



massiv UMFORMUNG

DEUTSCHE
MASSIV
UMFORMUNG
NEUE
IDEEN
SCHMIEDEN

MÄRZ 2021

DIGITALE TRANSFORMATION

Warum sie zunehmend
einfacher wird

ADAPTIVE STEUERUNG

Warum sie Prozess
und Produkt verknüpft

SCHMIERSTOFFE

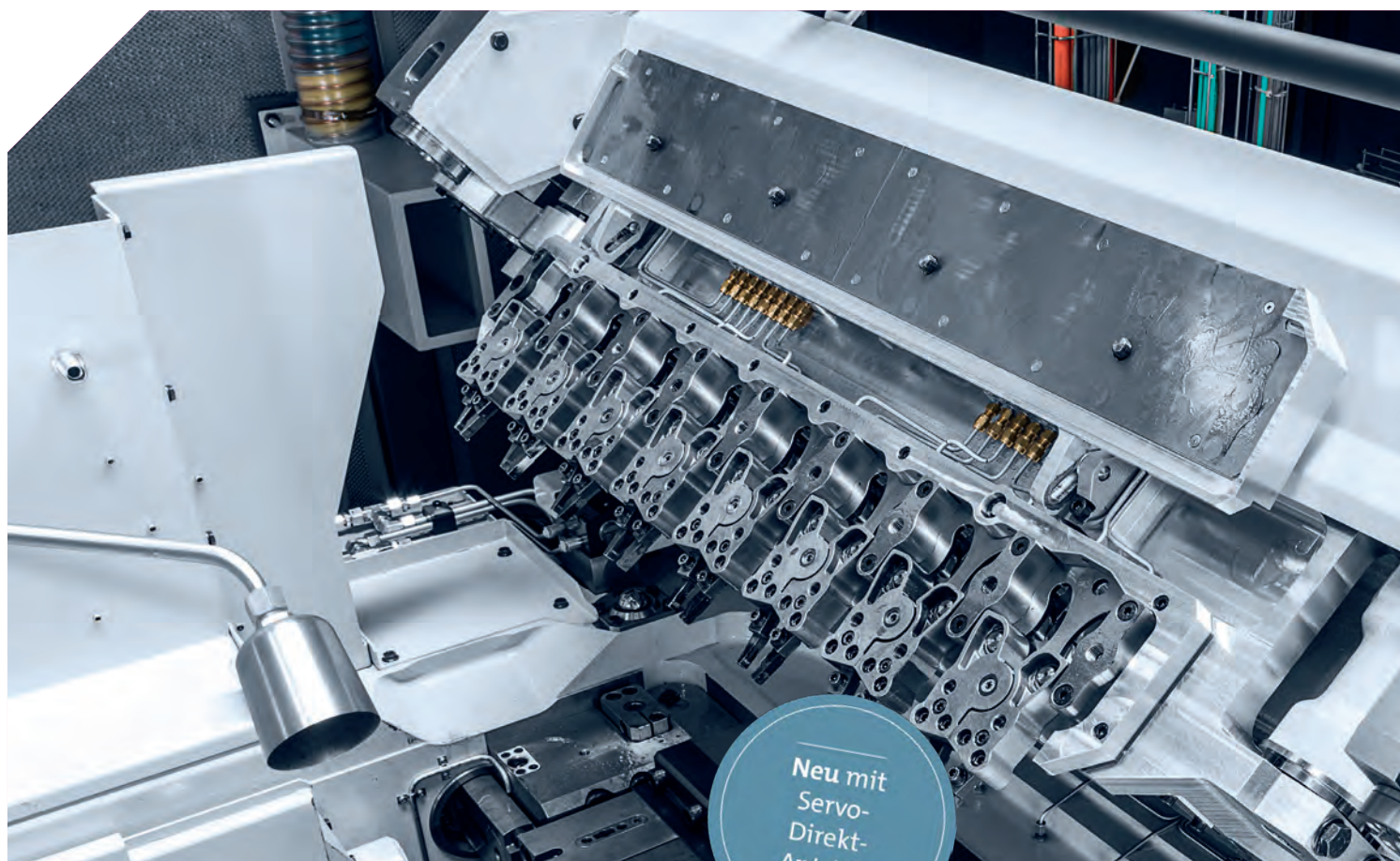
Wie sie die
Produktionsprozesse
unterstützen

RISIKEN IM HOME-OFFICE

Wie sie abgesichert
werden können

BETRIEBLICHES GESUNDHEITSMANAGEMENT

Welche Methoden nachhaltig
angewendet werden



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
-



Frank Severin

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

Digitalisierungsschub durch Pandemie

Liebe Leserinnen und Leser,

bereits seit mehr als einem Jahr müssen wir mit den Konsequenzen der Corona-Pandemie leben. Mittlerweile ist klar, dass uns die Situation auch im laufenden Jahr noch viel Geduld abverlangen wird. Ebenso klar ist, dass sich die herbeigesehnte „Normalität“ von der zuvor gelebten teils stark unterscheiden wird.

Betrachten wir also die Vorteile, die sich aus den vergangenen zwölf Monaten interpretieren lassen. Zum einen sind dies das weitsichtige Angebot der Unterstützung durch die Verbände an die Mitgliedsunternehmen, die von den Unternehmen in erfreulich hoher Zahl genutzt werden, sowie die umsichtigen Reaktionen auf die gestiegenen Herausforderungen. Zum anderen wirkt Corona nachweislich als „Turbolader“ der vor Corona-Ausbruch schon begonnenen Digitalisierung unseres gesamten Arbeitsumfelds.

Dies ist für den Industrieverband Massivumformung Ansporn, die Ergebnisse aus dem abgeschlossenen Verbundvorhaben EMuDig4.0 weiter auszuarbeiten. Dazu bietet er interessierten Unternehmen aus der Kalt- und Warmmassivumformung in einer mehrstufigen Workshop-Reihe Unterstützung an, um auf steigende Kundenanforderungen mit digitalen Lösungen zu antworten. Nähere Informationen dazu finden Sie in unserer Veranstaltungsrubrik. Darüber hinaus stellen wir Ihnen erste Ergebnisse zur Werkstückverfolgung und adaptiven Maschinensteuerung aus EMuDig4.0 vor.

Der Turbo Corona stellte ebenfalls die Arbeitswelt in kürzester Zeit auf den Kopf – in einer noch vor einem Jahr kaum für möglich gehaltenen Geschwindigkeit. Welche Fallstricke beim Arbeiten im Home-Office lauern und wie Sie denen sinnvoll begegnen, zeigen wir Ihnen auf den folgenden Seiten genauso wie einen Einblick in ein innovatives Geschäftsmodell für die Zulieferer unserer Branche.

Selbstverständlich kommen auch dieses Mal die Forschungsergebnisse der Verfahrensentwicklung nicht zu kurz. Aus dem Bereich der Warmumformung stellen wir Ihnen auf der Materialseite die Korngrößenvorhersage mittels aktueller Simulationstools vor; auf der Werkzeugseite stellen wir Erkenntnisse aus der Vorbehandlung eines Warmarbeitsstahls zur Verfügung. Ein Vergleich der verfügbaren Verfahren zur inhomogenen Erwärmung bereichert die Berichterstattung ebenso wie aktuelle Ergebnisse zur Tribologie in der Kaltmassivumformung rostfreier Stähle.

Tribologische Herausforderungen werden Ihnen in der Praxisrubrik genauso begegnen wie der immerwährende Einfluss von Fließkurven auf den Herstellungsprozess. Damit nicht genug – auch dem Thema Rüsten und Einstellen von Umformmaschinen widmen wir uns dort.

Trotz aller schnellen Fortschritte in der Informationstechnologie ist es vorrangig der Mensch, der die vorgenannten Prozesse leitet, durchführt und verantwortet. Somit steht das Wohl um die Gesundheit an vorderster Stelle. Über die Einführung eines nachhaltigen betrieblichen Gesundheitsmanagements im industriellen Umfeld berichten wir im letzten Teil dieser Ausgabe.

Daher beende ich dieses Editorial bewusst in dieser Reihenfolge: Erstens – bleiben Sie bitte weiterhin gesund und zweitens – viel Spaß bei der Lektüre unseres Frühjahrsangebots.

Ihr

EDITORIAL

3

AM SCHWARZEN BRETT

6

IM RUNDBLICK



2nd EUROFORGE conFAIR 2021

16

IM FOKUS



Werkstückverfolgung und adaptive Steuerung
beim Gesenkschmieden

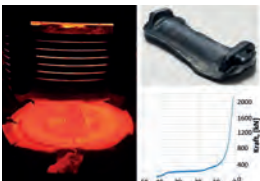
18

KOMMENTAR

Das Geheimnis des Fortschritts besteht darin, anzufangen

23

AUS DER PRAXIS



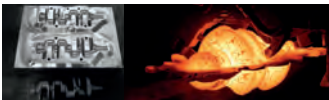
Einfluss von Fließkurven auf die Berechnung des Kraft- und
Arbeitsbedarfs bei der Simulation von Warmumformprozessen

24



Wissen statt Raten: Servopressen geschickt einstellen

30



Wie können Schmierstoffe die einzelnen
Produktionsstufen der Massivumformung unterstützen?

