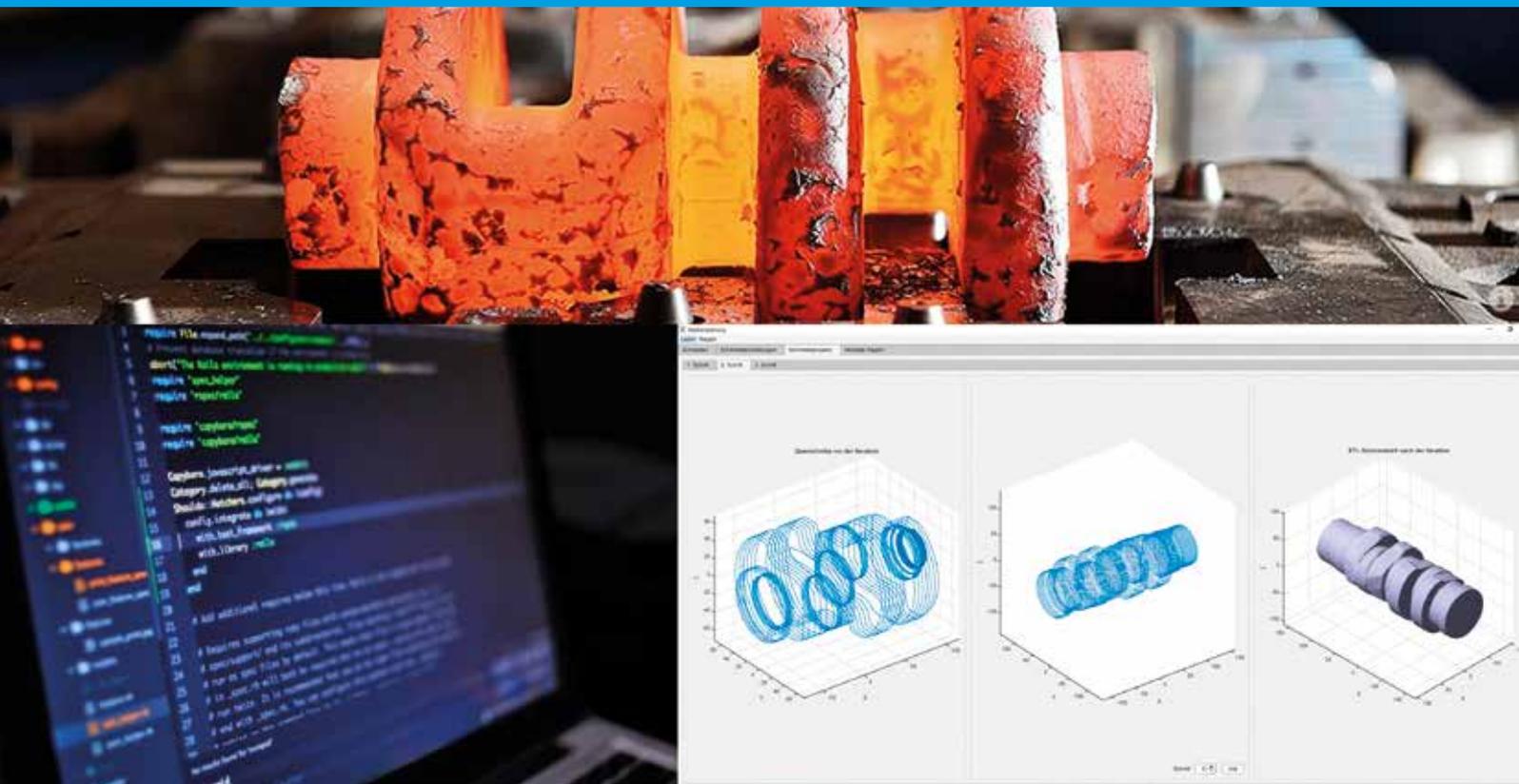
titanium

special alloy

aluminium

copper





Stadienplanung effizient und digitalisiert durchführen auf Basis der CAD-Geometrie des Schmiedeteils

Die Reduzierung der Planungs- und Entwicklungszeit für effiziente Stadienfolgen beim Genskschmieden bietet für Unternehmen der Schmiedebranche ein hohes Potenzial, um auf die Herausforderungen im Wettbewerb zu reagieren und konkurrenzfähig zu bleiben. Die Digitalisierung von Entwicklungsprozessen eröffnet den Unternehmen innovative Unterstützungsmöglichkeiten.

AUTOREN



Yorck Hedicke-Claus, M. Sc.

ist Abteilungsleiter Prozesstechnik
am IPH-Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH



Dr.-Ing. Malte Stonis

ist Koordinierender Geschäftsführer
am IPH – Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH



Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

ist geschäftsführender Gesellschafter
am IPH-Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH und leitet das Institut
für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM)
der Leibniz Universität Hannover

Die schnelle und effiziente Auslegung von Stadienfolgen gewinnt für die Unternehmen der Schmiedebbranche aufgrund immer komplexerer Schmiedeteile zunehmend an Bedeutung [1]. Außerdem entstehen durch die Entwicklung der Elektromobilität neue Bauteilgeometrien, für die es bisher wenig Referenzprozesse gibt und die daher ebenfalls eine Herausforderung darstellen. Eines der gängigsten Hilfsmittel zur Auslegung von Stadienfolgen sind FEM-Simulationen. Diese bieten die Möglichkeit, relevante Parameter zur Überprüfung der Qualität der Stadienfolge wie beispielsweise die Formfüllung oder das Auftreten von Falten zu analysieren. Zwischen Simulationsrichtung und Auslegungsrichtung besteht jedoch eine Gegenläufigkeit. Der Konstrukteur geht bei der Auslegung der Stadienfolge rückwärtsgerichtet vom Schmiedeteil bis zum Halbzeug vor. Die FEM-Simulation muss vorwärtsgerichtet vom Halbzeug hin zum Schmiedeteil durchgeführt werden. Aus dieser Gegenläufigkeit von Auslegungs- und Simulationsrichtung entsteht ein zeitaufwendiger, iterativer Prozess zur Auslegung von Stadienfolgen mittels FEM-Simulationen [2,3]. Mit Hilfsmitteln für eine schnelle und effiziente Auslegung von Stadienfolgen können klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) schnell auf Auftragsanfragen reagieren und unter Einsatz reduzierter Kapazitäten effiziente Stadienfolgen für Aufträge mit geringen Losgrößen auslegen und ihre Wettbewerbsfähigkeit steigern.

Eine neue Methode, die im Rahmen des Forschungsprojekts „Effiziente Stadienplanung“ entwickelt wurde, ermöglicht es, in kurzer Zeit und ohne umfangreiches Erfahrungswissen eine mehrstufige Stadienfolge für Schmiedeteile auf Basis der Bauteilgeometrie zu generieren. Das Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) hat in der Zusammenarbeit mit mehreren Unternehmen aus der Schmiedebbranche einen Softwaredemonstrator entwickelt, in dem die Methode zur effizienten Stadienplanung implementiert ist.

STRATEGIE UND FUNKTIONSWEISE DER METHODE

In Zusammenarbeit mit den Unternehmen des Projektaussschusses (PA) wurden zunächst Anforderungen an die Stadienplanung für verschiedene Bauteilklassen definiert. Die Einteilung der Schmiedeteile orientierte sich an der Formenordnung nach SPIES (Langteile, Gedrungene Formen, Scheibenformen) [4]. Definierte Anforderungen in Abhängigkeit der Formklasse sind zum Beispiel die Hauptachse zur Bestimmung der Massenverteilung oder ob das Bauteil gebogen ist und daher in der Stadienfolge eine Biegeoperation durchgeführt werden muss. Auf Grundlage der abgeleiteten Anforderungen wurde dann die Methode zur effizienten Stadienplanung entwickelt. Diese basiert auf der Bestimmung der Massenverteilung um die Schwerpunktlinie von Schmiedeteilen. Über eine schrittweise Annäherung und Verschiebung von Massenverteilung und Querschnittskonturen an die Halbzeuggeometrie lassen sich die einzelnen Zwischenformen der Stadienfolge generieren.

Im ersten Schritt wird das Schmiedeteil als STL-Datei in die Methode zur effizienten Stadienplanung eingeladen. Anschließend wird eine Schnittachse festgelegt, um das Schmiedeteil in Schnittebenen einzuteilen. Bei einem Langteil wie einem Pleuel oder einer Kurbelwelle ist die Schnittachse die Längsachse. Aus den einzelnen Schnittebenen werden geometrische Kennwerte wie Schwerpunkt und Flächeninhalt des jeweiligen Querschnitts berechnet und die Massenverteilung um die Schwerpunktlinie des Schmiedeteils abgeleitet. Bild 1 zeigt die Schnittebenenendarstellung sowie die berechnete Massenverteilung um die Schwerpunktlinie beispielhaft für eine zwei-zylindrige Kurbelwelle. Innerhalb der Methode lässt sich schrittweise, entsprechend den eingegebenen Umformfaktoren in den einzelnen Stufen, die Querschnittskontur des Schmiedeteils der Querschnittskontur des Halbzeugs annähern. Es ist ein Querschnitt der Kurbelwelle sowie der Zielquerschnitt des Halbzeugs zu sehen. Die Pfeile stellen schematisch die Quer-

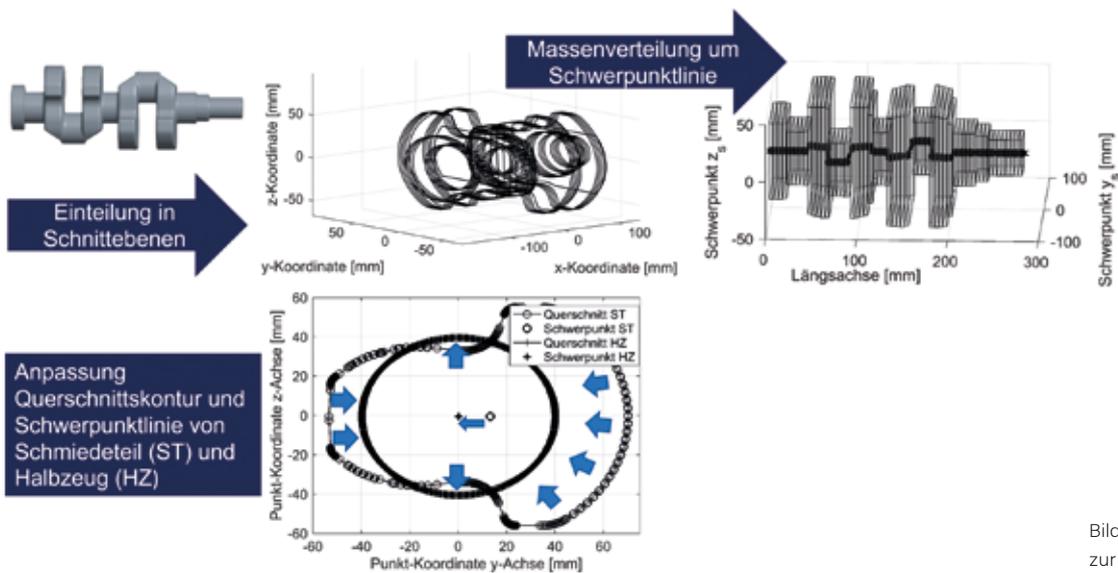


Bild 1: Funktionsprinzip der Methode zur effizienten Stadienplanung

schnittsanpassung durch die Methode dar. Neben der Querschnittskontur wird auch die Schwerpunktlinie des Schmiedeteils sukzessive der des Halbzeugs angepasst. Nach jedem Iterationsschritt erfolgt der Export der generierten Zwischenformen, bis die Halbzeuggeometrie erreicht ist.

Für jeden Querschnitt wird die Querschnittskontur in Form eines Polygonzugs erfasst. Anhand der Querschnittskontur wird auch ein adaptiver Gratanteil berechnet [5]. Diese Informationen stellt die Methode in wenigen Minuten zur Verfügung. Durch die Eingabe weiterer Input-Parameter wie etwa des Halbzeugdurchmessers, der Umformfaktoren oder der Stufenzahl ist die Methode in der Lage, eine rückwärtsgerichtete Stadien-

planung durchzuführen. Tabelle 1 führt die Eingangsparameter der Methode auf und gibt zudem eine Übersicht, ob der Parameter manuell eingegeben werden muss oder automatisiert bestimmt werden kann.

VERKÜRZUNG DES AUSLEGUNGSPROZESSES VON STADIENFOLGEN

Nach Eingabe der Eingangsparameter erhält der Konstrukteur geometrische Informationen (Volumen, maximale Abmessungen, Massenverteilung, Schwerpunktlinie) über das Schmiedeteil und kann die Generierung der Zwischenformen durch die Methode starten. Je nach gewählten Parametern wird die Stadienfolge in weniger als einer Stunde generiert.

Parameter		Manuelle Eingabe		Automatische Berechnung
Gratanteil	✓	Prozentualer Gratanteil	✓	Berechnung in Abhängigkeit der Querschnittsgeometrien
Halbzeugdurchmesser	✓	Eingabe des Durchmessers. Ausgabe der Halbzeuglänge. Volumen Halbzeug = Volumen Schmiedeteil + Gratanteil. Es kann zwischen runden und viereckigem Halbzeug gewählt werden	✗	Nur Ausgabe von: kleinster, mittlerer und maximaler Querschnitt des Schmiedeteils als Hilfestellung
Stufenzahl	✓	Stufenzahl kann flexibel angegeben werden	✓	Automatikmodus kalkuliert Stufenzahl in Abhängigkeit der Komplexität
Umformung in Stufen	✓	Angabe wie viel der gesamten Umformung prozentual in einer Stufe erfolgen soll (Bsp. Kalibrierschlag ca. 10 %)	✓	Automatikmodus kalkuliert Umformung in Abhängigkeit der Komplexität und Stufenzahl
Schnittachse	✓	Es kann zwischen den drei Hauptachsen (x,y,z) als Schnittachse gewählt werden	✗	
Schnittanzahl	✓	Je höher die Schnittanzahl desto genauer ist die Berechnung der Massenverteilung, aber die Rechenzeit steigt	✗	
Rotationsymmetrisches Bauteil	✓	Sonderfall, der vom Anwender ausgewählt werden muss	✗	

Tabelle 1: Eingabeparameter für die Methode zur effizienten Stadienplanung



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

Die Ergebnisse werden als STL-Datei und als CSV-Datei exportiert. Die CSV-Dateien enthalten die Koordinaten der einzelnen Querschnittskonturen, sodass der Konstrukteur direkt mit der Feinauslegung der Stadienfolge beginnen kann. Dazu lädt er die Querschnittskonturen der einzelnen Zwischenformen in ein CAD-Programm und kann die Kontur anschließend über Splines beschreiben und gegebenenfalls anpassen. Dabei können zum Beispiel Aushebeschrägen hinzugefügt werden. Die STL-Dateien können genutzt werden, um im CAD-Programm eine Konvertierung in Volumenkörper durchzuführen und direkt mit der Konstruktion von Werkzeugen zu beginnen. Erste FEM-Simulationen zur Überprüfung der Formfüllung lassen sich dadurch sehr schnell durchführen, da der Konstrukteur auch für neue Schmiedeteile in weniger als einer

Stunde einen Vorschlag für eine potenzielle Stadienfolge hat. Den Ablauf zur Planung einer Stadienfolge unter Einsatz der Methode zur effizienten Stadienplanung zeigt Bild 2.

Die Methode zur effizienten Stadienplanung benötigt keine Referenzprozesse. Gerade bei Schmiedeteilen, die neu sind oder für die noch keine Referenzprozesse im Unternehmen vorliegen, profitiert der Konstrukteur von der hohen Zeiterparnis.

VALIDIERUNG DER ENTWICKELTEN METHODE ZUR EFFIZIENTEN STADIENPLANUNG

Zur Validierung wurde die Methode auf ein breites Bauteilspektrum angewendet, darunter Turbinenschaufeln, Kurbelwellen,

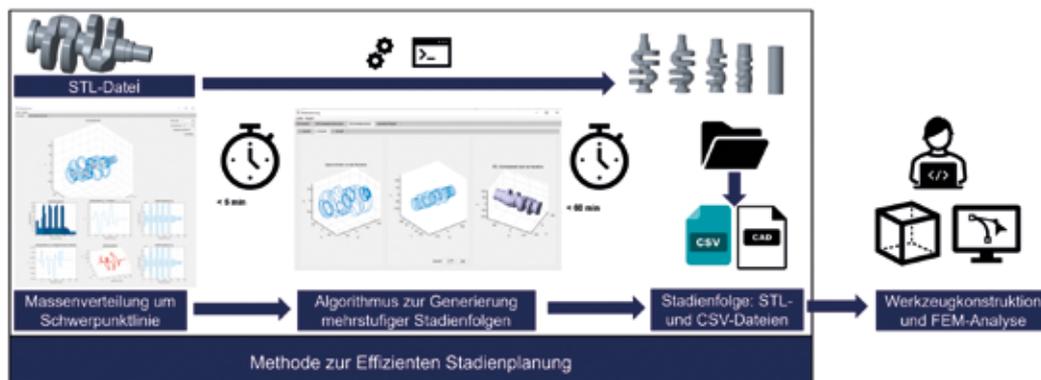


Bild 2: Auslegung einer Stadienfolge bei Nutzung der Methode zur effizienten Stadienplanung

verschiedene Pleuel, mehrere Quer- und Traglenkergeometrien sowie Zahnräder, aber auch rotationsymmetrische Geometrien und stehend geschmiedete Bauteile wie zum Beispiel Flanschwellen. Die generierten Stadienfolgen wurden anschließend bewertet. Außerdem wurden FEM-Simulationen durchgeführt und die Stadienfolgen auf Qualitätskriterien (Faltenfreiheit, Formfüllung) überprüft. Die betrachteten Prozesse wurden in der FEM-Software FORGE NXT 3.0 nachgebildet.

Die für die Validierung verwendeten Bauteile entstammten zum größten Teil dem Produktportfolio der Unternehmen des PA. Die Ergebnisse wurden in Absprache mit den betreffenden Herstellern bewertet und weitere Parameter (Durchmesser der Halbzeuge, der kalkulierte Gratanteil sowie die Stufenzahl) der Stadienfolgen mit den industriellen Beispielen verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass die generierten Stadienfolgen sehr gute Näherungslösungen für die Auslegung sind. Dagegen ergibt der Vergleich des mit der Methode kalkulierten Gratanteils mit dem Gratanteil der industriell ausgelegten Stadienfolgen größere Abweichungen: Als ein Hauptgrund für die Abweichung stellte sich heraus, dass die Methode bei der Berechnung des Gratanteils kein Material für das Materialhandling berücksichtigt. Die Analyse der FEM-Simulationen zeigte, dass bei den verschiedenen Zwischenformen nahezu keine Falten aufgetreten sind.

Bild 3 stellt die Stadienfolgen für ein Pleuel und eine zweizylindrige Kurbelwelle dar. In beiden Fällen wurde die Stadienfolge mit dem Gratanteil ausgelegt, den die Methode kalkuliert

hatte. Für die Kurbelwelle berechnete die Methode zur effizienten Stadienplanung einen Gratanteil von zirka 20 Prozent. Die Analyse mittels FEM-Simulation im selben Bild zeigt, dass damit keine Formfüllung erreicht wurde. Die Betrachtung des Formfüllungsverhaltens verdeutlicht, dass insbesondere in den Bereichen der Kurbelwangen keine Formfüllung auftritt. Der Konstrukteur kann durch die manuelle Eingabe des Gratanteils in der Methode entsprechende Anpassungen vornehmen, um Formfüllung zu gewährleisten.

Darüber hinaus sind neben der Konstruktion und Auslegung des Schmiedegesenks inklusive der Gratbahn gegebenenfalls auch potenzielle Gratsperren ein Einflussparameter, mit dem der Konstrukteur Formfüllung erreichen kann. Für das Pleuel konnte mit einem Gratanteil von etwa 15 Prozent Formfüllung erreicht werden.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die im Projekt erzielten Ergebnisse zeigen, dass die entwickelte Methode zur effizienten Stadienplanung auf Basis der CAD-Geometrie eines Schmiedeteils eine mehrstufige Stadienfolge generieren kann. Die Stadienfolge kann in Form von STL-Dateien exportiert werden und liefert damit die Grundlage, um sehr schnell erste FEM-Simulationen durchzuführen und so Qualitätskriterien von Stadienfolgen wie Faltenbildung oder Formfüllung zu untersuchen. Der Konstrukteur einer Stadienfolge erhält durch die Methode insbesondere für Schmiedeteile ohne bisherige Referenzprozesse ein wertvolles Unterstützungstool. Das rückwärtsgerichtete Vorgehen der Methode und die

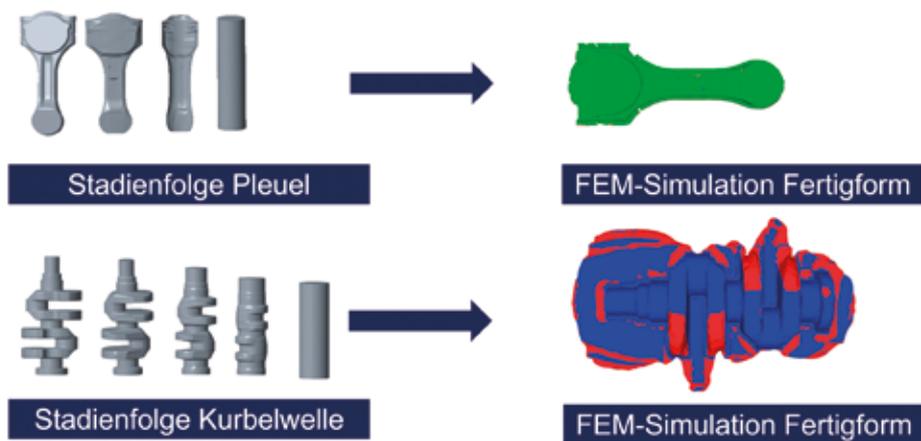


Bild 3: Generierte Stadienfolgen für ein Pleuel (oben) und eine Kurbelwelle (unten) sowie die FEM-Ergebnisse der jeweiligen Fertigform zur Formfüllung über die Kontaktanalyse (rot = keine Formfüllung), Bilder: Autoren

Work-Flow-Forming-Excellence!

Durch Drückwalzen reduzieren Sie nicht nur das Gewicht, sondern auch den Materialeinsatz und die Kosten Ihrer Automotive-Teile aus Aluminium oder Stahl.



FORMING EXCELLENCE
WF-MASCHINENBAU.COM

WF

schnelle Ausgabe von ersten Näherungslösungen von Stadienfolgen kann künftig auch bei der Angebotskalkulation eine Unterstützung darstellen.

Perspektivisch ergeben sich weitere Forschungsfragen, die untersucht und in die Methode mit eingebunden werden können. Hierzu zählen die automatisierte Bestimmung der Teilungsebene auf Basis der Schmiedeteilgeometrie sowie die Berücksichtigung von schmiedetechnischen Konstruktionscharakteristika bei der Generierung der Zwischenformen – ebenso die Frage, welche weiteren Umformverfahren in die Methode und die darin entwickelten Algorithmen eingebunden werden können. Ein sinnvoller Schritt ist hier die Betrachtung von Umformverfahren, die im Rahmen einer Stadienfolge häufig zur Massenvorverteilung eingesetzt werden, beispielsweise das Querkeil- oder das Reckwalzen.



Das IGF-Vorhaben 19752 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. (FSV) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann bei der FSV, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

IGF
Industrielle
Gemeinschaftsforschung



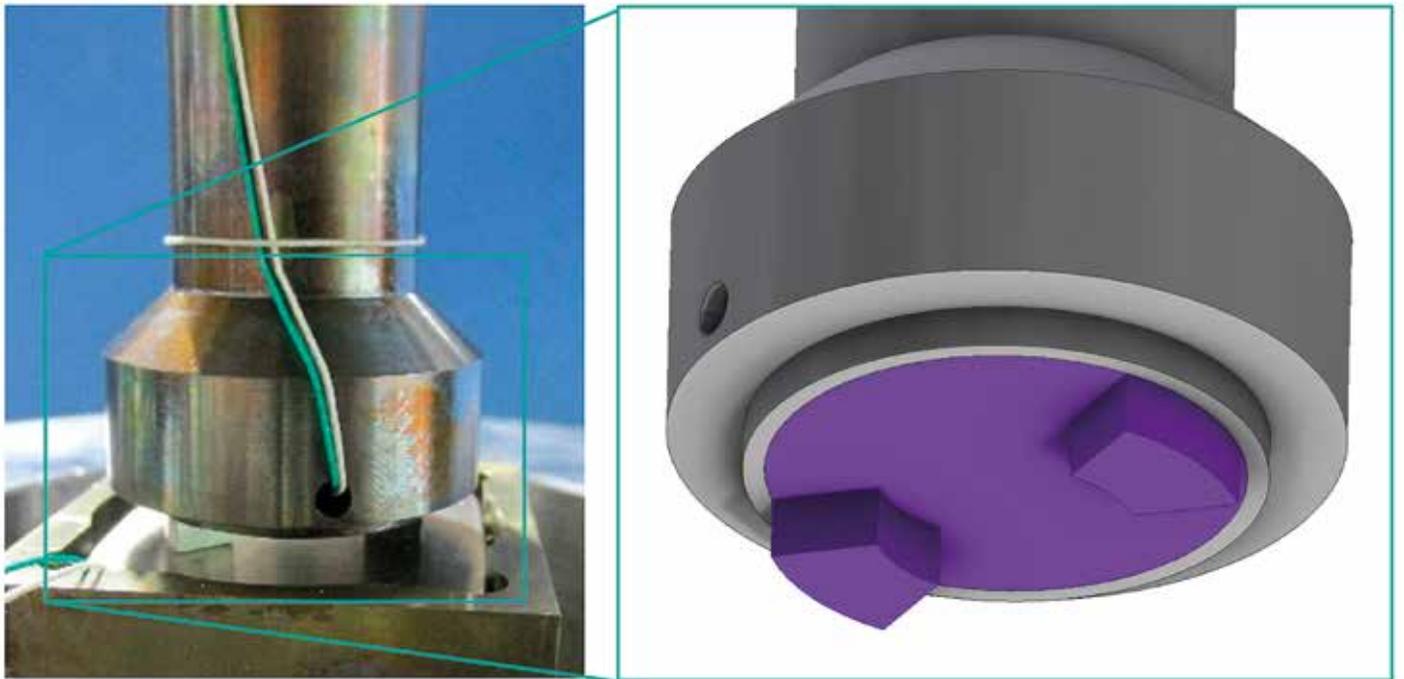
[1] Herberitz, R.; Hermanns, H.; Labs, R.: IMU – Massivumformung kurz und bündig, 2013. Online: https://www.massivumformung.de/fileadmin/user_upload/8_Karriere/IMU_Fachbuch_2013.pdf, Zugriff am 10.07.2021

[2] Behrens, B.-A.; Nickel, R.; Müller, S.: Flashless precision forging of a two-cylinder-crankshaft. *Production Engineering*, 3(4–5), 2009, pp. 381–389

[3] Doege, E.; Behrens, B.-A.: *Handbuch Umformtechnik. Grundlagen, Technologien, Maschinen*, Heidelberg: Springer-Verlag (VDI-Buch), 2016

[4] Spies, K.: Eine Formordnung für Gesenkschmiedestücke, *Werkstatttechnik und Maschinenbau*, Bd. 4, S. 201–206, 1957

[5] Knust, J.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Preform optimization for hot forging processes using an adaptive amount of flash based on the cross-section shape complexity. *Production Engineering* 10, 6, 2016, pp. 587–698



Experimentelle Charakterisierung und numerische Modellierung der Reibvorgänge in der Warmmassivumformung am Beispiel einer Aluminiumlegierung

Die Reibungs- und Verschleißmodellierung in Warmumformprozessen muss genauer werden – einschließlich einer zuverlässigen experimentellen Parameterermittlung. Zu diesem Zweck wurde am Fraunhofer IWM ein Konzept zur experimentellen Kennwertermittlung und ganzheitlichen numerischen Abbildung eines tribologischen Systems am Beispiel einer modellhaften Warmmassivumformung einer Aluminiumlegierung entwickelt.

AUTOREN



Natalie Oberle, M.Sc.

ist technische Mitarbeiterin Verschleißschutz und Technische Keramik am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg



Marco Wirth

ist technischer Mitarbeiter Tribologische und Funktionale Schichtsysteme am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg



Dr. Andreas Kailer

ist Gruppenleiter Verschleißschutz und Technische Keramik am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg



Dr. Frank Burmeister

ist Gruppenleiter Tribologische und Funktionale Schichtsysteme am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg



Dr. Maksim Zapara

ist Teamleiter Massivumformung am Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg

Die Simulation ist ein wichtiges Hilfsmittel für die Entwicklung bedarfsgerechter Bauteileigenschaften sowie für die Optimierung von Fertigungsprozessen. Die Qualität der Umformsimulation hängt wesentlich davon ab, wie gut die tribologischen Modelle für die komplexen Wechselwirkungen an der Grenzschicht zwischen Werkzeug und Werkstück sind. Eine industrielle Bewertung verschiedener Reibgesetze anhand praxisrelevanter Prozesssimulationen zeigte, dass die Vorhersagegenauigkeit der meisten Modelle vor allem aufgrund der ungenügenden Kenntnis der Kontaktzone Werkzeug-Werkstück unbefriedigend ist. Herkömmliche Modelle bilden das komplexe tribologische System häufig nur unzureichend ab, weil sie in der Regel nur vom Anpressdruck abhängen. Daher können sie die stark gekoppelten lokalen Vorgänge wie zum Beispiel Temperaturentwicklung und Reibwärme, Umformgeschwindigkeit, Schmierfilmabriss durch lokale Oberflächenvergrößerung und hohe Kontaktdrücke, Änderung der Schmierstoffeigenschaften sowie Veränderung der Grenzflächen nicht berücksichtigen. Es gibt deshalb bisher keinen allgemeingültigen Ansatz zur Kopplung von Reib- und Umformsimulation. Auch bei experimentellen Methoden zur Reibwertermittlung ist es extrem schwierig, Reibungseffekte und plastische Deformation zu unterscheiden. Eine Ermittlung von Eingangsdaten, beispielsweise der Temperatur speziell in der Kontaktzone Werkzeug-Werkstück, ist bisher nicht möglich. Für das Verständnis und die optimale Auslegung der Prozessführung bei der Warmmassivumformung ist es also notwendig, die prozessabhängige Entwicklung des tribologischen Systems und dessen Einfluss auf das thermomechanische Materialverhalten experimentell zu bestimmen und numerisch abzubilden.

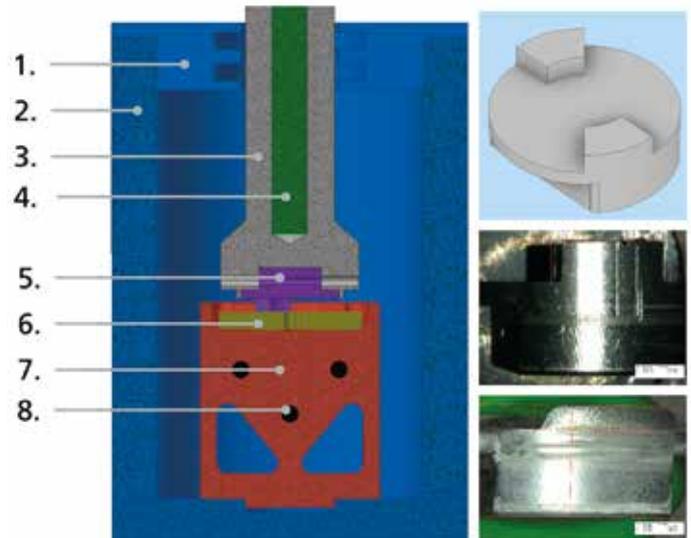


Bild 1: links - Versuchsaufbau: 1) Deckel, 2) Isolationsbehälter, 3) Probenhalter für die Al-Probe, 4) Heizelement, 5) Aluminiumprobe, 6) Plattenprobe, 7) Plattenprobenhalter, 8) Heizelemente; rechts – Geometrie der Aluminiumprobe (oben), Foto der Aluminiumprobe vor (Mitte) und nach der Umformung (unten)

VERSUCHSAUFBAU

Zur anwendungsnahen Ermittlung von Reibungswerten für die Umformsimulation wurde ein neues Prüfkonzept entwickelt und erprobt, bei dem Reibwerte bei unterschiedlichen Umformgraden durch die Erfassung der Drehmomente und der Höhenänderung direkt ermittelbar sind. Darüber hinaus wurden Sensorschichten benutzt, die den Temperaturverlauf während des Reibvorgangs bestimmen. Dies erlaubt eine direkte Temperaturmessung in der Kontaktzone. Als Beispielanwendung diente die Warmmassivumformung von Aluminium. Der dazu konzipierte Versuchsstand setzt eine Aluminiumprobe einer kombinierten Stauch- und Scherbelastung aus (Bild 1).