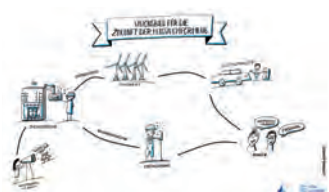
34

WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT



Home-Office und seine Risiken – wie Unternehmen
die neue Normalität richtig absichern

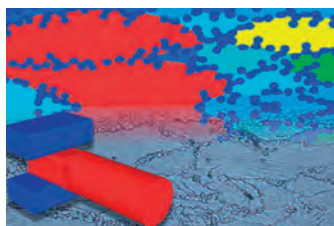
40



Innovative Geschäftsmodelle für die Zulieferer
in der Umformtechnik – Business-Modell CANVAS

44

TECHNOLOGIE UND WISSENSCHAFT



Korngrößenvorhersage beim Freiformschmieden
von Inconel 718 mit DIGIMU®

50



Maßgeschneiderte Bauteilerwärmung
für die Massivumformung – ein Vergleich
zwischen direkten und indirekten Erwärmungsverfahren

56



Tribologische Systeme für die Kaltmassivumformung
rostfreier Stähle

62



Nitrierbehandlung eines zyklisch
selbsthärtenden Warmarbeitsstahls

68

VERANSTALTUNGEN

74



Veranstaltungskalender

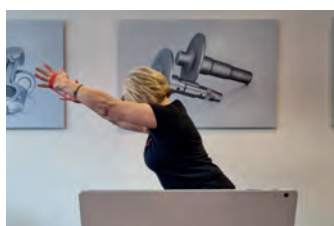
75

MENSCHEN UND WERTE



Wechsel im Vorsitz
des Industrieverbands Massivumformung

78



Betriebliches Gesundheitsmanagement in der Corona-Krise?
Digitale Transformation im Mittelstand

80

IMPRESSUM

82

Befreiungsschlag für Schmiedeverbände – Kartellverfahren eingestellt

Mehr als viereinhalb Jahre liegt die Durchsuchung der Geschäftsräume des Industrieverbands Massivumformung e. V. und des europäischen Schmiedeverbands Euroforge nun zurück. Jetzt wurden alle Verdachtsmomente wegen angeblicher kartellrechtlicher Verstöße gegen beide Organisationen fallen gelassen und die daraus entstandenen Verfahren eingestellt.

„Wir sind natürlich erleichtert über die Einstellung der Verfahren, aber der für uns entstandene Schaden ist immens“, resümiert Tobias Hain, Geschäftsführer beider Verbände. „Wegen der daraus folgenden Verunsicherung in der Branche haben mehrere Mitglieder gekündigt. Das hat für die Verbände zu einer existenzbedrohenden Situation geführt, obwohl der Präsident des Bundeskartellamts, Andreas Mundt, in einer entsprechenden Stellungnahme die wichtige Rolle der Verbände betont hatte.“

Die Verbände hoffen nun darauf, das Vertrauen in die verbandlichen Aktivitäten bei den verlorenen Mitgliedern zurückzugewinnen. „Wir schauen nun positiv nach vorne“, betont Thomas Hüttenhein, Vorstandsvorsitzender des Industrieverbands. „Um auch weiterhin die Interessen der Branche wirkungsvoll vertreten zu können, brauchen wir den Rückhalt möglichst vieler Unternehmen. Und gerade in den aktuellen Zeiten stellen unsere regelmäßigen Brancheninformationen und der technische Erfahrungsaustausch für unsere Mitglieder einen Mehrwert dar.“

Beide Verbände unterziehen alle ihre Aktivitäten strikten kartellrechtlichen Regeln und wurden zuletzt 2019 kartellrechtlich zertifiziert. Gemäß dieser Zertifizierung arbeiten beide Verbände nach strengen Compliance-Regeln, um wettbewerbsrechtliche Verstöße konsequent auszuschließen.



Walter Bauer (links) und Dr. Dirk Landgrebe
(Fotos: Hirschvogel Holding GmbH)

Unterwegs in die Zukunft mit neuer Unternehmensspitze

Die Hirschvogel Automotive Group ist auf Zukunftskurs. Das weltweit agierende Familienunternehmen mit Hauptsitz im oberbayerischen Denklingen befindet sich in einem frühzeitig begonnenen Transformationsprozess. Dessen Ziel ist es, die Perspektive der Unternehmensgruppe und damit die ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter langfristig zu sichern. Die Weichen für ein innovatives, breites und am Markt ausgerichtetes Produkt- und Leistungsspektrum sind gestellt. In der nächsten Dekade gilt es zudem, die Potenziale für Hirschvogel im Markt zu nutzen und die Kräfte im Unternehmen zu bündeln. Ein wichtiger Schritt auf diesem Weg ist die Einführung einer neuen Führungsorganisation.

Die Gesellschafter der Hirschvogel Holding GmbH haben sich daher entschlossen, den in den nächsten zwei Jahren sukzessive vorzunehmenden Generationswechsel an der Unternehmensspitze vorzuziehen: Seit 1. Januar 2021 leiten Walter Bauer in der Funktion des Geschäftsführers Finanzen (CFO) und Dr. Dirk Landgrebe als neuer Geschäftsführer Produktion (COO) bei der Hirschvogel Holding GmbH die Geschäfte. Beide leben in der Region und kennen das Unternehmen bereits aus der Innensicht.

Im Lauf des ersten Halbjahres 2021 stößt ein dritter Geschäftsführer dazu, dessen Name aus vertraglichen Gründen noch nicht genannt werden darf. Er wird als CEO den Vorsitz des neuen Führungstrios übernehmen.



Dipl.-Ing. Walter Siepmann †

Trauer um Walter Siepmann

Im Alter von 77 Jahren verstarb am 18. März 2021 Walter Siepmann, Gesellschafter der SIEPMANN-WERKE. Als geschäftsführender Gesellschafter führte er über drei Jahrzehnte das 1891 gegründete Unternehmen in dritter Generation, übernahm 2009 den Vorsitz des Beirats und begleitete in dieser Funktion das Unternehmen bis vor kurzem mit viel Herzblut.

Nach Abschluss des Maschinenbaustudiums an der Universität Hannover trat Walter Siepmann 1969 in das Familienunternehmen ein. Bereits 1974 erfolgte die Berufung in die Geschäftsführung. In den folgenden 30 Jahren entwickelte er die Unternehmensgruppe erfolgreich weiter und stellte zahlreiche technologische sowie strategische Weichen: Er baute die Marktstellung im schweren Gewichtsbereich aus und positionierte es deutlich im Nischenmarkt. Mit unternehmerischer Weitsicht führte er neue Technologien ein, beispielsweise die Automatisierungen im Bereich der Gegenschlaghämmer, und setzte im Armaturenbereich früh auf den Einsatz von flexiblen Fertigungssystemen.

Die Liste seiner Ämter für die unternehmensrelevante Verbandsarbeit ist beeindruckend: 30 Jahre Vorstandsmitglied des Fachverbands Armaturen im VDMA (zwei Amtsperioden Vorsitzender), seit 1973 Mitglied des Normenausschusses Armaturen (21 Jahre Vorsitzender), zwölf Jahre Vorstandsmitglied des Industrieverbands Massivumformung e. V., 2004 bis 2008 Vorsitzender des Forschungskuratoriums Maschinenbau im VDMA (FKM) und 2002 bis 2016 Vollversammlungsmitglied der IHK zu Arnberg.

Die Belegschaft schätzte neben den genannten Fähigkeiten seinen Humor und sein stets offenes Ohr für alle. Unser Beileid gilt seiner Familie und der Belegschaft der SIEPMANN-WERKE.



Univ.-Prof. i.R. Dipl.-Ing. Dr. mont. Bruno Buchmayr †

Professor i. R. Bruno Buchmayr verstorben

Prof. Dr. i. R. Bruno Buchmayr ist in der Nacht zum 9. Februar 2021 an den Folgen einer Covid19-Erkrankung verstorben. 1954 im österreichischen Leoben geboren, studierte er an der dortigen Montanuniversität Werkstoffwissenschaft, war von 1976 bis 1980 Studienassistent am Institut für Angewandte Mathematik sowie von 1980 bis 1983 Vertragsassistent am Institut für Metallkunde. Er promovierte 1983 am Institut für Metallkunde und Werkstoffprüfung. Anschließend wechselte er an die TU Graz als Assistent in der Abteilung für Werkstoffkunde und Schweißtechnik. 1991 habilitierte er sich auf dem Gebiet der Werkstoffkunde und Schweißtechnik, von 1991 bis 1998 leitete er ein Christian-Doppler-Labor. Zum 1. Februar 2003 wurde Dr. Bruno Buchmayr als Professor für Umformtechnik an die Montanuniversität Leoben berufen.

An seinem dortigen Lehrstuhl setzte Prof. Buchmayr einen wissenschaftlichen Schwerpunkt auf die Kopplung der Bereiche Konstruktion, Simulation und Werkstoffverhalten im Bereich der Umformtechnik. Später beschäftigte er sich auch mit der Herstellung metallischer Bauteile mittels Laserschmelztechnologie. Ein zentrales Thema in seinem Arbeitsalltag waren zudem Zukunftsthemen: Er widmete sich der Digitalisierung in den technischen Bereichen und dem 3D-Druck. Prof. Buchmayr hat sich besondere Verdienste um die Einführung der neuen Studienrichtung Industrielle Energietechnik erworben.

Prof. Bruno Buchmayr war Mitglied in zahlreichen technisch-wissenschaftlichen Vereinen sowie nationalen und internationalen Gremien. Mit Prof. Buchmayr verlieren die Montanuniversität Leoben und die Massivumformung einen angesehenen Wissenschaftler und Lehrer.



Luftaufnahme des Betriebsgeländes der PrimoTECS

PrimoTECS – neuer Player auf dem Schmiedemarkt

PrimoTECS, hervorgegangen aus den beiden italienischen Werken der Tekfor-Gruppe, ist ein neuer Player im europäischen Schmiedegeschäft: Der neue Besitzer, die Mutaress SE, hat das Unternehmen im Februar 2020 übernommen und in das Portfoliosegment Automotive & Mobility integriert. PrimoTECS ist mit Mutaress im Rücken finanziell stabil und strebt eine langfristige Kundenbeziehung mit einem kontinuierlich profitablen Wachstum an. Ein breites Verfahrensspektrum in der Warm-, Halbwarm- und Kaltumformung auf Vertikalpressen mit Presskräften zwischen 630 und 3.000 Tonnen und Warmumformung auf Horizontalschmiedepressen wird abgerundet durch spanabhebende Verfahren.