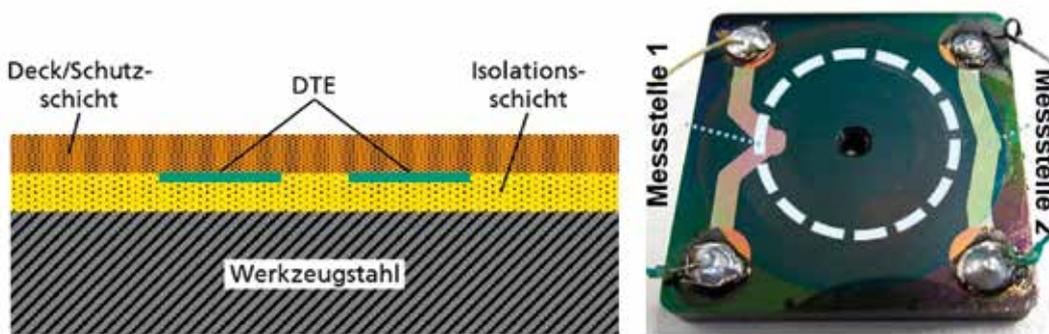


Bild 2: Typ-K Dünnschicht-Thermoelement: links - schematischer Schichtaufbau (Seitenansicht); rechts - Fotografie einer instrumentierten Grundplatte mit zwei Messstellen (i. e. Kreuzungspunkten der Ni/NiCr-Leiterbahnen) nach Versuchsdurchführung; der gestrichelte Kreis deutet die Bahn der Al-Segmente an.

Dabei variiert die aufgebrachte Stauchkraft von 0 bis 2 kN. Nach der Stauchung erfolgt eine Torsionsbewegung, wobei die Kraft auf 2 kN gehalten wird. Während der Umformung ist der gesamte Versuchsraum eingehaust und thermisch von der Umgebung isoliert. Die umzuformende Aluminiumprobe sowie die polierte Grundplatte aus einem Werkzeugstahl können unabhängig voneinander über Heizpatronen temperiert werden. Übliche Umformtemperaturen liegen bei 540 °C für die Aluminiumprobe, deren Temperatur mittig über ein gestecktes Drahtthermoelement gemessen wird. Um zu relevanten Flächenpressungen zu kommen, wurden für die Geometrie der Aluminiumproben 40°-Ringsegmente gewählt (Bild 1). Der Umformweg wird über den Wegsensor der Prüfmaschine aufgezeichnet und nach dem Versuch über ein Messmikroskop direkt an der Probe verifiziert. Typische Umformwege betragen in den durchgeführten Versuchen je nach Versuchsbedingungen 0,1 bis 1 Millimeter.

SENSORIK UND TEMPERATURMESSUNG

Für die Temperaturmessung wurden Dünnschichtthermoelementen (DTE) auf der Werkzeugoberfläche aufgebracht, um damit insitu die Temperatur der Werkzeugoberfläche beim Überstreichen der Messstelle mit dem Werkstück messen zu können. Die Verwendung von DTE ist in vielen Bereichen der industriellen Prozessüberwachung bereits gut etabliert. Meist kommen sogenannte Typ-K-Thermoelemente zum Einsatz, die auf der Materialkombination Nickel (Ni) und Nickelchrom (NiCr) basieren und über den Seebeck-Effekt eine temperaturabhängige Kontaktspannung im Bereich mehrerer zehn Microvolt bis einigen Millivolt ausbilden. Zur Herstellung derartiger DTE werden im PVD-Prozess (physical vapor deposition, Physikalische Gasphasenabscheidung) Leiterbahnen aus Nickel und NiCr gekreuzt und über spezielle Ausgleichsleitungen mit dem Messgerät verbunden (Bild 2).

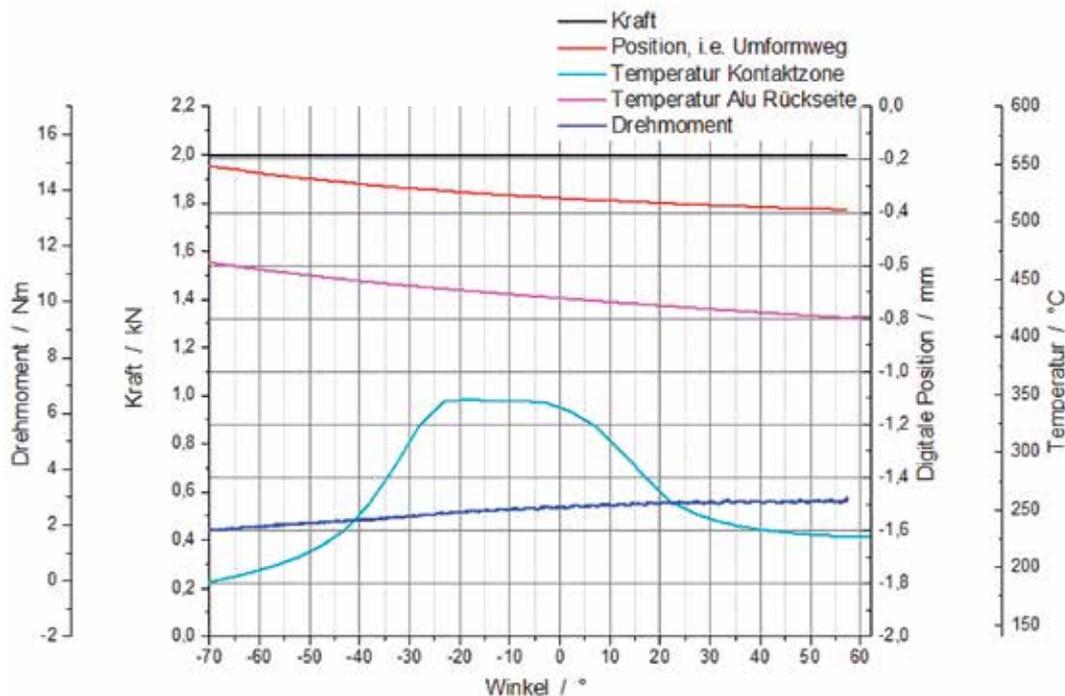


Bild 3: Messung der Warmmassivumformung einer Alu-Segmentprobe; Schmierstoff: Öl-Graphit; Aufzeichnungsbeginn unmittelbar nach Lastaufbringung während einer 130°-Rotation; Temperatur Grundplatte: 150 °C; Temperatur Alu-Probe: 540 °C; Rotationsgeschwindigkeit: 5 °/s; die cyanfarbene Kurve zeigt das Signal des Dünnschichtthermoelements, das heißt die Temperatur in der Kontaktzone während der Umformung

Die Leiterbahnen sind dabei nur wenige hundert Nanometer dick. Bisher wurden DTE nach bester Kenntnis der Autoren noch nicht in der Kontaktzone von Massivumformprozessen eingesetzt, da die Herausforderungen an die Sensorik extrem hoch sind. Diese muss zudem vor den hohen mechanischen, thermischen und korrosiven Belastungen im Umformprozess geschützt werden. Bei der Auslegung der Sensorik konnten die Autoren aus Erfahrungen aus dem Bereich der Kunststoffumgebung zurückgreifen, bei der eine vergleichbare, jedoch weniger anspruchsvolle Belastungssituation vorliegt. Basis für die elektrische Isolationsschicht war eine Kombination aus im CVD-Verfahren hergestellten zirka 5µm-dicken DLC-Schichten (diamond like carbon, diamantähnlicher Kohlenstoff) und einer im Sputterprozess abgeschiedenen Aluminiumoxidschicht. Darauf wurden im nächsten Schritt gut haftende Ni-beziehungsweise NiCr-Leiterbahnen aufgebracht. In den Umformver-

suchen hat sich jedoch erwartungsgemäß herausgestellt, dass die Adhäsion von heißem Aluminium gegenüber dem DLC zu groß war und zu erheblichem Adhäsivverschleiß geführt hat. Deswegen wurden weitere Aluminiumoxidschichten mit Dicken von etwa zwei Mikrometern als schützende Top-Layer verwendet. Zur Kontaktierung der Leiterbahnen wurden die Bahnen mit Kupfer überbeschichtet und die Ausgleichsleitungen mit einem handelsüblichen Elektroniklot angelötet.

VERSUCHSERGEBNISSE

Die Temperatur der Al-Probe wurde bei den Versuchen zwischen 500 und 540 °C gewählt, die Rotationsgeschwindigkeit zwischen 4 °/s und 5 °/s. Als Schmiermittel wurden sowohl Öl- als auch Wasser-Graphit-Mischungen untersucht. Nach Festlegung der Versuchsparameter wurden mehrere Versuche mit instrumentierten Grundplatten durchgeführt und sowohl

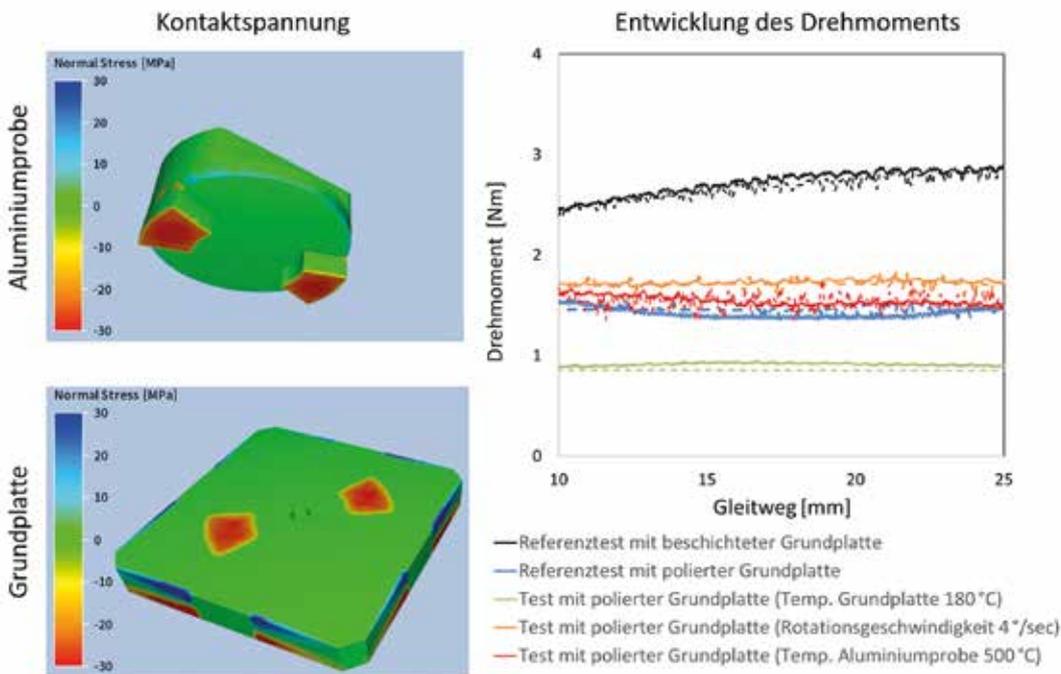


Bild 4: links – Simulierte Kontaktspannung; rechts – Drehmoment während der Rotation: Experiment (durchgezogene Linie) im Vergleich zur Simulation (Strichlinie), Bilder: Autoren

die Maschinenparameter als auch die Temperaturen aufgezeichnet (Bild 2 und Bild 3). Deutlich zu erkennen ist ein Temperaturanstieg von gut 150 °C (Temperatur der Grundplatte) auf zirka 330 °C ab einem bestimmten Drehwinkel. Dieser Anstieg korrespondiert mit dem Überstreichen der Messstelle mit einem der zwei Segmente der Aluminiumprobe, welche zu Versuchsbeginn auf 540 °C gehalten wurde. Das in der Mitte der Aluminiumprobe gesteckte Drahtthermoelement zeigt einen relativ konstanten, allmählichen Temperaturabfall über die gesamte Versuchsdauer. Dieser Abfall resultiert aus dem Wärmestrom der ursprünglich 540 °C heißen Aluminiumprobe in die 150 °C ‚kalte‘ Grundplatte.

NUMERISCHE SIMULATION DES PRÜFSTANDS

Im Softwarepaket FORGE NxT 3.0, das in der Warmmassivumformung weit verbreitet ist, wurde ein dreidimensionales FE-Modell des Prüfstands aufgebaut. Die unter verschiedenen Randbedingungen durchgeführten Reibversuche wurden mit diversen in FORGE verfügbaren Reibmodellen simuliert, beispielsweise den klassischen Modellen nach Coulomb und

Tresca, dem viskoplastischen Modell nach Norton sowie dem IFUM-Modell. Anschließend wurden die gewählten Reibmodelle mittels inverser Simulation an die experimentellen Daten (unter anderem Drehmoment- und Temperaturentwicklung) angepasst. Während das Coulomb-Modell passende Simulationsergebnisse für die Versuche mit polierten Grundplatten liefert, scheint das Reibmodell nach Norton eher für Grundplatten mit beschichteter Oberfläche geeignet zu sein und kann damit potenziell die für industrielle Schmiedeprozesse typischen tribologischen Wechselwirkungen besser darstellen (Bild 4).

FAZIT

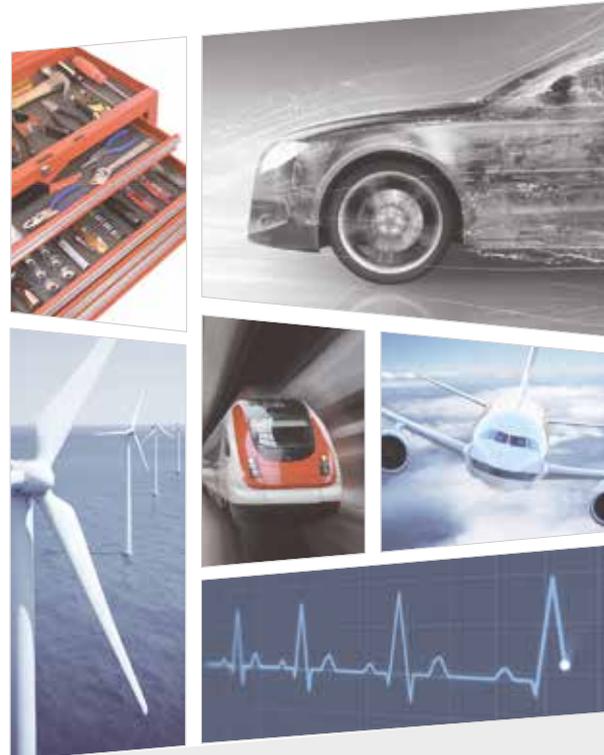
Die experimentelle Ermittlung lokaler Prozessparameter anhand des entwickelten Prüfstands ermöglicht eine erheblich verbesserte Bewertung, Anpassung und Erweiterung von verfügbaren Reib- und Verschleißmodellen für die Umformsimulation bis hin zur Entwicklung von effizienteren, physikalisch basierten Modellen für die ganzheitliche digitale Repräsentation des komplexen tribologischen Systems in der Massivumformung.

DIE BESTE QUALITÄT IST OBERSTES ZIEL – seit 1863

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

Aktuelle Anwendungsbereiche:

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





Verbesserte Verschleißvorhersage beim Schmieden durch realitätsnahe Berücksichtigung von Härteänderungen

Als eines der ältesten formgebenden Fertigungsverfahren ist das Schmieden durch extreme Belastungen des Werkzeugs gekennzeichnet. Die thermische Belastung führt dabei zu konstanten Änderungen der Randschichthärte, was wiederum einen entscheidenden Einfluss auf die Ausprägung des Verschleißes hat. Ein erweiterter numerischer Berechnungsansatz bietet hier die Möglichkeit, basierend auf den Ergebnissen einer neu entwickelten Materialcharakterisierungsmethode die Härteänderungen und deren Auswirkungen auf den Verschleiß übersichtlich in einer konventionellen FE-Anwendung vorherzusagen.

AUTOREN



Felix Müller, M.Sc.

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



Hendrik Wester, M.Sc.

leitet die Abteilung Materialcharakterisierung und Simulation 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

Hohe Werkstücktemperaturen von bis zu 1.250 °C beim Schmieden von Stahl führen zu einer extremen Erwärmung der Werkzeugrandschicht. Dadurch werden mikrostrukturelle Gefügeveränderungen hervorgerufen, die zu einer Änderung der Werkzeughärte (Anlasseffekte) führen. Diese hängen hauptsächlich von der maximalen Werkzeugtemperatur ab und steigern das Risiko eines Werkzeugversagens. In aktuellen Untersuchungen konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass die mechanische Belastung beim Schmieden das Austenitierungsverhalten von Warmarbeitsstählen stark beeinflusst und das Auftreten von martensitischer Neuhärtung im Einsatz in Folge einer raschen Oberflächenkühlung ermöglicht oder sogar verstärkt [1]. Generell haben Veränderungen der Härte einen entscheidenden Einfluss auf das abrasive Verschleißverhalten und damit auf die Werkzeugstandzeit. Der zunehmende Werkzeugverschleiß führt zu Geometrieabweichungen und somit insgesamt zu einer Verringerung der Bauteilqualität, was der Forderung nach endkonturnaher Fertigung und gleichbleibender Produktqualität widerspricht.

Im Falle eines signifikanten Verschleißfortschritts fallen neben der aufwendigen Herstellung neuer Werkzeuge auch hohe Rüstkosten an. Für eine wirtschaftliche Prozesssteuerung und die Planung von Rüstzeiten sind daher zuverlässige Informationen über die zu erwartende Werkzeugstandzeit notwendig. Darüber hinaus ist für die Auslegung verschleißoptimierter

Werkzeuge eine realistische Vorhersage des zu erwartenden Werkzeugverschleißes in Abhängigkeit von der Anzahl der Schmiedezyklen und den Prozessbedingungen erforderlich.

Um diese Randschichteffekte numerisch vorhersagen zu können, wurde eine Testmethodik zur Charakterisierung der Neuhärte- und Anlasseffekte von Warmarbeitsstählen entwickelt. Diese Methode erlaubt es, die Härteänderungen realitätsnah in Abhängigkeit von der Anzahl der Schmiedezyklen, der Maximaltemperatur sowie erstmals auch der mechanischen Belastung zu untersuchen und anhand eines numerischen Ansatzes zu beschreiben. Durch Implementierung dieses Ansatzes in eine FE-Anwendung lassen sich die genannten Härteveränderungen detailliert bei der numerischen Verschleißvorhersage berücksichtigen.

MATERIALCHARAKTERISIERUNG

Für die Vorhersage der Härteänderungen wurde zunächst eine neue Charakterisierungsmethode im Labormaßstab entwickelt, um die im Schmiedeprozess auftretenden thermo-mechanischen Belastungen realitätsnah auf vergütete Proben aus dem Warmarbeitsstahl 1.2343 abzubilden. Dafür wurde ein Dilatometer vom Typ DIL805D in Zusammenarbeit mit dem Hersteller TA Instruments softwareseitig erweitert, sodass zyklische Erwärmungs- und Abkühlversuche mit konstanter Kraft- beziehungsweise Drucküberlagerung durchgeführt

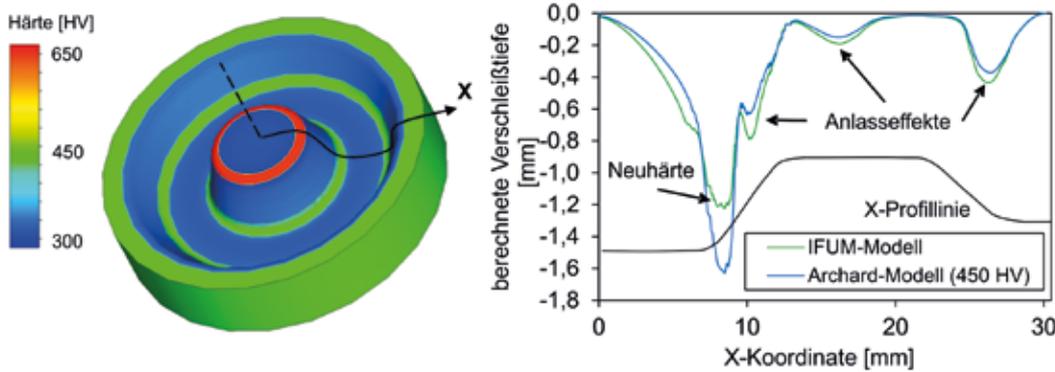


Bild 1: Gegenüberstellung der Härte und Verschleißvorhersagemöglichkeiten des erweiterten IFUM-Modells im Vergleich zum konventionellen Archard-Modell anhand des Modellschmiedeversuchs nach 2.000 Zyklen.

werden können. Die Erwärmung erfolgt dabei induktiv und die Abkühlung mittels Stickstoff-Inertgas. Als wesentliche Versuchsparameter ergeben sich damit die in jedem Zyklus angesteuerte Maximaltemperatur, der Grad der Kraftüberlagerung und die tatsächliche Anzahl der applizierten Belastungszyklen. Zur realitätsnahen Einstellung der Versuchsparameter wurden zum einen FE-Simulationen von Warmmassivumformprozessen durchgeführt und hinsichtlich der thermischen Belastung ausgewertet. Zum anderen wurde die Streckgrenze des Warmarbeitsstahls bestimmt, um anhand dieser die Kraftüberlagerung prozentual einzustellen. Dies sollte ein Versagen der Proben im Versuchsbetrieb verhindern. Nach der Versuchsdurchführung wurde jede Probe metallographisch präpariert und unter Anwendung des Härteprüfverfahrens nach Vickers untersucht. Aus den entstandenen Datenfeldern lassen sich die Härteab- oder -zunahme aufgrund von Anlass- oder Neuhärteeffekten in Abhängigkeit von der thermomechanischen Belastung und der Zyklenzahl ablesen. Allgemein zeigte die zusätzliche Drucküberlagerung bei den Versuchen im Anlass-temperaturbereich (um 750 °C) eine reduzierte Ausprägung der Anlass- effekte im Vergleich zu einer rein thermischen Belas-

tung. Analog zeigte sich im Bereich der Neuhärte (800 °C bis 850 °C), dass die Kraftüberlagerung die Bildung von Neuhärte verstärkt und sich bereits bei Maximaltemperaturen ab 800 °C nachweisen lässt [2].

NUMERISCHE IMPLEMENTIERUNG

Im nächsten Schritt wurden diese Datenfelder genutzt, um das bereits in der industriellen Anwendung bekannte IFUM-Verschleißmodell zu erweitern [3]. Dieses Modell definiert den abrasiven Verschleiß W eines Umformhubs für jeden Berechnungsknoten als Summe der in jedem Berechnungsincrement anfallenden Verschleißmenge. Diese Berechnungsmethode basiert auf dem bereits am IFUM entwickelten Verschleißmodell unter Berücksichtigung der Kontaktnormalspannung σ_N , der Gleitgeschwindigkeit v_{rel} , der Inkrementdauer Δt , der Härte H_0 und der Verschleißkonstante k :

$$W = \sum_{Ink = 1}^n k \cdot \frac{\sigma_N \cdot v_{rel} \cdot \Delta t}{H_0}$$

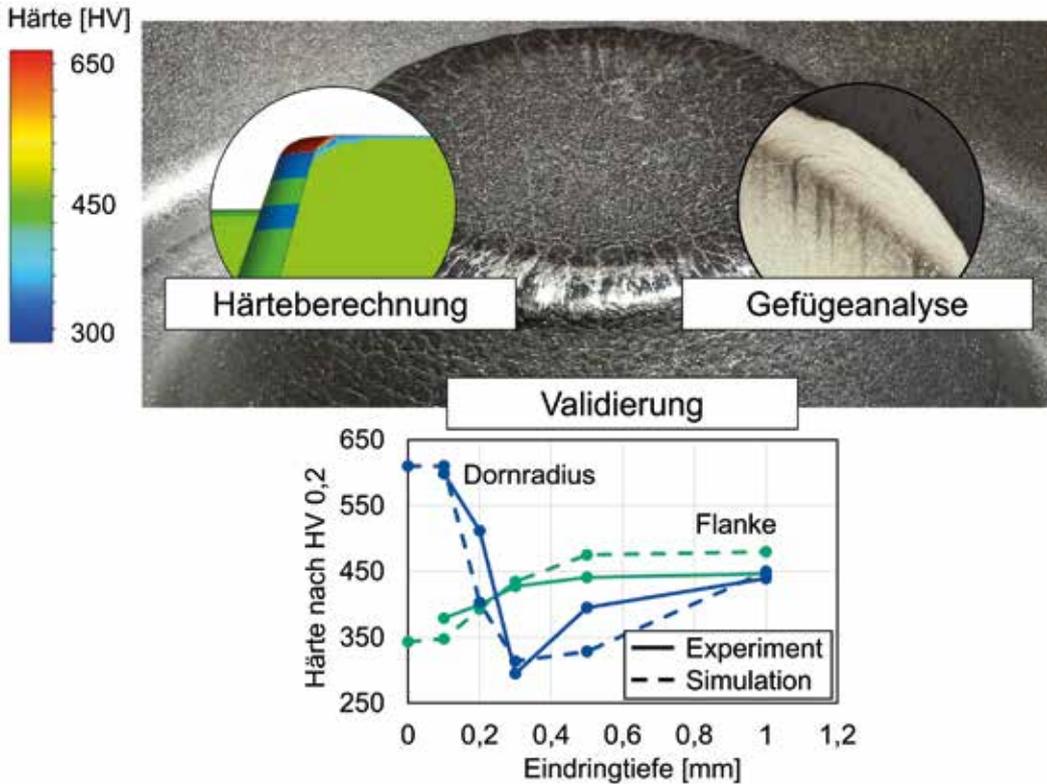


Bild 2: Härteberechnung, Gefügeanalyse und Validierung im Rahmen des IFUM-Modellschmiedeversuchs, Bilder: Autoren

Zur Berücksichtigung der Härteveränderung in der Werkzeuggrandschicht wurde diese Berechnung um eine weitere Summenbilanz erweitert, mit der sich der Verschleiß in jedem folgenden Hub lokal neu gewichten lässt. Durch die Auswertung der experimentell ermittelten Datenfelder für die Härteveränderung $H(T_{max}, \sigma_N, n)$ ergibt sich nach der folgenden Gleichung der Gesamtverschleiß W_{tot} am Ende der betrachteten Zyklen- beziehungsweise Hubzahl n :

$$W_{tot} = \sum_{Hub=1}^n \frac{H_0}{H(T_{max}, \sigma_N, n)} W$$

Bild 1, links zeigt die Darstellung der Härte entsprechend der implementierten Datensätze $H(T_{max}, \sigma_N, n)$ für den Warmarbeitsstahl 1.2343 auf dem Obergesenk aus dem IFUM-Modellschmiedeversuch nach 2.000 Zyklen. Da im Anwendungsfall am Dornradius Spitzentemperaturen von über 800 °C erreicht werden, erfolgt hier ausgehend von der Grundhärte von 450

nach HV0,2 ein Anstieg aufgrund von Neuhärteeffekten. In den anliegenden Flankenbereichen treten dagegen Härteabnahmen aufgrund von Anlasseffekten auf. Der rechte Teil des Bilds verdeutlicht die Auswirkungen dieser Modellerweiterung auf die berechneten Verschleißtiefen. So reduziert sich die zu erwartende Verschleißtiefe an Stellen, an denen Neuhärte auftritt, im Vergleich zum konventionellen Archard-Modell deutlich. Treten Anlasseffekte auf, zeigt die Implementierung folglich eine Erhöhung der Verschleißtiefe an.

VALIDIERUNG ANHAND EXPERIMENTELLER SERIENSCHMIEDEVERSUCHE

Anhand des IFUM-Modellschmiedeprozesses wurden Rand-schichtveränderungen infolge der thermomechanischen Belastung nach bis zu 2.000 Hüben untersucht. Dabei wurden rotationssymmetrische, konturierte Modellgeometrien zum Schmieden mit Grat eingesetzt. Die Schmiedeversuche erfolgten unter konstanten Versuchsbedingungen auf einer vollautomatisierten Exzenterpresse Eumuco Typ SP30a. Heizelemente hielten diese auf einer Grundtemperatur von 250 °C. Als Werkstücke dienten Rohteile aus dem Vergütungsstahl

42CrMo4. Die Rohteile wurden induktiv auf eine Temperatur von 1.150 °C erwärmt und durch einen Roboter in den Pressenraum transportiert. Zurückbleibender Zunder wurde mit Druckluft entfernt. Nach der Umformung erfolgte anschließend die Kühlschmierung durch Besprühen der Werkzeuggravur mit einer Wasser-Grafit-Suspension. Die Taktzeit betrug zirka acht Sekunden.

Der vorgestellte Berechnungsansatz ermöglichte es im Rahmen des zugehörigen Forschungsvorhabens erfolgreich die Härteveränderungen in der Werkzeugrandschicht vorherzusagen (Bild 2). Mit der darauf aufbauenden Verschleißberechnung ließ sich danach realitätsnah das Verschleißverhalten der Werkzeuge in Abhängigkeit der Prozesseinstellungen, wie zum Beispiel der Gratstärke, berechnen. Zur Demonstration der Übertragbarkeit wurden beide Berechnungsmethoden auch zur Untersuchung eines mehrstufigen Schmiedeprozesses bei einem Industriepartner eingesetzt.



[1] Malik, I. Y.; Lorenz, U.; Chugreev, A.; Behrens, B.-A.: Microstructure and wear behaviour of high alloyed hot-work tool steels 1.2343 and 1.2367 under thermo-mechanical loading. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 629, 2019, p. 12011

[2] Müller, F.; Malik, I.; Wester, H.; Behrens, B.-A.: Experimental Characterisation of Tool Hardness Evolution under Consideration of Process Relevant Cyclic Thermal and Mechanical Loading During Industrial Forging, pp. 3 – 12

[3] Behrens, B.-A.: New Developments in the FE Simulation of Closed Die Forging Processes. Proceedings of NAMRI/SME 2012 (2012) 40

ZUSAMMENFASSUNG

Die in Warmmassivumformprozessen auftretenden starken thermomechanischen Belastungen führen zu Veränderungen der Werkzeughärte in der Randschicht und erschweren somit eine genaue Verschleißprognose. Mit Hilfe der vorgestellten Materialcharakterisierungs- und Berechnungsmethoden lassen sich diese Phänomene vorhersagen und zur Verbesserung der Verschleißberechnung einsetzen. Die Ergebnisse stellen im Hinblick auf neue Forschungsprojekte eine vielversprechende Grundlage für die Vorhersage von weiteren Gesenk-Schädigungseffekten dar, die sich auf zeitlich und lokal wandelnden Festigkeits- beziehungsweise Härteeigenschaften in der Randschicht zurückführen lassen.



Das IGF-Vorhaben 19647 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann bei der FSV, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

IGF
Industrielle
Gemeinschaftsforschung

FORWARD

INNOVATIVE SOLUTIONS

FORGING

HÖCHSTE QUALITÄT IM SÄGENBEREICH

Vielseitige Anwendbarkeit bei Hochgeschwindigkeitssägen von Rund- und Vierkantmaterial und Rohren

- Die "S"-Serie besteht aus verschiedenen Modellen: Horizontal-, Schräg- und Vertikalsägen für die verschiedensten Einsatzbereiche: Schmiedeindustrie, Maschinenbau, Servicecenter, Zulieferer, Eisenbahn, Petrochemie, Landwirtschaft etc.
- Für eine hervorragende Schnittleistung und Qualität werden bei den Ficep-Sägen hochwertige Sägeblattführungen und hohe Motorleistungen eingesetzt, die Wiederholbarkeit, Schnittgenauigkeit, Rechtwinkligkeit und eine sehr gute Oberflächegüte gewährleisten.
- Weiterhin bietet Ficep komplette automatisierte Lösungen an, spezifisch für spezielle Kundenanforderungen: Automation mit Robotereinsatz, automatische Be- und Entladetische, automatische Wiegesysteme und viel mehr je nach Kundenwunsch.

S SERIES

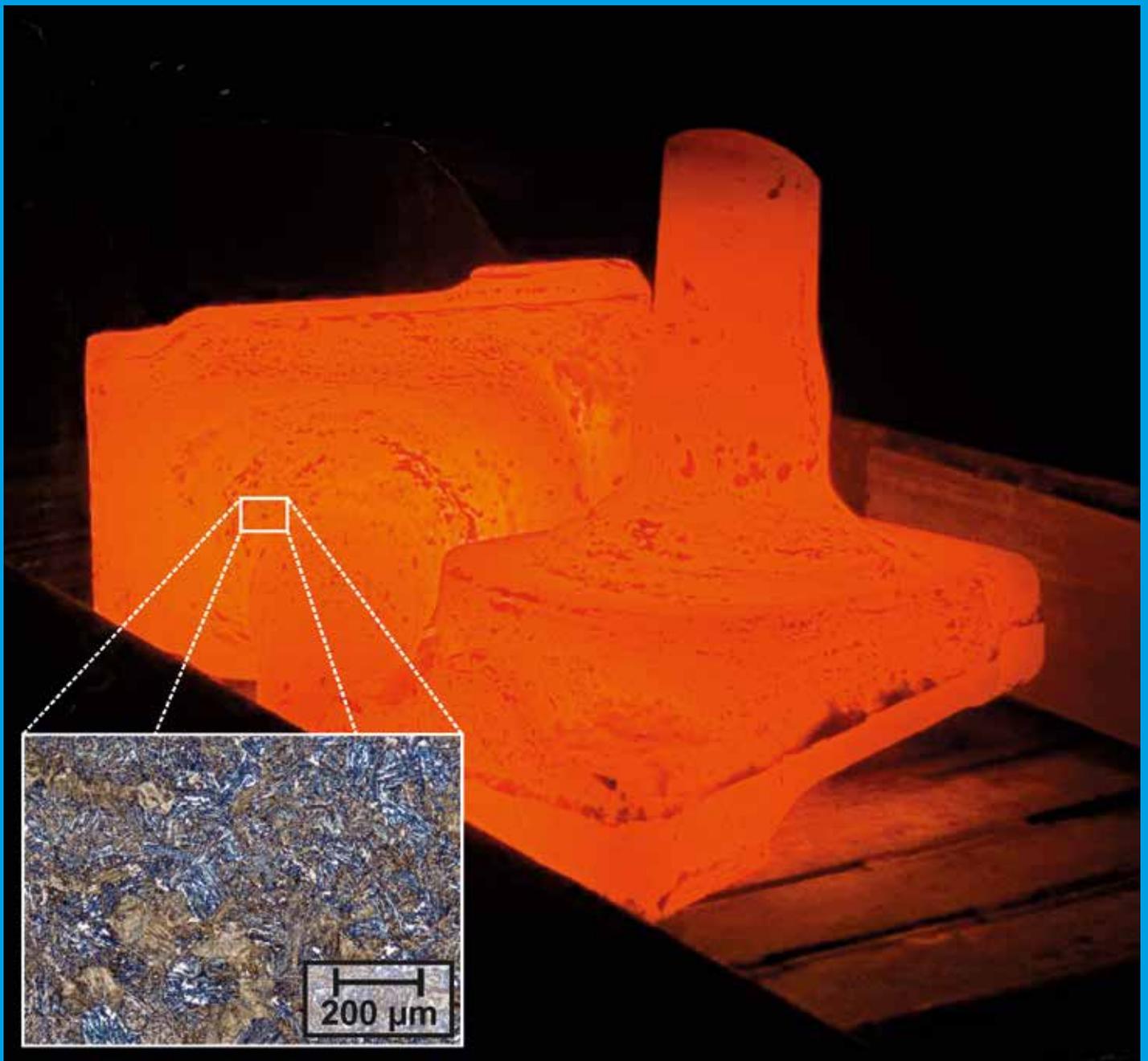
Hochgeschwindigkeitssäganlagen



www.ficepgroup.com

Get on board, navigate the future with FICEP!