Das Produktspektrum umfasst Langteile, Pleuel, Common Rails, Ausgleichswellen, Achsstummel, geometrisch komplizierte Radnaben und Präzisionsteile der Halbwarmumformung. Darüber hinaus liefert PrimoTECS Gleichlaufgelenk-Komponenten, Rotorwellen, hohle Getriebewellen, Differenzialkegelräder, kaltumgeformte Wellen für Getriebe- und Antriebsstranganwendungen sowie auf Horizontalschmiedepressen hergestellte Komponenten wie zum Beispiel Radnaben, Außenringe, Zahnradrohlinge, Riemenscheiben und Lagerringe.

Der Firmensitz befindet sich in der Region Turin in Norditalien, einer Region mit einer langen Geschichte in der Automobil- und Schmiedeindustrie.


GRAPHITEX®
 Umformschmierstoffe

Wenn es auf das
Ergebnis ankommt.

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



Linamar-Standort in Hildburghausen

Umfirmierung der SEISSENSCHMIDT-Werke

Um die Positionierung der Marke Linamar zu stärken, wurden im Februar 2021 alle SEISSENSCHMIDT-Werke umfirmiert. Die Umfirmierung betraf drei Unternehmen am Standort in Plettenberg sowie zwei weitere Standorte in Hildburghausen und Halver. Auch das ungarische Werk in Gyöngyös agiert nun unter neuem Namen.

Seit 2015 gehören die SEISSENSCHMIDT-Werke zum kanadischen Automobilzulieferer Linamar, doch bislang fungierten sie unter den bisherigen Firmierungen. Nun findet sich die Marke Linamar auch in den Firmennamen der langjährig etablierten Warmumformspezialisten und Präzisionsteilbearbeiter wieder. So wurde beispielsweise aus der SEISSENSCHMIDT GmbH die Linamar Plettenberg GmbH. Die Werke werden auch weiterhin durch das bisherige Management-Team geführt. Mit der Umfirmierung verfolgt Linamar das Ziel, ein einheitliches Erscheinungsbild zu generieren, den Wiedererkennungswert zu erhöhen und die Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Mit mehr als 26.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern an 61 Standorten weltweit ist Linamar der zweitgrößte Automobilzulieferer Kanadas.



Dr. Manfred Diederichs

Dirostahl-Seniorchef Dr. Manfred Diederichs feiert 80. Geburtstag

Zum 80. Geburtstag ihres Senior-Chefs Dr. Manfred Diederichs haben Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Remscheider Unternehmens Karl Diederichs GmbH & Co. KG (Dirostahl) eine Skulptur geschmiedet, bestehend aus acht freiformgeschmiedeten Blöcken und einem gewalzten Ring.

Über 46 Jahre leitete Dr. Manfred Diederichs als persönlich haftender Gesellschafter das Unternehmen und führte es mit Geschick und unternehmerischem Weitblick durch Höhen und Tiefen zur jetzigen Größe. Bei allen Herausforderungen hat er jedoch seine Mitarbeiter nie aus den Augen verloren. Jederzeit hat er ein offenes Ohr für deren Belange. Dafür ist die gesamte Belegschaft sehr dankbar. Auch weit über seine Rolle als geschäftsführender Gesellschafter und inzwischen Beiratsvorsitzender hinaus bekleidet er zahlreiche Ehrenämter im karitativen und öffentlichen Bereich. Zu nennen sind hier unter anderem die Vize-Präsidenschaft bei der Bergischen Industrie- und Handelskammer und die Tätigkeit als ehrenamtlicher Richter am Finanzgericht in Düsseldorf. Für sein Engagement wurde ihm 2004 das Bundesverdienstkreuz am Bande verliehen.



Michael Wohlmuth stellt sich nun neuen Herausforderungen als Professional Business Coach

Simufact Engineering verabschiedet Michael Wohlmuth

Michael Wohlmuth hat die Simufact Engineering GmbH zum 31.12.2020 verlassen um sich künftig neuen Herausforderungen stellen. Seine jahrzehntelange Erfahrung als Führungskraft und Ausbilder, abgerundet durch eine Qualifizierung zum Professional Business Coach, nutzt er künftig als Trainer, Coach, Mentor und Berater.

Die Simufact Engineering GmbH gründete Wohlmuth 1995 zusammen mit Dr. Hendrik Schafstall als FEMUTEC Ingenieurgesellschaft. Nach Anfängen in der klassischen Massivumformung und ab 2006 in der Schweißtechnik ist Simufact seit mehr als fünf Jahren in der additiven Fertigung vertreten, verlagert Simufact seitdem hochkomplexe Produktionsprozesse in die virtuelle Welt des Computers. Beide Geschäftsführer führten das Unternehmen durch erfolgreiche und herausfordernde Jahre. In dieser Zeit bauten sie ein weltweit operierendes Team von mehr als 80 Experten auf. Vor fünf Jahren beschlossen sie die Zusammenarbeit unter dem Dach der MSC Software und ab 2017 die gegenwärtige Kooperation mit Hexagon.

Als CEO der MSC Business Unit war Michael Wohlmuth lange für weiteres Wachstum und das operative Geschäft verantwortlich, bevor er vor anderthalb Jahren Vice President Strategic Business Development wurde und fortan für ausgewählte strategische Projekte der Simufact verantwortlich zeichnete. Die Mitarbeiter der Simufact bedanken sich bei Michael Wohlmuth für eine tolle und erfüllte gemeinsame Zeit und wünschen ihrem ehemaligen Geschäftsführer alles erdenkliche Gute für eine spannende Zukunft. Diesen guten Wünschen schließt sich die gesamte Massivumformung gerne an.

AM SCHWARZEN BRETT



Betriebliches Gesundheitsmanagement von GKN Driveline Trier ist Gold wert

GKN Driveline Trier wurde als erster Arbeitgeber der Region mit dem Gold-Siegel der AOK und dem TÜV-Saarland ausgezeichnet. Im Jahr 2012 startete das Unternehmen einen umfangreichen Prozess zur Implementierung eines betrieblichen Gesundheitsmanagements. Dem Betrieb ist es gelungen, ein standardisiertes und breit aufgestelltes betriebliches Gesundheitsmanagement sehr erfolgreich zu etablieren.

Für den Geschäftsführer Matthias Henke bedeutet dies eine klare Richtung: „Die Gesundheit unserer Beschäftigten hat für unser Unternehmen höchste Priorität. Dank unseres ausgezeichneten Gesundheitsmanagements werden unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für dieses Thema sensibilisiert und wir als Arbeitgeber in die Lage versetzt, jederzeit geeignete Maßnahmen zum Gesundheitsschutz zu ergreifen.“

„Wir sind sehr stolz auf die Zertifizierung, denn sie ist eine Auszeichnung für die Arbeit, die wir im BGM in den letzten Jahren geleistet haben und für das Engagement unserer Beschäftigten im BGM“, sagt Personalleiter Gregor Münch. Unser sehr nachhaltiges System hat das Ziel, die Gesundheit und das Wohlbefinden unserer Beschäftigten zu fördern.

„Mit der AOK haben wir einen starken Kooperationspartner, für den die Prävention und Gesundheitsförderung selbstverständlich im Mittelpunkt stehen. Die Goldzertifizierung würdigt die hervorragende Arbeit des Arbeitskreises Gesundheit und zeigt, dass wir einen sehr erfolgreichen Weg im betrieblichen Gesundheitsmanagement eingeschlagen haben“, freut sich Janet Ben Saad, Leiterin des BGMs von GKN Driveline Trier.

WINNING Group kauft SONA BLW Präzisionsschmiede

Mit dem neuen CEO Christoph Guhe an der Spitze und dem Investor WINNING Group im Rücken startet die ehemalige SONA aus der Insolvenz. Die Winning BLW GmbH und die Winning BLW Management unterzeichneten Ende September 2020 eine endgültige Vereinbarung über den Kauf des Vermögens der SONA BLW PRÄZISIONSSCHMIEDE GMBH und der SONA AUTOCOMP GERMANY GMBH mit der Insolvenzverwaltung im Regelinsolvenzverfahren der SONA BLW PRÄZISIONSSCHMIEDE GMBH und der SONA AUTOCOMP GERMANY GMBH.

SONA Germany ist ein führender Lieferant, der sich auf komplexe Präzisionsschmiedeteile spezialisiert hat. Er beliefert hauptsächlich Personenwagen, Lkw und industrielle Anwendungen. SONA Germany verfügt über drei Produktionswerke in Duisburg, München und Remscheid. Alle Produktionswerte der SONA Germany werden erworben und bestehen durch diesen Asset Deal weiterhin. Rund 960 der mehr als 1.200 Beschäftigungsverhältnisse werden hierdurch gerettet. Eine Auffanggesellschaft wurde gegründet, um einen fließenden Übergangsprozess zu gewährleisten.

Die Kaufvereinbarung ist Teil von Winnings Strategie, eine vielseitige Gruppe zu schaffen und seine Automotive Business Einheit zu stärken, indem nun Kunden für bestimmte zielgerichtete Produkte, wie Präzisionsschmiedeteile, Getrieberäder und integrierte Metallumformungs-/Bearbeitungs-lösungen angeboten werden können.



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 16-160kJ**
- **Schwingungsisolierung**
- **Trennmittelprüfanlagen**
- **Spanntechnik für Hammergesenke**
- **Überholungs- und Ersatzteilservice**
- **Beratung für Umformtechnik und Beschaffung**

FERROLINK

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



Neues Mitglied im IMU: Hydraulico Advanced Press Solutions

Seit dem 1. Januar 2021 begrüßt der Industrieverband Massivumformung e. V. ein weiteres neues assoziiertes Mitglied, die Hydraulico Advanced Press Solutions: Die Geschichte des Unternehmens begann 1946 mit hydraulischen Tiefziehpressen zur Herstellung von Kochgeschirr. Heute umfasst das Portfolio des dänischen Unternehmens überdies Pressen und schlüsselfertige Produktionslinien zum Schienenschmieden und zur Produktion von Plattenwärmetauschern, Lebensmittelschalen, Betonmischer-schüsseln, Strahltriebwerken. Dabei konzentriert sich Hydraulico konsequent auf seine Kernkompetenzen: Design, Konstruktion, Zusammenbau und Installation.