FICEP
STEEL THINKING



Lufthärtende duktile Schmiedestähle für zyklische Beanspruchung

Neue lufthärtende Martensite vereinen die Eigenschaften von klassischen Vergütungsstählen mit der Prozessroute von AFP-Stählen. Neben der Verbesserung der CO₂-Bilanz können diese Materialien aufgrund ihrer hohen zyklischen Belastbarkeit zur Realisierung ambitionierter Leichtbaukomponenten beitragen. Durch das Wegfallen der Vergütung wird der Bauteilverzug minimiert und die nötige Nachbearbeitung reduziert. Erreicht werden diese Eigenschaften durch die Zugabe von vier Gewichtsprozent Mangan sowie weiterer Legierungselemente in Abhängigkeit von der angestrebten Anwendung.

AUTOREN



Alexander Gramlich, M. Sc.

ist Arbeitsfeldleiter für nachhaltige Werkstoffentwicklung am Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK) der RWTH Aachen University



Dr.-Ing. Steffen Schönborn

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt



Tobias Schmiedl, M. Sc.

war zum Zeitpunkt des Projekts wissenschaftlicher Mitarbeiter des Fachgebiets Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik (SAM) der TU Darmstadt



Dr.-Ing. Jörg Baumgartner

ist Kompetenzgebietsleitung Fachgebiet Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik (SAM) der TU Darmstadt



Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Krupp

leitet das Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK) der RWTH Aachen University

Sicherheitsbauteile im Fahrwerk von Kraftfahrzeugen werden in der Regel aus Vergütungsstählen, wie beispielsweise 42CrMo4, gefertigt. Diese Stähle zeichnen sich einerseits durch eine notwendige Balance aus Festigkeit und Zähigkeit, andererseits durch einen hohen Widerstand gegen zyklische Belastung aus. Vor dem Hintergrund der angestrebten Reduktion von CO₂-Emissionen industrieller Prozesse stehen diese Materialien jedoch in der Kritik, da der mehrstufige und energieintensive Wärmebehandlungsprozess, bestehend aus Austenitisieren, Abschrecken und Anlassen, mit hohen CO₂-Emissionen verbunden ist. Aus diesem Grund wurden lufthärtende Schmiedestähle entwickelt, welche im Gegensatz zu ausscheidungshärtenden ferritischperlitischen Stählen (AFP-Stählen) nach der Luftabkühlung ein martensitisches Gefüge aufweisen [1]. Diese Stähle vereinen die hohen statischen und zyklischen Festigkeiten der Vergütungsstähle mit der einfachen Prozessroute der AFP-Stähle. Die geringe Kerbschlagarbeit dieser Legierungen verhinderte bisher jedoch die breite industrielle Anwendung.

VORGEHENSWEISE

Aufbauend auf dem Forschungsvorhaben LHD-Schmiedestahl [2] liegt der Schwerpunkt in dem hier vorgestellten Forschungsvorhaben auf der Optimierung der LHD-Stähle unter Berücksichtigung des Schwingfestigkeitsverhaltens. Zusätzlich wurde ein besonderer Fokus auf die Kerbschlagarbeit gelegt, da diese im Vorgängerprojekt mit 8 Joule unterhalb des geforderten Wertes von 30 Joule lag. Anhand eines Basiskonzepts wurde im Labormaßstab überprüft, wie sich unterschiedliche Legierungszugaben (Al, Mo, Ti, Nb, B) auf die Werkstoffeigenschaften auswirken. Die Ergebnisse der Untersuchungen im Labormaßstab dienen zur Festlegung einer Pilotschmelze im Industriemaßstab [3], [4]. Anschließend wurde diese Schmelze zu Halbzeugen und zu drei Demonstratorbauteilen unterschiedlicher Größe verarbeitet. Die chemische Zusammensetzung der Legierung ist in Tabelle 1 dargestellt. Aus der Pilotschmelze wurden im folgenden Federbügel (G. Flockenhaus & Söhne GmbH & Co. KG, Stückgewicht etwa 2 kg), Achsschenkel (Hammerwerk Fridingen GmbH, Stückgewicht 33 kg) sowie ein Planetenträger (Siepmann-Werke GmbH & Co. KG, Stückgewicht > 1000 kg) gefertigt.

	C*	Si	Mn	P	S*	Al	Cr	Ni	Mo	Ti	Nb	B	N
LHD2	0,19	0,50	4,02	0,008	0,011	0,031	0,10	0,05	0,02	0,020	0,035	0,0016	0,011
LHD-P2	0,18	0,50	3,85	0,01	0,01	0,027	0,09	0,11	0,01	0,046	< 0,005	0,0058	0,0078

* C- und S-Analyse mittels Heißextraktion (Leco)

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung der erzeugten Pilotschmelze „LHD2“ sowie der Pilotschmelze des Vorgängerprojekts „LHD-P2“ [1] (Angaben in Gewichts-Prozent)

	R _{p0,2}	R _m	R _{p0,2} /R _m	A _g	A ₅	KV bei RT
Federbügel T _S < 1000	900	1377	0,65	5,3	14,8	76
Federbügel T _S = 1250 – 1280	855	1236	0,69	5,2	14,5	47
Planetenträger	791	1161	0,68	6,1	12,0	27
Achsschenkel LHD-P2 [1,2]	744	1181	0,63	4,3	14,7	27
Achsschenkel (LHD1) [X1]	970	1100	0,88	–	13,0	8
Federbügel T _S = 1250 – 1280	948	1491	0,64	4,1	8,8	13
Achsschenkel 42CrMo4 [1,2]	959	1091	0,88	4,9	13,0	–
Federbügel 33MnCrB5-2	1019	1112	0,92	4,5	14,3	–

Tabelle 2: Übersicht der mechanischen Kennwerte des entwickelten Werkstoffs sowie einiger Referenzwerkstoffe ermittelt im Zug- und im Kerbschlagversuch

UMWANDLUNGSVERHALTEN UND MIKROSTRUKTUR

Während für die Federbügel ein vollständig martensitisches Gefüge eingestellt werden konnte, weisen sowohl die Achsschenkel als auch der Planetenträger ein Mischgefüge aus Bainit und Martensit auf, welches jedoch konstante Anteile an Martensit unabhängig von der Bauteiltiefe enthält. Diese unterschiedliche Gefügeausbildung ist auf die benötigten Abkühlzeiten zurückzuführen, dabei konnte bei den dickwandigeren Bauteilen Achsschenkel und Planetenträger bedingt durch die Luftabkühlung nicht schnell genug abgekühlt werden, um die Bainitbildung zu umgehen. Da die Achsschenkel im Vorgängerprojekt vollständig martensitisch nach Luftabkühlung vorlagen, ist davon auszugehen, dass eine Erhöhung des Borgehalts auf 60 ppm auch für die neue Legierung ein vollständig martensitisches Gefüge erzeugen würde. Die im Bereich der Halbwarmumformung geschmiedeten Federbügel weisen ein deutlich feineres Gefüge auf als die weiteren untersuchten Zustände. Klassische Lanzetten lassen sich hier nur vereinzelt im Gefüge beobachten. Eine Übersicht der unterschiedlichen Mikrostrukturen ist in Bild 1 dargestellt.

MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN

Die geschmiedeten Bauteile wurden sowohl im Zugversuch als auch im Kerbschlagversuch bezüglich ihrer mechanischen Eigenschaften charakterisiert. Die mechanischen Eigenschaften sind in Tabelle 2 zusammengefasst, dort sind zusätzlich auch die mechanischen Eigenschaften der Schmelze des Vorgängerprojekts (LHD-P2) sowie einiger Bauteile aus den Referenzwerkstoffen aufgeführt.

Die Federbügel wurden innerhalb von 20 Sekunden induktiv erwärmt und anschließend bei unterschiedlichen Temperaturen umgeformt. Danach folgte eine Abkühlung an Luft. Die Kerbschlagarbeit der Federbügel überschreitet die geforderten 30 J um ein Vielfaches, insbesondere der Federbügel geschmiedet bei einer Temperatur unterhalb von 1.000 °C erzielt eine vielversprechende Kombination aus Festigkeit und Zähigkeit. Im Vergleich zum Vorgängerprojekt konnte die Zähigkeit bei identischen Prozessparametern von 13 J auf 47 J gesteigert werden. Bei niedrigeren Schmiedetemperaturen erreicht die Kerbschlagarbeit einen Wert von 76 J. Der Anstieg der Kerbschlagarbeit lässt sich auf den erhöhten Alumini-

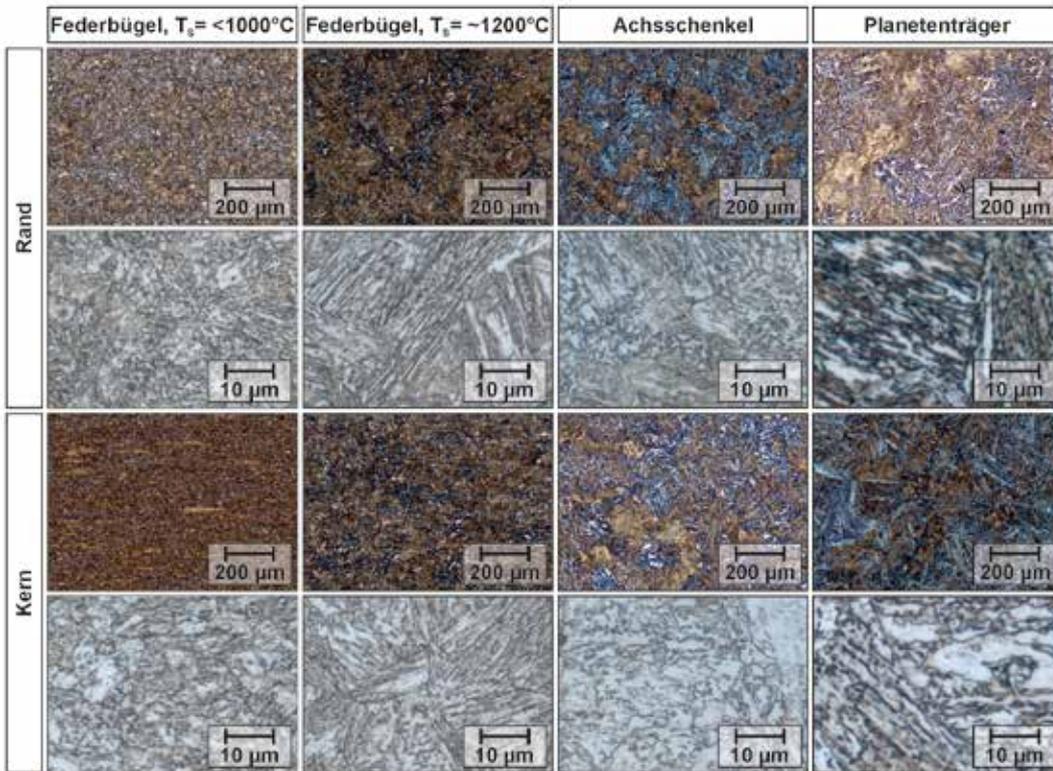


Bild 1: Mikrostruktur im Rand- und Kernbereich der unterschiedlichen Bauteile bei unterschiedlichen Vergrößerungen

umgehalt und ein hieraus resultierendes In-situ-Anlassen erklären [3]. Die Abnahme der Festigkeit ist in dem deutlich verringerten Kohlenstoffgehalt begründet.

Sowohl der Achsschenkel als auch der Planetenträger wurden ebenfalls entsprechend einer Serienteilfertigung gefertigt. Die Bauteile wurden zunächst bei 1.250 °C austenitisiert, dann geschmiedet und im Anschluss an den Schmiedeprozess luftgekühlt. Die größeren Bauteile weisen im Vergleich zum Federbügel deutlich verringerte Zähigkeiten sowie Festigkeiten auf, was auf die bereits beschriebene inhomogene Mikrostruktur aus Martensit und Bainit zurückzuführen ist. Hier ist zu erwarten, dass durch das Einstellen einer vollständigen martensitischen Mikrostruktur infolge der Erhöhung des Borgehalts beziehungsweise durch beschleunigte Luftabkühlung, sowohl Kerbschlagarbeit als auch die Festigkeit angehoben werden können. Hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften war kein signifikanter Einfluss der Probenentnahmestellen festzustellen, die Werte waren weitestgehend identisch.

UNTERSUCHUNGEN ZUM BAUTEILGEBUNDENEN WERKSTOFFVERHALTEN

Im Rahmen von Untersuchungen an unterschiedlich großen Bauteilen (Achsschenkel: versagenskritischer Durchmesser 75,5 mm und Federbügel: 21,5 mm) sollte untersucht werden, mit welchen Schwingfestigkeitseigenschaften in der Bauteilanwendung zu rechnen ist.

Anhand der Untersuchungen an den Achsschenkeln wurden neben dem neuen Werkstoff LHD2 zum Vergleich beziehungsweise als Referenz weitere Untersuchungen an Achsschenkeln aus dem Vergütungsstahl 42CrMo4(V) sowie einem AFP-Stahl durchgeführt und mit den Ergebnissen des im Forschungsprojekt „LHD-Schmiedestahl“ [2] entwickelten Werkstoffes LHD-P2 verglichen (Bild 2).

Hierbei zeigt sich, dass alle Werkstoffe unterschiedliche Verläufe der Zeitfestigkeitsgeraden besitzen. Die Bauteil-Wöhlerlinie des LHD2-Werkstoffes weist eine hohe Schwingfestigkeit im Zeitfestigkeitsbereich auf. Aufgrund der steilen Neigung der Zeitfestigkeitsgeraden von $k = 3,3$, beträgt die

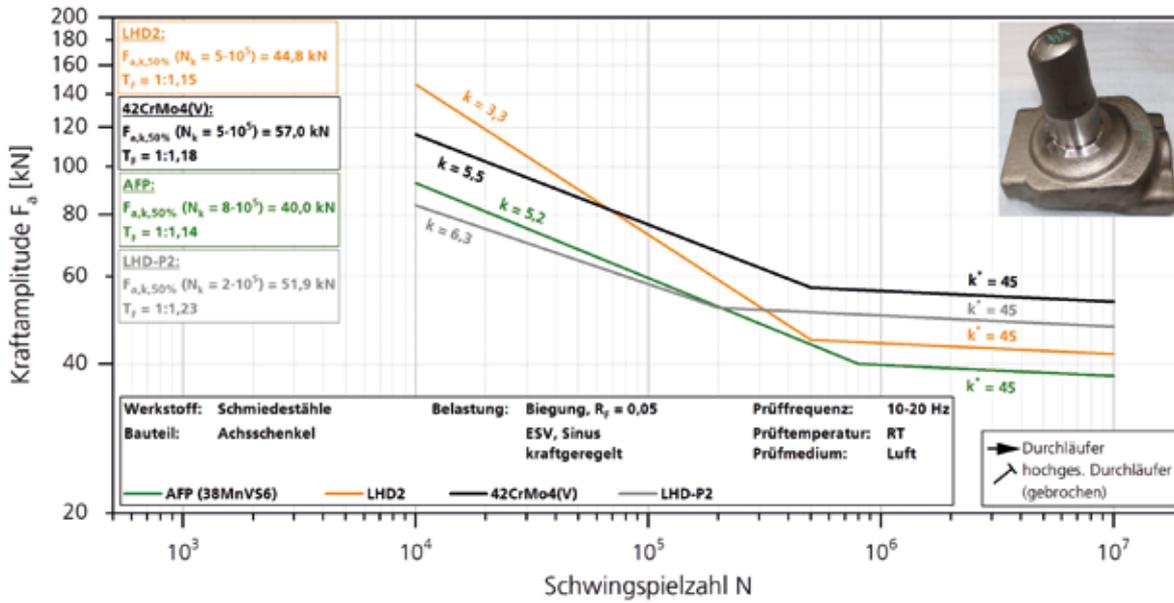


Bild 2: Vergleich der Bauteilwöhlerlinien von Achsschenkeln aus unterschiedlichen Werkstoffen

ertragbare Lastamplitude bei 1×10^7 Schwingspielen aber nur $F_{a,1E7} = 41,9 \text{ kN}$. Dieser Wert liegt unterhalb der ermittelten Schwingfestigkeit für die Achsschenkel aus dem Vergütungsstahl 42CrMo4(V), welcher auf eine sehr hohe Festigkeit vergütet wurde. Die Bauteil-Wöhlerlinie des Werkstoffs LHD-P2 liegt im Langzeitfestigkeitsbereich zwischen dem Vergütungsstahl und dem LHD2, wohingegen für die Bauteile aus dem AFP-Stahl die geringste Schwingfestigkeit im Lebensdauerbereich oberhalb von 1×10^6 Schwingspielen ermittelt wurde.