Rund 4.000 Pressen mit Presskräften von 100 bis 10.000 Tonnen hat das Unternehmen seit der Gründung vor 75 Jahren weltweit verkauft. Je nach Einsatzbereich und Kundenwunsch konstruiert Hydraulico die Pressen mit Zugankern, als Plattenpresse oder Monoblock. Darüber hinaus besteht das Angebot in kompletten Pressenumbauten sowie in vorbeugender Pressenwartung nahezu jedes Pressenfabrikats.



Kosten sparen mit Umformsimulation – ohne Einstiegshürde

In der aktuellen wirtschaftlichen Lage mit wechselhaften Umsätzen haben viele Massivumformer die Prozesssimulation als Ansatz zur Kosteneinsparung für sich entdeckt. Gerade kleine und mittlere Unternehmen scheuten aber bisher die hohen Anfangskosten durch Lizenzen, Hardware und Einarbeitung. QuantorForm Ltd. bietet mit seiner Simulationssoftware QForm eine Lösung für diese Problemstellung und hat nun mit der prosimalys GmbH einen deutschsprachigen Vertrieb mit langjähriger Erfahrung in mehrstufiger Warm-, Halbwarm- und Kaltumformung gewonnen.

Mithilfe von QForm ist es möglich, auf einem einfachen Rechner eine Simulation aufzusetzen und diese dann in der Cloud berechnen zu lassen. Dazu lassen sich kostengünstig Rechenzeitpakete erwerben, ohne Fixkosten und ohne langfristige Bindung. Das Aufsetzen und Auswerten der Simulationen verursacht dabei keine Kosten, denn diese Schritte werden lokal durchgeführt. Mit verschlüsselter Datenübertragung, der Nutzung von europäischen Rechenzentren und der Löschung der Daten in der Cloud nach der Berechnung entspricht das Verfahren auch den Anforderungen des Datenschutzes.

QForm bietet eine intuitive Benutzeroberfläche – mit zielgerichteter Unterstützung ist der zeitliche Aufwand zum Einstieg in die Simulation sehr gering. Schon in der Konstruktionsphase können Falten, Unterfüllungen und andere Umformfehler sicher abgestellt werden, um Entwicklungsaufwand zu sparen. Die Berechnung der Werkzeuge hilft, Werkzeugbruch zu vermeiden und Verschleiß zu minimieren. Bei Schmiedeprozessen wird dank Simulation ein minimaler Werkstoffeinsatz erzielt.

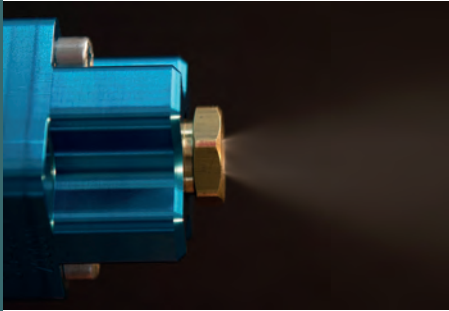


Ansicht der neuen Produktionshalle bei Rosswag

Rosswag baut für die Zukunft

Die Rosswag GmbH in Pfnztal baut den Bereich der spanenden Fertigbearbeitung aus. Auf einer Grundfläche von mehr als 2.300 Quadratmetern entstand in einem klimatisierten Neubau eine moderne Fertigbearbeitung mit Dreh- und 5-Achs-Fräsmaschinen. Hier werden Bauteile mit Abmaßen von bis zu 3.600 x 2.000 x 1.800 Millimetern fertigbearbeitet, wobei engste Toleranzvorgaben eingehalten werden. Außergewöhnliche Aufgaben sind die Stärke des Unternehmens. Rosswag-Mitarbeitern in der mechanischen Fertigbearbeitung ist es beispielsweise gelungen, auf einem Bearbeitungszentrum einen Tiefbohrprozess zu qualifizieren, der Prozesssicher Bohrungen mit einer Tiefe von 800 Millimetern und einem Bohrungsverlauf von kleiner 0,2 Millimetern sicherstellt. Das entspricht der vierfachen Genauigkeit des üblicherweise Gewährleisteten. Dabei werden Rauheiten von Ra größer 0,8 µm entlang der gesamten Bohrungstiefe problemlos eingehalten. Messtechnisch werden sämtliche Kundenanforderungen im fertigungsnahen Messraum überwacht. Bauteile mit besonderen Sauberkeitsanforderungen werden in einer Spritzreinigungsanlage gereinigt und direkt im Reinigungsraum luftdicht verpackt.

Um auch bei Kleinstserien eine hohe Produktivität zu erreichen, wurden im Rahmen eines Entwicklungsprojekts fünf Maschinen mit Sensoren ausgestattet. Die aufgenommenen Daten werden KI-unterstützt in-process ausgewertet, und die Fertigungsmitarbeiter bekommen über Displays übersichtlich angezeigt, wann der nächste Einsatz an den jeweiligen Maschinen erforderlich ist. Somit steht mehr Zeit für die wesentlichen Aufgaben zur Verfügung.



Sprühdüse zur Minimalmengen-Sprühtechnik

GERLIEVA: Anwendung von Minimalmengen-Sprüh-technik beim Schmieden

Nach erfolgreicher Markteinführung der GERLIEVA-Minimalmengen-Sprüh-technik im Aluminium-, Magnesium- und Zinkdruckguss in den vergangenen Jahren konnte das Unternehmen die Technik für den Trennmittelauftrag jetzt auch beim Schmiedeprozess zur Anwendung bringen.

Der Einsatz der Minimalmengen-Sprüh-technik erfüllt die Anforderung, Gesenke beim Auftragen des notwendigen Trenn- und Schmierfilms nicht mehr kühlen müssen. Benötigt werden nur noch Mengen von 0,5 bis 10 Milliliter an graphitfreiem Trennmittel, die beim Überfahren der Gravuren oder beim Einsatz von gesenkbezogenen Sprühköpfen im Stehen durch einen kurzen Sprühimpuls aufgetragen werden. Diese Art des Sprühens vermeidet den Temperaturschock an der Oberfläche der Gesenke und führt dadurch zu einer Erhöhung der Gesenkstandzeiten.

Da die Werkzeugoberfläche nicht mehr durch den Auftrag des Trennmittels abkühlt, kann das kontinuierliche Heizen der Werkzeuge reduziert werden. Weitere Vorteile sind ein erheblich reduzierter Trennmittel- und Druckluftverbrauch sowie eine geringere Verschmutzung des Werkzeugbereichs.



GEORG Stanzautomat PES100

Neuer Kugelkäfig-Stanzautomat von GEORG Maschinentechnik

Um den gestiegenen Anforderungen an Qualität, Produktivität und Flexibilität gerecht zu werden, hat die GEORG Maschinentechnik GmbH & Co. KG eine neue Generation von Kugelkäfig-Stanzautomaten entwickelt. Zu den Kernprodukten von GEORG gehören Hochleistungs-Stanzautomaten, auf denen Kugelkäfige für Gelenkwellen bearbeitet werden. Die neueste Generation des PES100 besitzt als Hauptantrieb einen Torquemotor, der es ermöglicht, Schnittgeschwindigkeit und Schnittqualität zu variieren. Auch alle Achsen der vollautomatischen Belade- und Handlingsvorrichtung werden zur Optimierung jeder einzelnen Bewegung von dynamischen Servomotoren angetrieben.

Gegenüber dem Vorgängermodell konnte die Ausbringungsmenge um mehr als ein Drittel gesteigert werden; in einer Schicht werden mehr als 8.200 Käfige produziert. Durch eine vorge-rüstete Wechsellösung wurde die Rüstzeit auf etwa 30 Minuten reduziert. Ein erster PES100 neuester Bauart ist seit Kurzem bei einem OEM im Serieneinsatz.



Teilansicht der neuen Produktionshalle

FUCHS investiert erneut in Standort Kaiserslautern

Die weltweit im Schmierstoffbereich tätige FUCHS-Gruppe erweitert ihre Produktionskapazitäten am Standort Kaiserslautern und verfügt dort nunmehr über ein Industriegelände von insgesamt 90.000 Quadratmetern. Auf dem Werksgelände der hier ansässigen FUCHS LUBRITECH wurde eine voll automatisierte Produktionsanlage für Polyharnstoffe und andere Schmierfett-Spezialitäten mit einer Grundfläche von 2.000 Quadratmetern erbaut. Mit einem flexiblen Fertigungskonzept ist die Anlage auf dem neusten Stand und setzt hinsichtlich Sicherheit, Energieeinsatz und Umweltschutz höchste Standards im Fertigungsprozess.

Als erster Standort der Gruppe realisiert Kaiserslautern die neue Technologie im großen Produktionsmaßstab. Für die Standortwahl sprachen die sehr guten örtlichen Gegebenheiten im Industriegebiet, die zentrale logistische Lage in Europa sowie vorhandene Kompetenzen in Entwicklung und Herstellung von Schmierfetten auf Basis von Polyharnstoffen. „Die neue Anlage ist für die gesamte Gruppe ein Meilenstein in Bezug auf die Produktion und den Vertrieb von Polyurethan-Fetten. Das realisierte Produktionskonzept wird als Blaupause für andere Standorte des Konzerns dienen und einen globalen Standard für die Technologie von Schmierfetten bei FUCHS setzen“, sagt Lucas Haaß, Geschäftsführer von FUCHS LUBRITECH und verantwortlich für Produktion und Supply Chain. Für die jetzige Maßnahme hat der FUCHS-Konzern mehr als 25 Millionen Euro investiert. Für künftige Erweiterungen steht am Standort Kaiserslautern noch Fläche von insgesamt 40.000 Quadratmetern zur Verfügung.