Die hohen Schwingfestigkeitswerte für den Werkstoff LHD-P2 sind auf die nachgeschaltete Wärmebehandlung nach dem Schmiedeprozess zurückzuführen, welche zur Einstellung eines vollständig martensitischen Gefüges durchgeführt wurde. Dagegen weist der LHD2 aufgrund der Luftabkühlung ein martensitisch-bainitisches Gefüge geringerer Festigkeit auf.

Für die Untersuchungen zum Schwingfestigkeitsverhalten der Federbügel kamen ebenfalls Bauteile aus unterschiedlichen Legierungen zum Einsatz. Die Federbügel aus dem LHD2-Werkstoff wurden bei zwei unterschiedlichen Schmiedetemperaturen gefertigt, um mögliche Einflüsse der Temperatur auf die Gefügeausbildung beziehungsweise die Schwingfestigkeit untersuchen zu können (Bild 3).

Der Vergleich der Schwingfestigkeitsergebnisse der bei unterschiedlichen Schmiedetemperaturen hergestellten Federbügel aus dem LHD2-Werkstoff zeigt, dass die Zeitfestigkeitsgeraden vergleichbare Neigungen ($k = 4,8$ beziehungsweise $k = 4,9$) aber unterschiedliche Abknickpunkte aufweisen. Die Zeitfestigkeitsgerade des Serienwerkstoffs 33CrMnB5-2 verläuft mit $k = 3,0$ dagegen deutlich steiler. Weiterhin zeigt der Vergleich, dass der LHD2-Werkstoff gegenüber dem Serienwerkstoff ein ausgeprägtes Schwingfestigkeitspotenzial im Langzeitfestigkeitsbereich besitzt. In Bezug auf den Serienwerkstoff 33CrMnB5-2 ($F_{a,5E6,33CrMnB5-2} = 0,85 \text{ kN}$) zeigt der LHD2-Werkstoff mit der hohen Schmiedetemperatur ($T_S = 1.180 - 1.200 \text{ °C}$) eine Steigerung der Schwingfestigkeit um etwa 77 Prozent ($F_{a,5E6,LHD2(1.180 - 1.200 \text{ °C})} = 1,51 \text{ kN}$) beziehungsweise mit geringerer Schmiedetemperatur ($T_S = 920 - 930 \text{ °C}$) eine Steigerung der Schwingfestigkeit um 129 Prozent ($F_{a,5E6,LHD2(1.000 \text{ °C})} = 1,95 \text{ kN}$) ermittelt werden.

Fraktographische Untersuchungen zeigten, dass die bei 1.200 °C geschmiedeten Federbügel eine viel feinere Gefügestruktur aufwiesen, als jene, die bei $T_S = 1.180 - 1.200 \text{ °C}$ geschmiedet wurden. Die feinere Ausbildung des Werkstoffgefüges mit den damit verbundenen positiven Eigenschaften auf das Ermüdungsverhalten, dürfte ursächlich für die höhere Schwingfestigkeit dieser Variante sein.

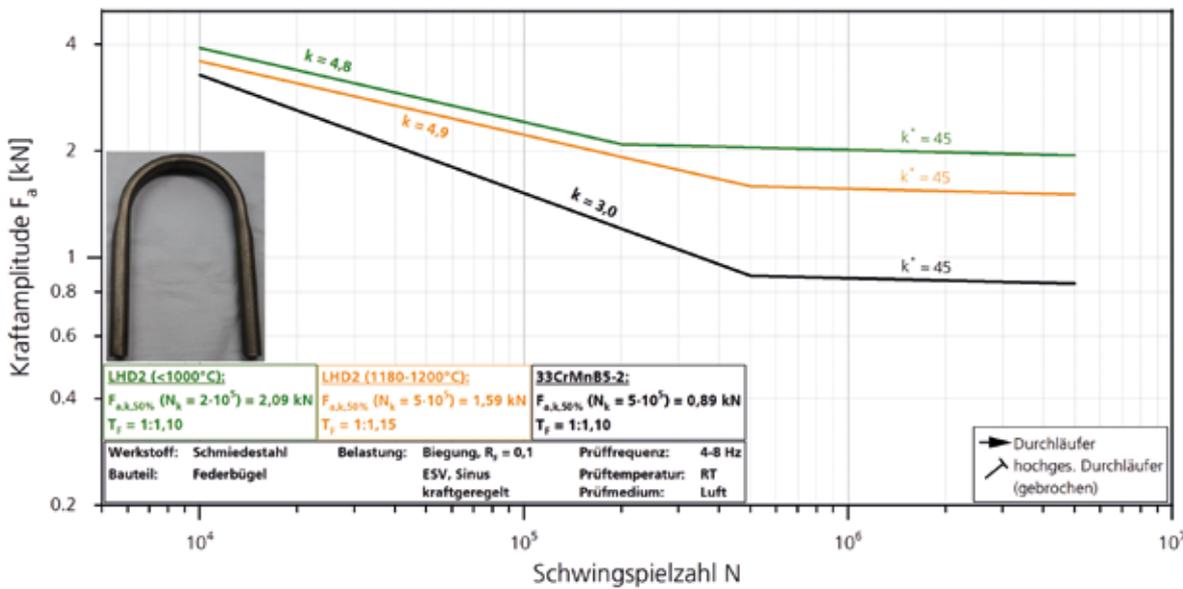


Bild 3: Vergleich der Schwingfestigkeitsergebnisse unterschiedlicher Federbügel, Bilder: Autoren

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die gezielte Zugabe von Mikrolegierungselementen, eine interaktive Legierungsentwicklung und die Berücksichtigung der Schmiedetemperatur abhängigen Gefügeausbildung, konnte insbesondere für die vergleichsweise dünnwandigen Federbügel-Bauteile (Durchmesser zirka 21 mm) mit ihrem martensitischen Gefüge die zyklische Schwingfestigkeit im Vergleich zum Referenzwerkstoff 33CrMnB5-2 um 129 Prozent gesteigert werden. Für die dickwandigeren Achsschenkel-Bauteile (Schaftdurchmesser zirka 75 mm) stellte sich durch die Luftabkühlung ein Mischgefüge aus Bainit und Martensit ein. Im Vergleich weisen diese dickwandigeren Achsschenkel im anwendungsrelevanten Langzeitfestigkeitsbereich Schwingfestigkeitskennwerte unterhalb des Referenzwerkstoffs 42CrMo4(V) (vergütet auf eine sehr hohe Festigkeit) auf, sie jedoch oberhalb derjenigen der AFP-Stähle. Unter Berücksich-

tigung der Ergebnisse des Vorgängerprojekts ist jedoch davon auszugehen, dass die Anhebung des Borgehaltes eine vollständige Durchhärtung (martensitische Gefügeausbildung) auch für dickwandigeren Bauteile ermöglicht.

Die kürzere Prozesskette und die erhöhte zyklische Festigkeit zeigen das mögliche Potenzial neuartiger Schmiedestähle zur Einsparung von CO₂-Emissionen auf. Entlang der Prozesskette kann durch den Wegfall der bei Vergütungsstählen notwendigen Wärmebehandlung und durch eine leichtbauorientierte Auslegung, bedingt durch die gesteigerten Schwingfestigkeitskennwerte, Energie und Material eingespart werden, was sich positiv auf die CO₂-Bilanz auswirkt.



Das Vorhaben IGF 27 EWN der Forschungsvereinigungen Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. (FSV) und Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Der Schlussbericht kann nach Projektende bei der FSV, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



[1] Stieben, A.; Bleck, W.; Schönborn S.: Lufthärtender duktiler Stahl mit mittlerem Mangangehalt für die Massivumformung. *massivUMFORMUNG*, 2016 9, 50 – 55

[2] Stieben, A.: Lufthärtende, duktile Schmiedestähle mit erhöhten Mangangehalten (LHD Schmiedestahl), Abschlussbericht Forschungsprojekt AVIF 276, Wirtschaftsverband Stahl und Metallverarbeitung e. V., 2016, Düsseldorf, Germany

[3] Gramlich, A.; Schmiedl, T.; Schönborn, S.; Melz, T.; Bleck, W.: Development of air-hardening martensitic forging steels. *Materials Science and Engineering: A*, 784 2020, 139321, DOI: 10.1016/j.msea.2020.139321

[4] Schmiedl, T.; Gramlich, A. R. M.; Schönborn, S.; Melz, T.: Behavior of Forging Steels under Cyclic Loading – the Benefit of Air-Hardening Martensites. *steel research international*, 72 2020, 2000172, DOI: 10.1002/srin.202000172

Automatisierte Oberflächenfehlerprüfung mit induktiv angeregter Thermografie – Prüfzuverlässigkeit im Vergleich mit der Magnetpulver-Rissprüfung



Die induktiv angeregte Thermografie ist eine vielversprechende Technik für die Oberflächenfehlerprüfung von metallischen Bauteilen. Sie verspricht eine hohe Automatisierbarkeit bei 100-Prozent-Dokumentation der Prüfergebnisse, den Verzicht auf Chemikalien und Reinigungsvorgänge, reduzierte Personalkosten und eine geringere Anfälligkeit gegenüber Benutzerfehlern. Es gibt bisher kaum Anwendungen im Bereich der Massivumformung. Eine gute Gelegenheit also, die Prüfzuverlässigkeit der Thermografie mit der der konventionellen Magnetpulver-Rissprüfung zu vergleichen.

AUTOREN



Dr. rer. nat. Udo Netzelmann

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Komponenten und Bauteile am Fraunhofer Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken



David Müller, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Komponenten und Bauteile am Fraunhofer Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken



Dr.-Ing. Sergey Lugin

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Komponenten und Bauteile am Fraunhofer Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken



Andreas Ehlen, M.Sc.

ist Mitarbeiter Automatisierungstechnik an der Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes in Saarbrücken

Michael Finckbohner

ist Mechatroniker in der Abteilung Komponenten und Bauteile am Fraunhofer Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken

Bei der Prüftechnik wird über einen Induktor ein Wechselstrom in dem elektrisch leitenden Werkstoff erzeugt. Trifft der induzierte Strom auf einen Oberflächenriss, muss er Umwege um den Riss nehmen. Mit dem Stromfluss im Bauteil ist eine Erwärmung durch ohmsche Verluste verbunden. An Rissen ist die Stromdichte verändert, und für eine Infrarotkamera wird eine charakteristische Fehlersignatur sichtbar. In kurzer Zeit kann die mit der Infrarotkamera aufgezeichnete Bildsequenz ausgewertet werden. Bisher gab es keine belastbare Untersuchung zur Prüfzuverlässigkeit der induktiv angeregten Thermografie, da in den bisherigen Studien die Fehleranzeigen noch von Experten unter Laborbedingungen ausgewertet wurden [1]. Das Verfahren bezieht seine wirtschaftlichen Vorteile jedoch vor allem aus der Automatisierbarkeit.

VORGEHENSWEISE

Untersucht wurden zwei Typen von umgeformten Teilen: Zapfenkreuze und Pleuel. Jeweils etwa 100 Stück fehlerbehaftete Teile von jedem Typ wurden über einen längeren Zeitraum gesammelt beziehungsweise durch eine bewusste Falschbehandlung mit provozierten Fehlern versehen. Dem Probenatz waren auch Gutteile beigemischt (Bild 1). Die Teile wurden mit einer als Demonstrator aufgebauten robotergeführten Prüfanlage thermografisch getestet und anschließend einer konventionellen industriellen Magnetpulver-Rissprüfung für die Großserie zugeführt. Eine wesentliche Innovation war die

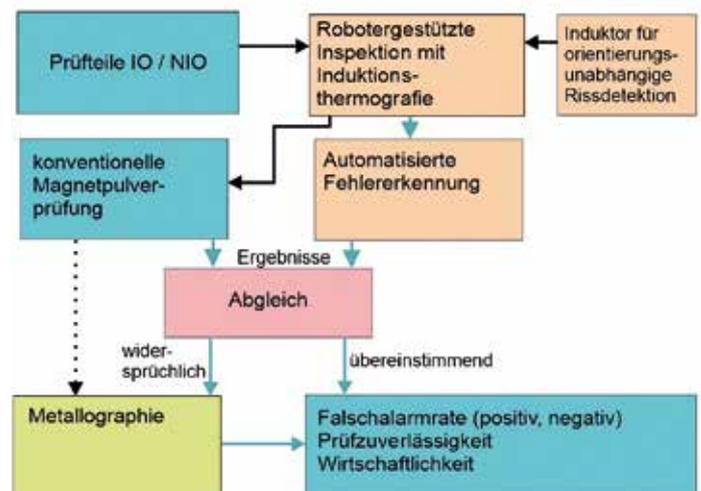


Bild 1: Schematischer Ablauf der Untersuchungen

automatisierte Fehlererkennung aus den Thermografiedaten mit Hilfe von Methoden des maschinellen Lernens. Eine geräte-technische Weiterentwicklung bestand in einem speziellen Induktor, der eine empfindliche Risserkennung unabhängig von der Orientierung des Risses zum Induktor ermöglicht [2]. Am Ende wurden die Befunde von Thermografie und Magnetpulverprüfung miteinander verglichen und bewertet.



Bild2: Robotergeführte Prüfung mit Induktionsthermografie

AUTOMATISIERTE PRÜFUNG

Die Prüfanordnung besteht aus einem Sensorkopf mit Infrarotkamera für den Wellenlängenbereich von 2 bis 5 Mikrometer und einem speziellen Induktor (Bild 2). Da die Prüfteile bisher aus mehreren Ansichten und in Teilabschnitten geprüft werden müssen, um die komplette Oberfläche abzudecken, wird ein 6-Achsen-Robotersystem des Herstellers KUKA verwendet und mit der thermografischen Erfassung von Bildsequenzen gekoppelt. Mithilfe eines Magnetgreifers nimmt der Roboter ein Prüfteil aus einer Übergabestation und hält es an mehreren Positionen vor den Sensorkopf. Dabei lassen sich die Krümmung der Bauteiloberfläche und Abstandschwankungen – der Abstand des Sensorkopfes zum Bauteil kann 1 bis 5 Millimeter betragen – durch die Vorverarbeitung der Bildsequenzen kompensieren.

An jeder Messstelle wird ein etwa 0,2 Sekunden langer Induktionspuls appliziert, bei dem sich die Bauteiltemperatur lokal und oberflächennah kurzzeitig um wenige Kelvin erhöht. Der

Aufheiz- und Abkühlungsprozess wird in etwa 120 thermografischen Bildern zeitaufgelöst aufgezeichnet und anschließend mit Hilfe der sogenannten Puls-Phasen Thermografie zu einem thermografischen Phasenbild verrechnet [3]. Dieses Bild lässt die gefundenen Oberflächenrisse mit gutem Kontrast erkennen (Bild 3).

FEHLERDETEKTION MIT MASCHINELLEM LERNEN

Die automatisierte Fehlererkennung aus den thermografischen Phasenbildern erfolgt über ein neuronales Netzwerk mit einer U-Net Architektur [4], [5]. Es besteht im ersten Schritt aus einem Encoderpfad, in dem in mehreren hintereinandergeschichteten Faltungen die räumliche Information der Thermografiebilder reduziert und gleichzeitig die Information über die Bildfeatures erhöht wird. Im zweiten Schritt, dem Decoderpfad, werden die Features durch Entfaltungen schrittweise wieder auf die ursprüngliche Bildebene projiziert, sodass aus dem Eingangsbild schließlich ein Klassifikations-Maskenbild wird.

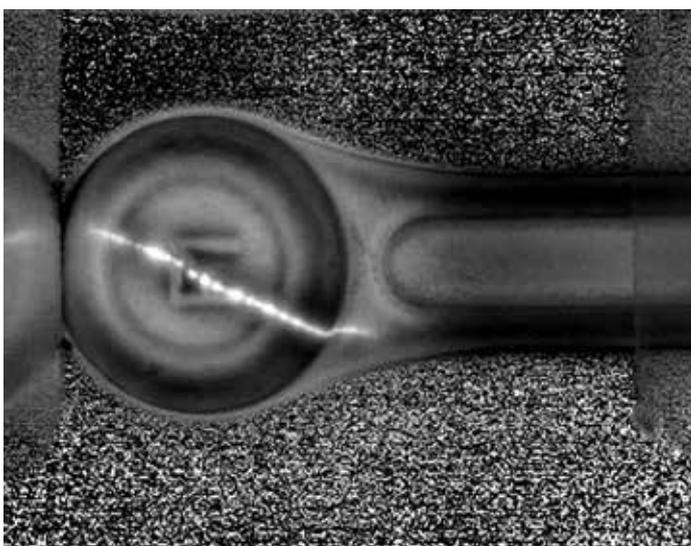


Bild 3: Rissanzeige an einem Pleuel im vorverarbeiteten Thermografie-Phasenbild

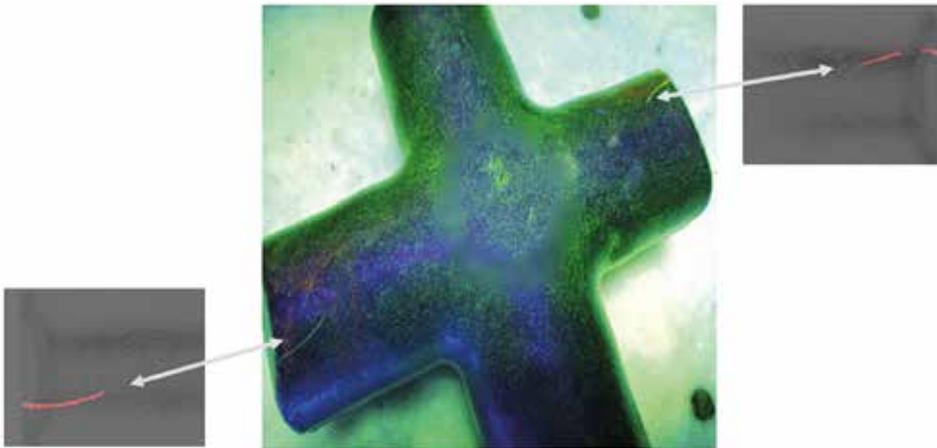


Bild 4: Vergleich automatisch erkannter Thermografieanzeigen mit einem Bild der Magnetpulver-Rissprüfung (Mitte)

Der Erfolg der Fehlerdetektion steht und fällt mit der Menge und Qualität der Trainingsdaten. Im Versuch bestanden die thermografischen Bilder je zur Hälfte aus unbekanntem Fehlerbildern und aus Trainingsbildern. Letztere haben die Thermografieexperten durch Markieren der als Riss erkannten Strukturen gekennzeichnet. Da zum Training nur relativ wenige Fehlerbilder zur Verfügung standen, erhöhten sie den Umfang an Trainingsdaten deutlich durch Data Augmentation, das heißt die künstliche Vervielfältigung von Daten durch Operationen wie Verschiebung, Drehung, Verzerrung oder Stauchung. Während das Training des Netzwerks einmalig einigen zeitlichen Aufwand erfordert, läuft die Fehlererkennung dann sehr schnell ab.

Im Ergebnis entstehen dann Thermografiebilder mit überlagerten Masken in Rot (Bild 4). In diesem Bild ist auch der Vergleich mit den Anzeigen der Magnetpulverprüfung zu sehen.

VERGLEICH MIT DER MAGNETPULVERRISSPRÜFUNG

Die thermografischen Anzeigen wurden nach „großen Anzeigen“ (über 15 Millimeter Anzeigenlänge), „mittleren Anzeigen“ (1 bis 15) und „kleinen Anzeigen“ (zwei Pixel bis 1 Millimeter Anzeigenlänge) kategorisiert und ausgezählt stellt Bild 5 dar für elf Pleuel die Zahl der großen (dunkelblau), mittleren (blau) und kleinen (hellblau) Anzeigen mit Thermografie. Darüber in Rot die Zahl der mit Magnetpulverprüfung gefundenen Anzeigen, entsprechend der Balkenlänge. Bei den Pleueln gab es in 82 Prozent der Ergebnisse eine gute Übereinstimmung von Thermografie (thermal testing, TT) und Magnetpulver-Rissprüfung (magnetic testing, MT). Zwei Teile mit MT-Anzeigen wurden mit TT nicht oder nur unter Hinzunahme auch mittelgroßer Anzeigen erkannt. Bei den Pleueln gab es keine Falschalarme, aber bei 18 Prozent der Teile wurden die Fehler nur als mittlere Anzeigen erkannt. TT lieferte insgesamt viel mehr auch kleine und mittlere Anzeigen, hier gilt es eine geeignete Registerschwelle zu finden.

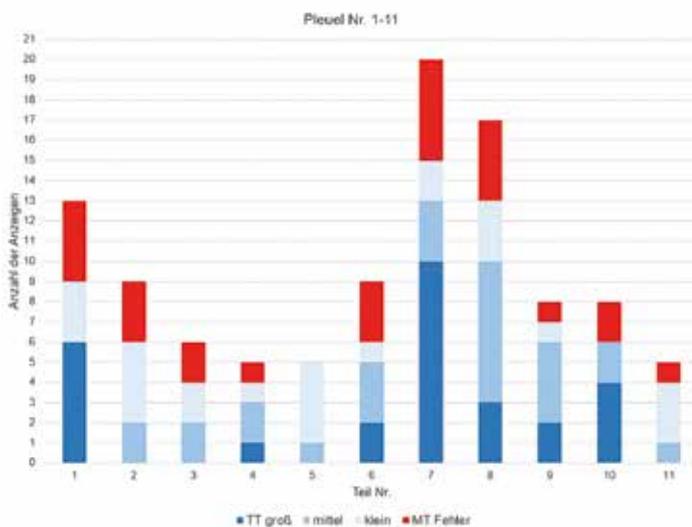


Bild 5: Anzahl der Fehleranzeigen an elf Pleueln entsprechend der Balkenlänge. Blau: Anzahl der großen, mittleren und kleinen Thermografieanzeigen. Rot: Anzahl der Magnetpulveranzeigen

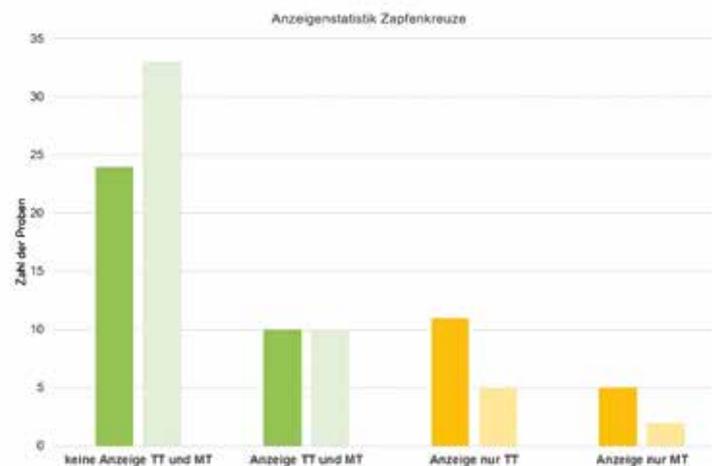


Bild 6: Zahl der gemeinsam „positiv“ und „negativ“ erkannten Anzeigen sowie „falsch positiv“ und „falsch negativ“ Anzeigen bei der Thermografie bezogen auf die Magnetpulverprüfung an 50 Zapfenkreuzen. Die jeweils rechten Balken stellen das Ergebnis ohne Gratbahnanzeigen dar. Bilder: Autoren

Bei den Zapfenkreuzen (Bild 6) gab es in 68 Prozent der Fälle eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse von TT und MT. 14 Prozent der Teile zeigten Anzeigen bei TT, nicht aber bei MT, hauptsächlich an der Gratbahn. Hier muss durch verfeinerte Auswertung, eventuell unter Hinzunahme optischer Information, nachgebessert werden. Andererseits wurden in 8 Prozent der Teile mit TT nach Einschätzung der Autoren größere Risse nachgewiesen, die mit MT nicht erkannt wurden. Die Falschalarmrate bei TT lag ohne Gratbahnanzeigen bei 10 Prozent, wobei das Team die meisten dieser TT-Anzeigen für real hält.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen eine gute Prüfzuverlässigkeit der automatisierten induktiv angeregten Thermografie. Die angewandten Techniken maschinellen Lernens haben sich

als sehr leistungsfähig erwiesen. Die Fehlererkennung arbeitet sehr schnell, der Zeitaufwand fällt nur einmal beim Training an.

Die jetzige Realisierung an dem aufgebauten Demonstrator ist allerdings für die Großserienprüfung bedingt durch die Dauer der mechanischen Teilebewegung und die kleinen Bildfelder noch zu langsam. Die Prüftaktzeit lässt sich jedoch durch größere Induktoren und gegebenenfalls den Einsatz mehrerer Kameras auf ein mit der Magnetpulver-Rissprüfung vergleichbares Maß verringern.

Die thermografischen Signale enthalten auch Information über die Tiefe von gefundenen Rissen. Lässt sich diese Information auch an Realbauteilen zuverlässig gewinnen, so kann beispielsweise entschieden werden, ob sich ein Nacharbeiten der Oberfläche lohnt, bei der man den Riss wegschleifen würde.

In Deutschland ist bereits eine Grundlagennorm zur Induktionsthermografie entstanden [6], eine EN-Norm ist in Vorbereitung. Die induktionsthermografischen Anzeigen können inzwischen auch sehr zuverlässig mit numerischen Methoden simuliert werden. Auf diese Weise wäre es in Zukunft möglich, sehr selten auftretende Fehler zu modellieren und die so gerechneten Daten beim Training des Netzwerks zu berücksichtigen.



[1] Netzelmann, U.; Strauß, H.; Walle, G.: Zerstörungsfreie thermographische Methoden zur Detektion von Fehlern an Massivumform-Teilen, Schmiede-Journal, März 2007, S. 26 – 28

[2] Ehlen, A.; Netzelmann, U.; Valeske, B.; Finckbohrer, M.: Optimierung der Oberflächenrissprüfung mit induktiv angeregter Thermografie durch neuartige Anregungsmodule, DACH Jahrestagung 27. – 29.5.2019 Friedrichshafen, DGZfP BB 171, Vortrag Di.2.A.1

[3] Maldague, X.; Marinetti, S.; 'Pulse phase infrared thermography', J. Appl. Phys. 79, 1996, pp. 2694 – 2898

[4] Ronneberger, O.; Fischer, P.; Brox, T.: 'U-Net: convolutional networks for biomedical image segmentation medical image computing and computer-assisted intervention (MICCAI)', Vol. 9351. Munich, Germany: Springer, LNCS; 2015, pp. 234 – 241

[5] Müller, D.; Netzelmann, U. Valeske, B.: 'Defect shape detection and defect reconstruction in active thermography by means of two-dimensional convolutional neural network as well as spatiotemporal convolutional LSTM network', QIRT Journal (2020)

[6] DIN 54183:2018-02: Zerstörungsfreie Prüfung – Induktiv angeregte Thermografie



Das IGF-Projekt 19990 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. (FSV) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann bei der Forschungsgesellschaft Stahlverformung, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

IGF
Industrielle
Gemeinschaftsforschung

BANNING®

Innovation, Efficiency, Competitiveness

BANNING® GmbH
Angensteinerstr. 6
CH-4153 Reinach



KEY DRIVERS



RING ROLLING MACHINES



FORGING HAMMERS



FORGING ROLLS



DEBURRING EXPO

DeburringEXPO – Lösungen für gratfreie, saubere und präzise Oberflächen

Die DeburringEXPO als Leitmesse für Entgrattechnologien und Präzisionsoberflächen findet als Präsenzveranstaltung vom 12. bis 14. Oktober 2021 auf dem Messegelände Karlsruhe statt. Der Buchungsstand spricht für eine erfolgreiche vierte Leitmesse, bei der sich Aussteller und Besucher wieder in persönlichen Gesprächen austauschen können. Im Fokus dabei stehen Lösungen und Informationen, die es Unternehmen ermöglichen, effektiv und effizient höhere und veränderte Anforderungen an die Entgrat- und Oberflächenqualität zu erfüllen.

„Dieser Bedarf ergibt sich unter anderem aufgrund strengerer Spezifikationen an Produkte beziehungsweise deren Oberflächen, beispielsweise durch nachfolgende Prozesse wie Fügen, Beschichten, Abdichten und Montieren. Veränderte Fertigungstechnologien und Werkstoffe wie etwa aus Materialkombinationen hergestellte Werkstücke erfordern ebenfalls angepasste Lösungen für das Entgraten, Verrunden und die Herstellung von Präzisionsoberflächen sowie das Reinigen der Bauteile nach diesen Bearbeitungsschritten“, erklärt Hartmut Herdin, Geschäftsführer des DeburringEXPO-Veranstalters fairXperts GmbH & Co. KG.

Eine etablierte Ergänzung des Ausstellungsprogramms für den Wissenstransfer ist das integrierte Fachforum der DeburringEXPO. Weitere Informationen, das Ausstellungsprogramm und die vorläufige Ausstellerliste unter www.deburring-expo.de.



TRANSVALOR INTERNATIONAL SIMULATION DAYS

12 - 15 October 2021 #TISD2021 TRANSVALOR

Transvalor International Simulation Days 2021

Transvalor, führender Anbieter von Simulationslösungen für industrielle Prozesse, organisiert vom 12. bis 15. Oktober 2021 die 3. Ausgabe der Transvalor International Simulation Days (TISD). Mehr als 250 Industrielle und Akademiker aus der ganzen Welt werden zu dieser Veranstaltung der Metallumformung erwartet, die ausnahmsweise online stattfinden wird.

Die vier Konferenztage werden von knapp dreißig Vorträgen geprägt, deren Themen sich um die Bedeutung der Simulation für Umformprozesse drehen. Die Teilnehmer entdecken die neuesten Innovationen, Dienstleistungen und Technologien zur Herstellung innovativer und kostengünstiger Teile. Weitere Themen wie Mikrostrukturänderungen, Strukturanalyse oder auch Produktleichtbau werden diskutiert.

Verschiedene Keynote-Präsentationen geben einen internationalen Ausblick auf die Herausforderungen und treibenden Trends der Fertigungsindustrie. TISD hat die Ehre, als Hauptredner begrüßen zu dürfen: Christian Rey, Leiter des Teams Computational Applied Mathematics bei Safran Tech (Frankreich), Tobias Hain, Generaldirektor der European Forge Association EUROFORGE (Belgien), Alexis Deschamps, Professor an der Fakultät für Werkstoff- und Verfahrenstechnik aus Grenoble SIMAP (Frankreich).

Eine Auswahl von Ausstellern wird einen virtuellen Stand präsentieren und einen Elevator Pitch abhalten, um Produkte und Dienstleistungen einem qualifizierten Publikum vorzustellen. Akademische Teilnehmer können auch ein E-Poster präsentieren und den „Best Academic E-Poster Award“ gewinnen. Weitere Informationen auf www.tisd2021.transvalor.com.



Besucher können sich auf der Formnext vom 16. bis 19. November vor Ort über additive Fertigungsverfahren informieren, Bild: Mesago – Mathias Kutt

Formnext 2021 wird Präsenzveranstaltung

Die Mesago Messe Frankfurt und das Formnext-Team freuen sich auf die Durchführung der Formnext vom 16. bis 19. November 2021 als Präsenzveranstaltung in Frankfurt. Anmeldungen von rund 450 Ausstellern und die damit verbundene Gelegenheit des persönlichen Kontakts finden in der Branche großen Anklang. Die Vorbereitungen für die Formnext 2021 laufen auf Hochtouren, und die Veranstaltung verspricht eine Vielzahl an Highlights. Dazu zählen unter anderem hochwertige Vorträge von Branchenexperten und Präsentationen aus dem Partnerland Italien, aber auch Innovationen im Rahmen der „Purmundus challenge“ und des Start-up-Challenge-Pitch-Next-Events. Darüber hinaus sind die TCT Conference und Stage sowie die Sonderschauen der VDMA AG AM und BE-AM hervorzuheben. Die American Society for Testing and Materials organisiert zudem erstmals einen internationalen Normungsworkshop am Vortag der Formnext.

Die Gesundheit und Sicherheit aller Teilnehmer steht an erster Stelle. Daher wird das im vergangenen Jahr entwickelte Schutz- und Hygienekonzept kontinuierlich an die Pandemie-Situation und gesetzliche Vorgaben angepasst, wie der Veranstalter auf seiner Website bekanntgibt. Ein 3G-Konzept wird eingeführt. Die physische Veranstaltung wird danach vom 30. November bis 1. Dezember 2021 durch die Formnext Digital Days ergänzt. So soll auch denjenigen, die noch von Reisebeschränkungen betroffen sind, eine digitale Teilnahme am Ideenaustausch ermöglicht werden.