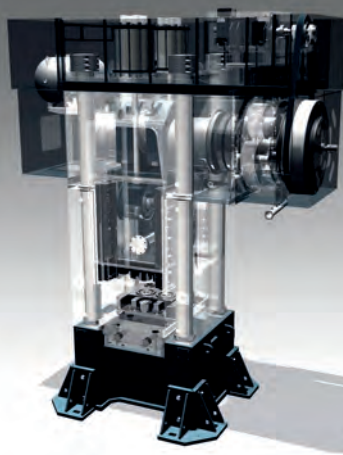


Lichtdurchflutete Open-Space-Architektur im neuen Technikum

OTTO FUCHS bündelt F&E-Know-how unter einem Dach

Mit dem Neubau des Technikums legt die OTTO FUCHS KG ein erneutes, klares Bekenntnis zum Standort Meinerzhagen ab. Nach zwei-jähriger Bauzeit wurden die Bereiche Forschung und Entwicklung in dem siebenstöckigen Gebäudekomplex gebündelt und für aktuell 170 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter eine attraktive Open-Space-Arbeitsumgebung geschaffen. Diese beeindruckt durch architektonische Besonderheiten, wie eine prägnantes Atrium, offene Sitzbereiche sowie großzügige Teamflächen, die die flexible Nutzung für unterschiedliche Kollaborationsaufgaben bis hin zu hochkonzentriertem Arbeiten ermöglichen.

Zum Neubau des Technikums gehört auch die Errichtung des neuen Betriebsmittelbaus, der die Bedeutung der Werkzeugtechnologie für die Schmiedetechnik im Hause OTTO FUCHS unterstreicht. Auch Modernität und Nachhaltigkeit standen bei der Gebäudeplanung und Umsetzung im Vordergrund. Die Energieoptimierung, unter anderem durch den Verbau einer energiesparenden Schüco-Fassade inklusive einem innovativen Sonnenschutz sowie der Verwendung der im eigenen Blockheizkraftwerk erzeugten Fernwärme, honorierte die deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) mit einer Platin-Auszeichnung.



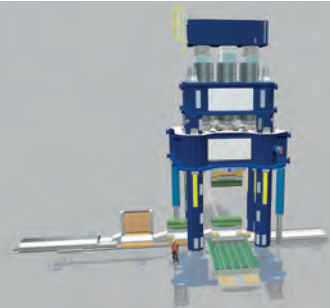
Ficep MF 3150

Weiterentwickelte Pressenreihe MF von Ficep

Ficep präsentiert die neue Pressenserie, die sich in verschiedenen Varianten die Marktanforderungen erfüllt, als konsequente Antwort auf die veränderten Anforderungen des Branchenmarkts.

Aus der MF-Serie sticht die MF3150 hervor: Sie ist mit einem Doppelpleuel versehen, da sie für reine Verformungsanwendungen unter hohen Presskräften konzipiert wurde. Zur Einhaltung der Industrie-4.0-Anforderungen ist die Produktreihe MF mit einem digitalen Zwilling versehen, hierdurch kann das Pressverhalten in der Produktion im Vorfeld simuliert und der Prozess optimiert werden. Die Presse kann direkt durch den Bediener über das Bedienerpanel oder auch über zahlreiche Sensoren im Remotebetrieb betrieben werden.

Die Pressenstruktur besteht aus vier Hauptkomponenten: Grundgestell, zwei Seitenständer mit Zugankern und Pressenkopf. Jede Einzelkomponente ist aus Stahlplatten zusammengeschweißt, anschließend wärmebehandelt, um alle Restspannungen zu eliminieren mit dem Ziel des Erhalts der maximalen Steifigkeit. Das Pressenmodell MF3150 besitzt eine Nominalkraft von 31500 kN.



Siempelkamp-Freiformschmiedepresse in 4-Säulen-Oberflur-Design

Siempelkamp-Technologie überzeugt chinesischen Kunden erneut

Neuer Auftrag für Siempelkamp: Das chinesische Stahlproduktions- und Schmiedeunternehmen FuShun Special Steel Co., Ltd. in Fushun, Provinz Liaoning, orderte eine 60/70-MN-Freiformschmiedepresse in 4-Säulen-Oberflur-Design. Damit entscheidet sich der Marktführer in China zum zweiten Mal für Siempelkamp. Seit 2012 betreibt das chinesische Unternehmen erfolgreich eine 31,3/35-MN-Presse made by Siempelkamp. Mit der aktuell in Auftrag gegebenen Hochleistungs-Freiformschmiedepresse erweitert der chinesische Marktführer für Sonderlegierungen seine Produktionskapazitäten für Schmiedeteile von hochlegierten Stählen, Titan- und Nickelbasis-Legierungen mit einem Stückgewicht von bis zu 60 Tonnen.

Die Sonderlegierungen müssen in einem besonders engen Zeitfenster geschmiedet werden, was durch die maximale Hubfrequenz von 120 Hüb pro Minute gewährleistet wird. Der hydraulische Direktpumpenantrieb mit 14 Hauptpumpen ist mit modernster Technologie ausgestattet. Mit dem „Siempelkamp intelligent Power System“ (IPS) wird die Presse den neuen Ansprüchen an die Energieeffizienz gerecht. In Verbindung mit Computer aided forging „easy2forge“ und der Siempelkamp-Prozessleittechnik Prod-IQ.basics wird das gesamte System wirtschaftlicher und kosteneffizienter. Der Wartungszustand der Anlage wird kontinuierlich über das von Siempelkamp entwickelte Condition Monitoring System (SCMS) überwacht. Das Data Acquisition Handling und Monitoring-System „DAHAMOS“ steuert eine zielgerichtete Prozessanalyse bei.



Die Farina-Anlagen der Baureihe GLF verfügen über ein neuartiges direktes Antriebskonzept ohne Pleuel. Bild: Schuler

16.000-Tonnen-Anlage kurz vor der Auslieferung

Voraussichtlich ab 2022 wird thyssenkrupp Gerlach die Produktion von Schmiedeteilen auf einer Farina-Pressen von Schuler aufnehmen. Die Innenmontage für die 16.000 Tonnen starke Anlage – eine der größten mechanischen Maschinen weltweit – im italienischen Suello ist abgeschlossen, nach dem Testlauf machen sich die Komponenten mit einem Gesamtgewicht von 1.700 Tonnen auf den Weg zur Schmiede des Kunden in das saarländische Homburg.

Die Farina-Anlagen der Baureihe GLF sind mit einer Presskraft von 750 bis 16.000 Tonnen erhältlich. Sie verfügen über ein neuartiges direktes Antriebskonzept ohne Pleuel. Den Konstrukteuren von Schuler und Farina gelang es dadurch, die Maschinenhöhe im Vergleich zu herkömmlichen Pressen zu reduzieren. Ein Ergebnis der Optimierung auf das Warmschmieden ist unter anderem eine sehr hohe Pressensteifigkeit und somit ein deutlich verminderter Gratanteil an den Schmiedestücken.

Farina hatte bereits 2008 eine 4.000-Tonnen-Schmiedepresse an thyssenkrupp geliefert. Schuler hatte den italienischen Pressenhersteller mit Sitz in Suello, den führenden europäischen Anbieter von Schmiedelinien im mittleren Preissegment, 2018 übernommen. „Dieser Auftrag zeigt, dass wir mit der Akquisition unser Produktportfolio erfolgreich komplettiert haben“, erklärt Schuler-Geschäftsführer Frank Klingemann.



Roboter-Handling mit Pickit 3D

Mit Pickit 3D stellt sich ein Pionier in Sachen benutzerfreundliche 3D-Vision für Roboteranwendungen vor und bietet System-Lösungen für Pick-and-Place-Applikationen, Positionserkennung und Palettisierungsaufgaben. Ein Roboter mit integriertem Vision-System kann Bauteile und Halbzuge präzise und orientiert aus einem Behälter entnehmen und den Maschinen zuführen. Zudem ist es eine kostengünstige und kompakte Alternative zu den herkömmlichen mechanischen Feedern.

Pickit detektiert ein Bauteil zum Beispiel in einem Behälter, auf einer Palette oder auf einem Förderband und führt den Roboter an die gewünschte Pick-Position, um das Bauteil zu greifen – um dieses mit Orientierung in einen Induktionsofen, eine Umformungsanlage oder CNC-Maschine für den weiteren Herstellungsprozess abzulegen. Durch das automatisierte Handling mit Robotern, können die Produktionsmitarbeiter zusätzliche Aufgaben zeitgleich erledigen und einen Mehrwert generieren.

CONDAT



MITARBEITER GESUCHT

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

CONDAT GMBH

Köppenweg 3, D-53945 Blankenheim-Reetz
Tel. (49) 24 49 20 64 80 - Fax (49) 24 49 20 64 89
info@condat-schmierstoffe.de

Tribo-Chemie und BANTLEON beschließen strategische Partnerschaft

Die Tribo-Chemie GmbH, Hammelburg und die Hermann Bantleon GmbH, Ulm haben mit Wirkung zum 1. Januar 2021 eine strategische Partnerschaft beschlossen. Beide Unternehmen sind seit vielen Jahren Schmierstoffspezialisten mit hoher Entwicklungs- und Produktionskompetenz. Die in beiden Unternehmen gelebten Werte, mit dem klaren Fokus auf Innovation, Qualität, Kundenorientierung, Zuverlässigkeit, Flexibilität und Verbindlichkeit in Wort und Tat, bilden die Basis einer nachhaltig angelegten, strategischen Partnerschaft. Die Kunden profitieren am Ende von einer engmaschigen, flächendeckenden Kundenbetreuung, sowie einer breitgefächerten Synergie aus Produkt- und Servicekompetenz entlang der Prozessketten Schmieden und Druckguss.