Seit mittlerweile 19 Monaten beeinflusst die weltweite Pandemie den Alltag und die Weltwirtschaft. Noch immer wird die Planung von Messen und Veranstaltungen erschwert, und die Zahl der – auch kurzfristigen – Absagen von Veranstaltungen aufgrund von Präventionsmaßnahmen im Zusammenhang mit dem Coronavirus (COVID-19) ist weiter sehr groß. Wir weisen darauf hin, dass wir keinen Einfluss auf die Absage von nachfolgend aufgeführten Events durch fremde Organisatoren wie Messedienstleister, Institute oder Hotels haben und bei Veranstaltungen der Schmiede-Akademie etwaigen behördlichen Durchführungsverboten Folge leisten müssen. Etwaige Schadenersatzansprüche aufgrund solcher Absagen von Veranstaltungen schließen wir aus.

12.10.2021
bis
14.10.2021 **DEBURRINGEXPO** **KARLSRUHE**
Leitmesse für Entgrattechnologien und Präzisionsoberflächen,
siehe Mittelung auf Seite 76.
Weitere Informationen: www.deburring-expo.de

12.10.2021
bis
15.10.2021 **TISD 2021 – TRANSVALOR INTERNATIONAL SIMULATION DAYS – ONLINE** **ONLINE-ANGEBOT**
Online-Fachtagung der Transvalor S.A. zu Simulationsanwendungen
für Umformprozesse, siehe Mitteilung auf Seite 76.
Weitere Informationen: www.tisd2021.transvalor.com

20.10.2021 **STANDMENGENSTEIGERUNG BEI SCHMIEDEGESENKEN** **HERDECKE**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

20.10.2021
bis
21.10.2021 **BETRIEBSFESTIGKEIT** **DARMSTADT**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

27.10.2021
bis
28.10.2021 **WERKSTOFF STAHL UND SEINE WÄRMEBEHANDLUNG –
CHANCEN, MÖGLICHKEITEN, RISIKEN** **ISSUM**
Schulung der Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

08.11.2021 **FMEA – HARMONISIERUNG VDA UND AIAG** **HAGEN**
Seminar der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V.
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

08.11.2021 **DER WEG ZUM HOCHWERTIGEN UMFORMTEIL – STABILE ABLÄUFE** **HERDECKE**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

09.11.2021 **TISAX – ANFORDERUNGEN AN DIE INFORMATIONSSICHERHEIT
IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE** **HAGEN**
Seminar der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V.
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

16.11.2021 **GRUNDLAGEN DER MASSIVUMFORMUNG – BEGINNER** **STUTTGART**
Seminar des Instituts für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart
Weitere Informationen: www.form-impulse.de

17.11.2021
bis
19.11.2021 **FORMNEXT 2021** **FRANKFURT/M**
Internationale Fachmesse für additive Fertigungstechnologien sowie deren
vor- und nach-gelagerter Prozesse, siehe Mitteilung auf Seite 76.
Weitere Informationen: www.formnext.mesago.com/events/de.html

VERANSTALTUNGEN

01.12.2021 bis 02.12.2021	EINFÜHRUNG IN DIE MASSIVUMFORMUNG FÜR TECHNIKER Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	FRANKFURT/M
15.11.2021	DER WEG ZUM HOCHWERTIGEN UMFORMTEIL – SICHERE QUALITÄTSPRÜFUNG Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	HERDECKE
17.11.2021	KALTSCHEREN – GEWUSST WIE Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	HERDECKE
30.11.2021 bis 01.12.2021	TOLERANZEN FÜR MASS, FORM UND LAGE Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	ONLINE-ANGEBOT
09.12.2021	DER WEG ZUM HOCHWERTIGEN UMFORMTEIL – ZUVERLÄSSIGE MASCHINEN Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	HERDECKE
09.12.2021	LEISTUNG STEIGERN DURCH FÜHREN VOR ORT – SHOPFLOOR MANAGEMENT 2.0 Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	ONLINE-ANGEBOT
23.02.2022 bis 24.02.2022	37. JAHRESTREFFEN DER KALTMASSIVUMFORMER Fachtagung des VDI Wissensforum GmbH Weitere Informationen: www.vdi-wissensforum.de	DÜSSELDORF
17.03.2022 bis 18.03.2022	MEFORM 2022 Konferenz des Instituts für Metallformung der TU Bergakademie Freiberg Weitere Informationen: www.tu-freiberg.de/fakult5/imf/institut/veranstaltungen/meform-2022	FREIBERG
03.05.2022 bis 06.05.2022	CONTROL 2022 Internationale Fachmesse für Qualitätssicherung Weitere Informationen: www.control-messe.de	STUTTGART
09.05.2022 bis 13.05.2022	WIRE 2022/TUBE 2022 Internationale Fachmesse für Draht und Kabel und internationale Rohr-Fachmesse Weitere Informationen: www.wire.de und www.tube.de	DÜSSELDORF
19.06.2022 bis 23.06.2022	6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON STEELS IN CARS AND TRUCKS (SCT) Internationale Fachkonferenz des Stahlinstituts VDEh Weitere Informationen: www.sct-2022.com	MAILAND/I
21.06.2022 bis 23.06.2022	CASTFORGE 2022 Internationale Fachmesse für Guss- und Schmiedeteile mit Bearbeitung Weitere Informationen: www.messe-stuttgart.de/castforge	STUTTGART

Ausgezeichnet und flexibel



- Anlagenbau für induktives Härten, Erwärmen, Löten
- HF/MF/IFP-Umrichter
- Schmiedeerhitzer
- Netzfrequenz-Erwärmanlagen
- Induktivlohnwärtereien
- Prozessentwicklung
- Induktorbau/Härtezubehör

i-SYST

Die modulare, nachrüstbare IoT-Lösung für induktive Erwärmungsprozesse

InductoForge

INDUCTOSCAN

INDUCTOHEAT Europe GmbH
Ostweg 5, 73262 Reichenbach/Fils
Telefon +49 (0)7153 504-200
info@inductoheat.eu
www.inductoheat.eu

INDUCTOTHERM GROUP

Leading Manufacturers of Melting, Thermal Processing & Production Systems for the Metals & Materials Industry Worldwide

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.

HERAUSGEBER

Industrieverband Massivumformung e. V.

Chefredakteur: Frank Severin, Vi.S.d.P.
Redaktion: Corinna Blümel, Köln
Redaktionsbeirat: Matthias Henke
Tobias Hain
Layout: Grafik Design Peter Kanthak, Wickede (Ruhr)
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
Internet: 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
Internet: www.massivumformung.de

Anzeigenverwaltung: InterMediaPro e. K.
Sven Anacker
Starenstraße 94
42389 Wuppertal, Deutschland
Telefon: +49 202 373 294-0
Telefax: +49 202 373 294-20
E-Mail: sanacker@intermediapartners.de

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 26 vom 1. Januar 2021

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

Druck: Vereinte Druckwerke 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.



Ein Abenteuer für Groß und Klein im Besucherbergwerk

Es ist erstaunlich, wo und in welcher Form heutzutage überall Graphit angewendet wird, denn nicht nur im Bleistift steckt es. Bauchemie, Pulver-Metallurgie, Automobil, Kunststoffe und High-Tech sind nur einige der Branchen, in denen man Graphit einsetzt. Im einzigen Graphitbergwerk Deutschlands in Kropfmühl erfahren die Besucherinnen und Besucher mehr über dieses „schwarze Gold“ und entdecken hautnah die Welt der Bergleute. In der Nähe von Passau bietet das eindrucksvolle Besucherbergwerk mit dem im Frühjahr 2016 neu eröffneten Museum wetterunabhängig ein Erlebnis für die ganze Familie.

AUTOREN

**Stephanie Windpassinger**

ist Mitarbeiterin im Marketing
bei der Graphit Kropfmühl GmbH
in Hauzenberg

**Hagen Mosser**

ist Sales Manager Dispersion
bei der Graphit Kropfmühl GmbH
in Hauzenberg



Im Graphiteum

**AUF DEN SPUREN DER BERGLEUTE UNTER TAGE**

Früher noch mit Filzhut, Holzschuhen und mit dem sogenannten „Gezähe“ (Schlägel und Eisen) ausgestattet, ging es für die Bergmänner zu deren Arbeitsplatz in die enge und stockfinstere Grube. Wer Bergmann werden wollte, brauchte nicht nur Körperkraft und Ausdauer, sondern auch jede Menge Mut. „Glück auf“, der deutsche Bergmannsgruß, beschreibt die Hoffnung der Bergleute auf reiche Ausbeute unter Tage und eine unversehrte Rückkehr nach Schichtende.

Das Graphit-Besucherbergwerk in Kropfmühl bei Passau bietet seinen Besuchern einen erlebnisreichen Ausflug in diese Untertagewelt. Vor der eigentlichen Untertageführung informiert ein Film über die Historie des Graphits sowie dessen Gewinnung und Veredelung. Mit dieser Information und ausgerüstet mit Helm und Schutzkleidung geht es in den Berg hinein. Bis auf 45 Meter Tiefe folgen die Gäste unter der Leitung eines Bergwerksführer den Spuren der Bergleute.

Das Zeitreise-Modul in einer seitlichen Kaverne des Untertagestollens des Besucherbergwerks inszeniert den erdgeschichtlichen Weg des Graphits. Die Besucher werden zurück in das Erdaltertum geführt – bis zu den Ursprüngen der Entstehung des Graphits. In wenigen Minuten tauchen die aktuellen Bergleute in die endlosen Zeitdimensionen von hunderten von Millionen Jahren erdgeschichtlichen Geschehens ein.

DIE INTERAKTIVE ERLEBNISWELT AUF EIGENE FAUST ENTDECKEN

Mit dem nichtstaatlichen Museum, dem Graphiteum, einer interaktiven Erlebniswelt rund um den Zukunftsrohstoff Graphit, wurde eine Dauerausstellung geschaffen, die auf knapp 350 Quadratmetern das Wissen um den Bergbau vertieft und die Vielfalt von Graphit in seinen modernen Anwendungen aufzeigt. Besucherinnen und Besucher erfahren alles über den Rohstoff, die Gewinnung, die Aufbereitung und die industriellen Einsatzgebiete.

Auch Geschichtliches sowie Wissenswertes über den Bergbau und das damit verbundene harte Arbeitsleben unter Tage kommen dabei nicht zu kurz. Das Graphiteum nimmt seine Gäste mit in eine imaginäre, spannend aufbereitete Welt Untertage und begleitet durch 2.500 Jahre Kultur- und Regionalgeschichte. Unmittelbar darauf tauchen die Gäste in das Besucherbergwerk ab, das das schwarze Roherz und die Arbeit der Bergleute faszinierend authentisch vor Augen führt.

Besucherinnen und Besucher dürfen die ausgewählten Exponate aus der Bergmannswelt nicht nur sehen, sondern auch anfassen. Besondere Maschinen und Original Ausstellungsstücke aus der Graphitproduktion machen den Rohstoff auf spannende Art und Weise erlebbar. So wird besonders Kindern, aber auch den Erwachsenen, auf kurzweiligem Weg Wissen rund um den Graphit näher gebracht.



Der Zukunftsstollen



Im Kinderstollen



Graphit – was ist das eigentlich?

Graphit ist eine natürliche Erscheinungsform des chemischen Elements Kohlenstoff, wie der deutsch-schwedische Chemiker Carl Wilhelm Scheele 1779 entdeckte. Bis dahin wurde der kristalline Kohlenstoff fälschlicherweise für Blei gehalten. Dieser Irrtum hält sich bis heute, da der jedem bekannte Bleistift doch eigentlich ein „Graphitstift“ ist. Der gebräuchliche Name „Graphit“ leitet sich von „graphein“, dem griechischen Wort für „Schreiben“ ab. Nachgewiesen ist, dass bereits die Kelten vor mehreren hundert Jahren den niederbayerischen Graphit für ihre Keramikherstellung verwendeten. Der Graphit wurde in den Ton gemischt und so hitzebeständig gemacht. Der bäuerliche Graphitabbau in Kropfmühl begann um 1870. Viele dieser „Graphitbauern“ erlangten durch den Abbau großen Reichtum und wurden daher als Millionenbauern bezeichnet.

Wofür wird Graphit verwendet?

Ob damals in der Keramikproduktion der Kelten oder heute in High-Tech-Betrieben der Automobilindustrie, Graphit ist im Alltag jedes einzelnen Menschen seit Jahrhunderten nicht wegzudenken. Die wohl traditionellste und bekannteste Anwendung ist der Bleistift. Doch kaum jemand weiß, wie wichtig das „schwarze Gold“ ist. Ob in der Kohlebürste in Elektromotoren oder als Anodenmaterial im Akku des Smartphones: Graphit ist ein essentieller Zusatzstoff in vielen Alltagsgegenständen. Pulvermetallurgie, Automobil-, Feuerfest-, Kunststoff- oder Batterieindustrie sind nur einige Beispiele von Branchen, in denen Graphit heutzutage eingesetzt wird. Eine weitere Anwendung findet man in der Bauchemie als Zusatz im grauen Dämmstoff EPS (expandiertes Polystyrol). In Zukunft wird Graphit vor allem im Bereich E-Mobilität eine signifikante Rolle spielen. Zudem wird derzeit intensiv am sogenannten Graphen, den einlagigen Graphitschichten, geforscht, ein hochleistungsfähiger Rohstoff für die Zukunft.

In einem nur für die jüngsten Besucher installierten „Stollen“ dürfen die Kleinen auf Entdeckungsreise gehen. Dort warten tolle Überraschungen auf sie. Im Museumsbereich durchlaufen die Besucherinnen und Besucher auf eigene Faust die verschiedenen Module zu Geologie, Bergmannswelt, industrielle Anwendungen, industrieller Prozess, Knappentradition und Historie. Hier können sie sich visuell und interaktiv das Wissen rund um Graphit aneignen. Ob Groß oder Klein, zum Staunen und Erleben ist für jeden was dabei. Einzigartig in der Region bereitet der Zukunftsstollen im Graphiteum durch die besondere Medieninstallation ein unvergessliches Erlebnis. In kürzester Zeit durchleben die Besucher in einem eigenen Kosmos die Zukunft des High-Tech-Materials Graphit.

Ob Familie, Freunde, Gruppe oder Schulklasse, das Graphit-Besucherbergwerk bietet wetterunabhängig einen abenteuerlichen und zugleich lehrreichen Ausflug für jedermann in jeder Altersstufe.



BITTE BEACHTEN:

Trotz sinkender Corona-Zahlen wurde entschieden, das Besucherbergwerk Kropfmühl 2021 nicht mehr zu öffnen. Alle Planungen zielen darauf ab, dass das Besucherbergwerk im Frühjahr 2022 wieder öffnen wird.

Graphit Kropfmühl Besucherbergwerk
gemeinnützige GmbH
Langheinrichstraße 1
94051 Hauzenberg
Telefon: +49 8586 609-147
E-Mail: info@graphit-bbw.de
Internet: www.graphit-bbw.de

Außen: Stahl der Zukunft

Innen: Mobilität der Zukunft

Mit unserem CO₂-armen Elektrostahl bewegen wir die Elektromobilität von morgen. Auf unseren Stahl vertrauen die Vorreiter der Elektromobilität. Dabei gehen wir mit immer neuen Lösungen selbst voran, sparen Ressourcen, verbessern Gesamtwirkungsgrade von Endprodukten und schöpfen Leichtbaupotenziale aus.

Erfahren auch Sie, wie wir mit Green Steel E-Mobility möglich machen:
www.greensteel.de





Wirtschaftlich und energieeffizient: Spindelpressen von Schuler.



www.schulergroup.com/Forging

SCHULER SPINDELPRESSEN MIT SERVODIREKT-TECHNOLOGIE.

Durch die Servomotoren bauen die Spindelpressen niedriger und bieten eine verbesserte Antriebsregelbarkeit sowie höhere Anlaufmomente mit verkürzten Hubablaufzeiten. Der geschlossene Wasserkühlkreislauf für die Servomotoren führt dabei zu einer optimierten Temperaturstabilität des Antriebssystems unabhängig von betrieblichen Luftverhältnissen.

*Diese Vorteile hat auch die Firma **Mosdorfer GmbH** aus Weiz in Österreich überzeugt: Zwei Spindelpressen von Schuler mit 1.100 bzw. 2.100 Tonnen Presskraft übernehmen dort in naher Zukunft die Fertigung von Armaturen für Hochspannungs-Freileitungen.*

SCHULER PRESSEN GMBH
Schuler-Platz 1
73033 Göppingen
Deutschland
Telefon +49 7161 66-307
Fax +49 7161 66-729
forging@schulergroup.com

SCHULER 

Member of the ANDRITZ GROUP