WSM feiert sein 20-jähriges Bestehen

Der Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e. V. feierte am 7. November 2020 seinen 20. Geburtstag. An diesem Datum vor 20 Jahren trat die Gründerversammlung zusammen und rief den Verband als Zusammenschluss zweier Fachverbände ins Leben des Wirtschaftsverbands Stahlfabrikation und des EBM Wirtschaftsverbands. Erster Präsident wurde der heutige Ehrenpräsident Jürgen R. Thumann, die Vizepräsidentenschaft übernahm Karl-Joachim Fliether. Im Jubiläumsjahr fungieren Dr. Hubert Schmidt als Präsident und Dr. Kai Wilke als Vizepräsident des WSM.

Aufgrund der Covid-19-Pandemie konnte das runde Jubiläum leider nicht gebührend gefeiert werden. Dr. Gerhard Brüninghaus, Präsident von 2012 bis 2018, erklärt: „Beim WSM herrschten immer sehr bewegte und vor allem interessante Zeiten. Da sich die Politik in ihrem Denken immer weiter vom industriellen Mittelstand entfernt, ist ein starker Wirtschaftsverband sehr wichtig.“



SMS group investiert in innovative Zukunft mit zentralem Standort im Rheinland

In Mönchengladbach entsteht auf dem SMS-Betriebsgelände ein Technologie-, Service- und Digitalisierungszentrum, das 1.500 moderne Arbeitsplätze bereitstellen wird. An diesem zentralen Ort im Rheinland wird ab 2023 die Kompetenz von zuletzt fünf Standorten der Region zusammenkommen. „Mit dem innovativen Campus nutzt SMS die Zugkraft der Wachstumsfelder Service und Digitalisierung, um die technologische Vorreiterrolle auszubauen“, erklärt CEO Burkhard Dahmen.

Kurz vor dem 150-jährigen Firmenjubiläum wagt SMS hiermit noch einmal einen Neuanfang. „Unser Unternehmen wurde auch deshalb zum Weltmarktführer im metallurgischen Anlagenbau, weil wir als vertrauenswürdiger Partner unserer Kunden agieren und uns als Familienunternehmen insbesondere auch um unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter kümmern“, betont Heinrich Weiss, Vorsitzender des Gesellschafterausschusses.

Der SMS Campus wird sich über rund 44.000 m² Bruttogrundfläche erstrecken und aus fünf Modulgebäuden bestehen. Den Kern der Anlage bildet der überdachte Innenhof, der als Treff- und Kommunikationspunkt fungiert. Ein Membrandach mit einem Durchmesser von 82 Metern verbindet alle Gebäude zu einem einzigartigen Campus. Zum Spatenstich waren die Dimensionen der Campus-Anlage durch den ringförmig abgetragenen Boden bereits deutlich erkennbar. In den kommenden Monaten werden rund 70.000 Kubikmeter Boden ausgehoben, bis im Frühjahr 2021 der Rohbau der fünf Modulgebäude startet. Bereits im Sommer 2022 soll der Rohbau abgeschlossen und Mitte 2023 der Campus bezugsfertig sein.



Innovative Automation von Jerko

Jerko bietet Taktzeit-reduzierung durch Automation

Der Automatisierer Jerko Sprühsysteme GmbH aus Kempen hat für einen mittelständischen Schmiedebetriebs ein Konzept entwickelt, das die Taktzeit um 60 Prozent reduziert, um die Ausbringung deutlich zu erhöhen und die Verfügbarkeit der Anlage im Dreischichtbetrieb signifikant zu steigern.

Die Lösung beinhaltet mithilfe eines 3D-Scans der gesamten Produktionslinie und Erstellung eines 3D-Modells die Erstellung einer Simulation der kompletten Anlage und führt somit zu einer gemeinsamen Optimierung des Fertigungsprozesses zwischen dem Kunden und dem Anlagenbetreiber. Als direkter Nutzen ergeben sich unter anderem eine Qualitätssteigerung der Bauteile und eine Erhöhung der Lieferbereitschaft.

Digital Piloten gehen an den Start

Mensch-Maschine-Kommunikation, Business-Intelligence, Sensorik und Aktorik, digitales Produktdaten-Management, Reifegradmodelle sowie Entwicklungsmatrix sind nicht nur „Buzzwörter“, sondern Handwerkszeug einer neu gegründeten Gesellschaft: DIE DIGITAL PILOTEN, die sich auf eine praxisorientierte Umsetzung der digitalen Transformation konzentriert. Das in Karlsruhe ansässige Unternehmen HERLANCO GmbH ist Gründungsmitglied dieser neuen Beratungsgesellschaft, die bundesweit tätig ist und ebenfalls in Karlsruhe ihren Sitz hat. Sie ist aus einem Arbeitskreis „Geschäftsmodelle“ der IHK hervorgegangen.

DIE DIGITAL PILOTEN decken mit ihren fünf Mitgliedsunternehmen alle Kompetenzen für die Digitalisierung von Unternehmen ab – von der Kompetenzmatrix bis zur strategischen Planung, ebenso die Strategie-Entwicklung zur Digitalisierung, die Mitarbeiterqualifikationen zur Mensch-Maschine-Interaktion, Hard- und Softwarelösungen, IT- und Cloud-Konzepte sowie Netzwerke, Visualisierung und das Erstellen von Geschäftsbereichs-Cockpits mittels Business-Intelligence. Die Praxisorientierung zeigt sich auch in einer Fertigungsbekleidung und einer begleitenden Unterstützung der Digitalisierungsprojekte in der Produktion.

Neben der Beratungsleistung bieten DIE DIGITAL PILOTEN auch Webinare mit praktischen Umsetzungshinweisen an.

Maschinen- und Oberflächentechnik bereichern den IMU

Seit dem 5. Oktober und dem 1. Dezember 2020 heißt der Industrieverband Massivumformung e.V. zwei neue assoziierte Mitglieder willkommen: Die Wepuko Pahnke GmbH und die Rösler Oberflächentechnik GmbH.

Wepuko Pahnke GmbH mit Sitz in Metzingen ist einer der internationalen Marktführer in der Entwicklung und Produktion von Hochdruckpumpen und hydraulischen Schmiedepressen sowie deren Antrieben und Steuerungen. Die Firmengeschichte beginnt 1932 mit der Gründung der Pumpen- und Kompressorenfabrik, aus der zwei Jahre später durch Verschmelzung mit einer weiteren Fabrik die Werkzeug-, Pumpen- und Kompressorenfabrik (Wepuko) von Neudeck & Co hervorgeht. Seit 2011 firmiert das Unternehmen unter dem heutigen Namen Wepuko Pahnke GmbH.

Die Rösler Oberflächentechnik GmbH mit Hauptsitz in Untermerzbach ist weltweit der einzige Anbieter für Oberflächenbearbeitung, der die zwei wesentlichen Technologien Gleitschleifen und Strahlen in Kombination mit Industriewaschanlagen anbietet. Zudem entwickelt und produziert Rösler alle Komponenten selbst. Gleitschleifanlagen von Rösler sind dank hoher Wirtschaftlichkeit sowie zeit- und ressourcenschonender Technologie die weltweit meistverkauften Systeme. Die Geschichte beginnt 1933 mit einem Porzellanunternehmen in Dessendorf (Sudetenland), das Firmengründer Richard Stephan Rösler 1948 nach Kriegsende in Tettau-Schauberg (Oberfranken) erfolgreich wieder aufbaute. Heute gehören über 1.700 Mitarbeiter zur weltweiten Rösler-Gruppe, davon 1.156 in Deutschland. Das Vertriebsnetz des Familienunternehmens unterstützen 15 Niederlassungen und über 150 Vertretungen weltweit.

Der IMU gewinnt neue Expertise beim Graphit und Metalldrücken

Zum 1. Januar 2021 konnte der Industrieverband Massivumformung e.V. zwei neue assoziierte Mitglieder begrüßen. Die Graphit Kropfmühl GmbH und die WF Maschinenbau und Blechformtechnik GmbH & Co. KG stießen zum Kreis der Mitglieder.

Die Graphit Kropfmühl GmbH verfügt über 140 Jahre Erfahrung und Know-how in Sachen Graphit. Innovationskraft, Marktnähe und absolute Kundenorientierung hat das Unternehmen zum richtungsweisenden Graphit-Veredler gemacht. Seine Führungsposition als internationaler Graphit-Profi ist Ansporn und Verpflichtung zugleich. Das global agierende Unternehmen mit Hauptsitz im niederbayerischen Kropfmühl hat derzeit rund 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und betreibt eine eigene Mine und ist außerdem an Graphitminen in Afrika und Asien beteiligt. Seit 2012 ist die Graphit Kropfmühl eine Tochter der Advanced Metallurgical Group N.V. (AMG).

Die WF Maschinenbau und Blechformtechnik GmbH im westfälischen Sendenhorst ist der Innovationsführer im Metalldrücken. WF baut und entwickelt hocheffiziente Maschinen und entwickelt für die Kunden ständig neue Verfahren und Produkte auf der Basis des Know-hows in der spanlosen Umformtechnik. Im Jahr 2020 feierte WF seinen 45. Geburtstag und blickt damit auf eine erfolgreiche Firmengeschichte zurück. Metallumformung stand in der Geburtsstunde des Unternehmens im Mittelpunkt und das hat sich bis heute nicht geändert. Am Gründungsort tragen 112 Mitarbeiter dazu bei, den Kunden des Unternehmens neue und innovative Produkte und Verfahren im Bereich der spanlosen Metallumformung anzubieten.



2nd EUROFORGE conFAIR 2021

600 Fachbesucher aus 35 Ländern, 55 teilnehmende Firmen, zahlreiche spannende Vortragsthemen zur Technologie der Massivumformung: Das war die erste EUROFORGE conFAIR 2018 in Berlin. Die Neuauflage folgt am 22. und 23. September 2021.



Die EUROFORGE conFAIR ist die einzige europäische Messe und Konferenz, die speziell für die Schmiedeindustrie konzipiert wurde. Auf der EUROFORGE-Konferenz werden die führenden Unternehmen der Schmiedeindustrie, die besten Zulieferer und die innovativsten Wissenschaftler zusammengebracht, um die Herausforderungen und Chancen der aktuellen Megatrends der Industrie und ihre Auswirkungen auf die Schmiedewelt zu diskutieren.

Die 2nd EUROFORGE conFAIR findet 2021 hybrid statt. Die Veranstaltung ist vom 22. bis 23. September 2021 im Euskalduna Conference Center in Bilbao, Spanien, mit zusätzlichen digitalen Angeboten geplant. EUROFORGE möchte mit diesem angepassten Konzept auf die momentane Veranstaltungssituation reagieren und einen Maßstab für zukünftige Messen und Kongresse setzen. Das hybride Design der con-FAIR bietet den Teilnehmern das Beste aus beiden Welten.

„Wir werden das erfolgreiche Konzept unserer ersten conFAIR bereichern und die Vorteile einer digitalen Veranstaltung hinzufügen. Dieser Ansatz, „das Beste aus beiden Welten“ zu kombinieren, ist einzigartig und bietet den Teilnehmern die größtmögliche Flexibilität bei der Wahl zwischen persönlicher und digitaler Art der Vernetzung, bei professionellen Geschäftsgesprächen und beim Erwerb von aktuellem Wissen

aus den Präsentationen. Wir möchten wieder eine Ausstellung der führenden Zulieferer der Schmiedeindustrie anbieten und planen derzeit ein High-End-Präsentationsprogramm zu den zukünftigen Schmiedethemen“, so Tobias Hain, Secretary General EUROFORGE.

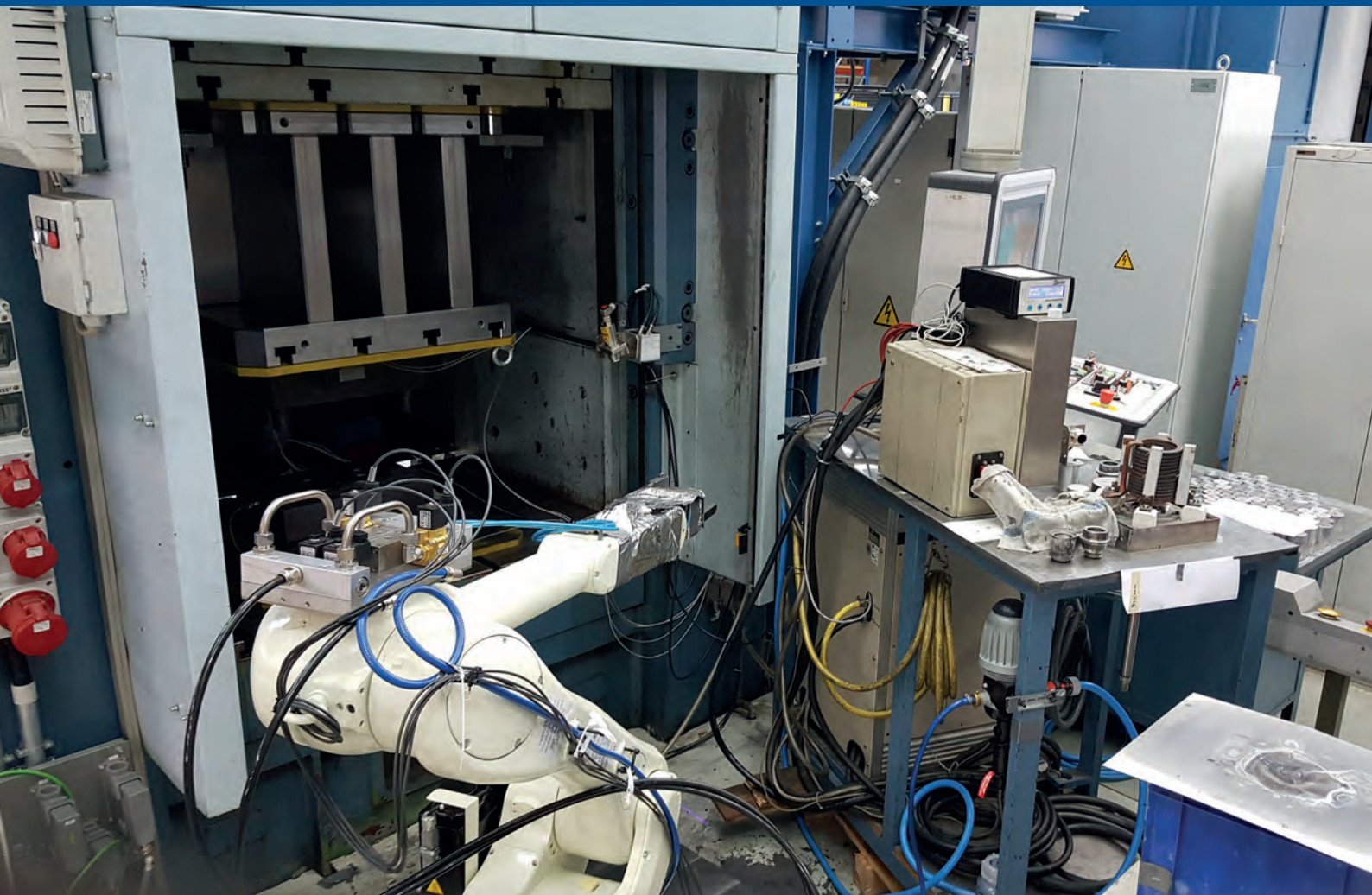
Bei der Auswahl der Themenschwerpunkte für das Vortragsprogramm stehen die Megatrends CO₂-Reduktion, Digitalisierung, neue Materialien und die Transformation der Automobilindustrie im Fokus. Die wissenschaftlichen und industriellen Präsentationen werden versuchen, Antworten auf diese Herausforderungen als Kombination aus Best-Practice-Lösungen und neuen F&E-Erkenntnissen zu finden. Dies wird die Basis für eine erfolgreiche Zukunft der Schmiedetechnologie bilden.

Für die Hybridveranstaltung hat EUROFORGE eine Sponsoring-Broschüre zusammengestellt, die den Ausstellern die Möglichkeit gibt, präsent zu bleiben und mit Ihrer Zielgruppe in Kontakt zu treten.

Besuchen Sie gerne die Konferenzwebsite www.euroforge-confair.com, um weitere Informationen zur conFAIR 2021 zu erhalten, und merken Sie sich den Termin der diesjährigen EUROFORGE conFAIR vor.

Werkstückverfolgung und adaptive Steuerung beim Gesenkschmieden

Industrie 4.0 ist mittlerweile in den großen Unternehmen in Deutschland angekommen. Allerdings sind die deutschsprachigen Industriebetriebe von einer flächendeckenden Einführung noch weit entfernt. Gerade die mittelständischen Branchen der Fertigungsindustrie tun sich mit der Einführung und Umsetzung dieser komplexen Strategie schwer.



AUTOREN



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

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



Dr.-Ing. Alexander Felde

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



Benjamin Lindemann, M. Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Institut für Automatisierungstechnik
und Softwaresysteme (IAS)
der Universität Stuttgart



Dr. sc. techn. Celalettin Karadogan

ist Gruppenleiter „Hybride Werkstoffkonzepte/
Werkstoffcharakterisierung“
am Institut für Umformtechnik (IFU)
der Universität Stuttgart



Dr.-Ing. Nasser Jazdi

ist akademischer Oberrat
und stellvertretender Institutsleiter
am Institut für Automatisierungstechnik
und Softwaresysteme (IAS)
der Universität Stuttgart



**Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c.
Michael Weyrich**

leitet das Institut für Automatisierungstechnik
und Softwaresysteme (IAS)
der Universität Stuttgart

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) förderte im Zeitraum von Oktober 2016 bis März 2020 ein Projekt mit der Bezeichnung „Effizienzschub in der Massivumformung durch Entwicklung und Integration digitaler Technologien im Engineering der gesamten Wertschöpfungskette“ (EMuDig 4.0). Die Forschungsschwerpunkte dieses Gemeinschaftsprojekts bildeten unter anderem die Entwicklung und Erprobung eines ganzheitlichen cyber-physischen Produktionssystems zur Verfolgung von Halbzeugen und Werkstücken im Schmiedebetrieb sowie zur adaptiven Steuerung des Schmiedevorgangs. Das Institut für Umformtechnik (IFU) und das Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS) der Universität Stuttgart befassten sich in einem Teilprojekt mit der Einführung digitaler Technologien in die Prozesskette der Massivumformung. Verwendung fanden dabei reale Daten aus Warm Schmiedeprozessen, die in einer Modellanlage unter Laborbedingungen ermittelt wurden.

Ein wesentliches Ziel des Verbundvorhabens im Rahmen der Programmausschreibung „Digitale Technologien für die Wirtschaft (PAiGE)“ bestand darin, einzelne Elemente der Prozesskette des Gesenkschmiedens, wie etwa die Erfassung der Halbzeugeigenschaften, die Erwärmung des Halbzeugs oder den Pressvorgang selbst, als cyber-physische Komponenten aufzubauen und zu befähigen. Mit dieser Zielsetzung entstand ein Hardware-/Software-Konzept für die Shop-Floor-Ebene im Schmiedebetrieb. Dieses Konzept wurde in einer modellhaft aufgebauten Prozesskette für die Warmumformung von Aluminium am IFU realisiert, um konkrete Entwicklungs- und Erprobungsarbeiten hinsichtlich der Bauteilrückverfolgung und der adaptiven Steuerung eines Schmiedeprozesses durchzuführen [1]. Bild 1 zeigt die Modellanlage am IFU Stuttgart im Laborumfeld mit vollautomatisiertem Prozessablauf. Dabei wurden die Pressensteuerung, der Handlingsroboter, die integrierte Messtechnik, die Halbzeug- und Werkzeugerwärmung sowie ein weiterer PC zur Prozess-, Mess- und Materialdatenverarbeitung als cyber-physische Systemkomponenten ausgelegt.



Bild 1: Vollautomatisierte Modellanlage für das Gesenkschmieden von Aluminium am IFU Stuttgart

Im technologischen Ablauf wurden die zylindrischen Stangenabschnitte aus dem Werkstoff EN AW-6082 zunächst chargenspezifisch mittels einer ansteuerbaren induktiven Erwärmungsanlage auf die Zieltemperatur von 400 °C bis 520 °C temperiert. Danach folgte ein zweistufiger Umformprozess zur Erzeugung einer Vor- und Fertigform jeweils in einem geschlossenen bzw. offenen Gesenk mit einer hydraulischen Presse des Herstellers SMG (maximale Presskraft 6.000 kN). Beide Schmiedegesenke konnten einzeln mithilfe integrierter Heizpatronen spezifisch temperiert und mit Kühlschmiermittel kontrolliert besprüht werden. Ein Industrieroboter sorgte für den Transfer der Werkstücke und die Schmierstoffapplikation auf die Gesenkhälften zwischen den Hüten mittels getakteter Sprühdüsen. Während des Schmiedebetriebs wurden die Temperaturen der Schmiedegesenke, des Halbzeugs und des Schmiedestücks mithilfe von Thermoelementen bzw. optischen Pyrometern aufgezeichnet. Das Erfassen der Prozesskräfte erfolgte durch die Pressenhydraulik. Die Abmessungen der Vorform nach der ersten Umformstufe und des fertigen Schmiedeteils nach der zweiten Umformstufe ermittelte ein optisches Profilometer.

Die Prozess-, Mess- und Materialdatenverarbeitung erfolgte auf einem zusätzlichen Prozessrechner mit hardware- und softwareseitigen Steuermodulen des Herstellers Beckhoff. Bild 2 zeigt die Einbindung des Rechners in die Systemarchitektur und dessen Kommunikation mit dem Factory-Cloud-Server, der Prozessperipherie und der Pressensteuerung. Auf Basis der an diesen Server gesendeten Prozess- und Werkstückdaten errechnete die Software zwischen den Hüten und in Abhängigkeit von den Messergebnissen der Werkstückgeometrien aus der Vorform aktualisierte Steuerbefehle (UT-Lage des Stößels, Schmiermittelmenge, Soll-Temperaturen) und übergab diese per Internet an die Pressensteuerung.

RÜCKVERFOLGUNG VON HALBZEUGEN UND SCHMIEDEWERKSTÜCKEN

Die ersten Arbeitsphasen des Projekts dienten unter anderem dazu, verschiedene Ausführungen zur Werkstück- oder Cloud-bezogenen Speicherung von Material- und Produktionsdaten zu analysieren und die Datenträger und Kommunikationsprotokolle zu bewerten, die für die extremen Produktionsbedingungen in Schmiedebetrieben infrage kommen. Dabei wurden zum einen die Datenträger betrachtet, die hohen Temperaturen widerstehen können. Zum anderen wurden Direktmarkierungssysteme bewertet, mit denen beliebige Informationen in Form eines QR-Codes direkt auf dem Halbzeug oder dem Werkstück gespeichert werden können. Schließlich wurden die QR-Codes, die durch Lasermarkierungssysteme binnen weniger Sekunden aufzubringen sind, als beste Markierungsmöglichkeit qualifiziert. Die Identität jedes Werkstücks kann kurz vor der Warmumformung mit einem entsprechenden Lesegerät im Durchlauf rasch erfasst und direkt nach dem Schmiedevorgang per Laser wieder aufgebracht werden. In Verbindung mit dieser Markierungstechnik wurde eine virtuelle Strategie zur Verfolgung der

Stangenabschnitte und der Werkstücke vor und während des Schmiedeprozessablaufs auf Basis einer modellierten, sequenziellen Bearbeitung von Werkstücken erarbeitet, die auf einer strengen Inline-Registrierung von Gutteilen und Ausschuss beruhte. Diese Funktion wurde durch jeweilige Triggersignale der Pressensteuerung, durch die Werkstückvermessung nach jedem Hub und durch einen Zählalgorithmus im Handlingsroboter unterstützt. Mithilfe einer vom IAS entwickelten Software entstand somit erstmalig ein neuartiges System, das die eindeutige Zuordnung von Prozess- und Werkstückdaten entlang der Schmiedeprozesskette für beliebige Werkstückmengen beziehungsweise Sequenzen von Fertigungsaufträgen realisierte [2]. Für geringe Umformgrade sowie für kleine Oberflächenvergrößerungen der Werkstücke ließ sich belegen, dass eine vor der induktiven Erwärmung aufgebrauchte Laserbeschriftung nach dem Schmiedevorgang noch lesbar bleibt (Bild 3). Alternativ kann die Laserbeschriftung mit der bis zu vier Ziffern umfassenden numerischen Identität bei hohen Oberflächenvergrößerungen im Bedarfsfall innerhalb von 3 bis 5 Sekunden direkt nach dem Schmiedevorgang erneut aufgebracht werden.

Die Halbzeuge und Werkstücke lassen sich mittels solcher Markierungen bei niedrigen Produktionsgeschwindigkeiten auf Chargenebene oder einzeln verfolgen. Den Ausschreibungszielen des Förderprogramms entsprechend entstand für die Modellanlage ein Steuerungssystem, das die zahlreichen werkstoff- und halbzeugspezifischen Informationen, die aktuellen Prozesszustände sowie die Zustandsdaten der Anlagenperipherie mittels eines neu entwickelten Datenbanksystems organisierte. Unter Laborbedingungen waren dabei die Prozessschritte Erfassen vom Rohmaterial, Lagern, Trennen, Erwärmen, Schmieden in zwei Stufen und Vermessen vorgesehen. Für den

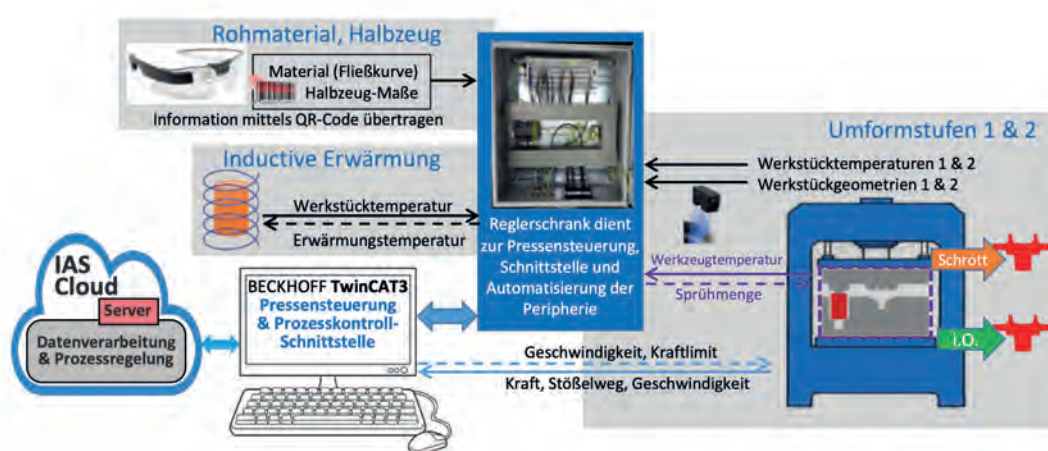


Bild 2: Konzept der realisierten Informations- und Kommunikationsstruktur der Modellanlage



Bild 3: Mit einem Faserlaser erzeugte, lesbare QR-Codes auf der Werkstückoberfläche vor der induktiven Erwärmung beschriftet (oben) sowie bei 500 °C geschmiedet und sandgestrahlt nach dem Abkühlen (unten).

Transfer des entwickelten Systems zu den Projektpartnern Otto Fuchs und Hirschvogel Umformtechnik wurden zudem die Prozessschritte Strahlen und Wärmebehandlung bestimmt. Der Prozessrechner speicherte kontinuierlich alle Zustandsdaten aus diesen Prozessschritten in der Factory-Cloud, sodass die Zuordnung der Werkstücke über eine hinterlegte Masteridentität stets möglich war. Dabei war es nicht notwendig, die vollständige Masteridentität in einem QR-Code auf der Werkstückoberfläche zu speichern. Lokale oder temporäre Identitäten konnten auf Maschinen- oder Prozessebene zugewiesen und wiederverwendet werden. Voraussetzung dafür ist, dass die entsprechenden Masteridentitäten, das heißt die Zählweise im laufenden Schmiedebetrieb fehlerfrei abläuft. Die Verfolgung eines Werkstücks in Echtzeit über diese Masteridentität mit verschiedenen lokalen Identitäten in der gesamten Fertigungslinie erforderte die bereits genannte Vernetzung der Prozesskomponenten.

ADAPTIVE STEUERUNG VON SCHMIEDEPROZESSEN

In der Konzeptphase des Teilprojekts zum Aufbau der oben beschriebenen Modellanlage wurden die wesentlichen Anforderungen sowie alle relevanten Randbedingungen aus der Sicht von möglichen Anwendern eines adaptiven Steuerungssystems für das Gesenkschmieden zusammengestellt. Bild 4 zeigt

die Struktur der Regelkreise, die auf Basis der gesammelten Anforderungen erarbeitet wurden. Die dargestellte Struktur enthält drei soft- und hardwareseitig realisierte Regelkreise für das zweistufige Gesenkschmieden mit der realisierten Modellanlage. Die dargestellte „Echtzeit-Online-Strategie“ verfolgte das Ziel, auf Basis der Daten der involvierten cyber-physischen Komponenten die Parameter des nächsten Prozessschritts für das zuletzt bearbeitete Werkstück zu ermitteln. Der korrigierende Eingriff erfolgte demnach vor Ausführung des nächsten Stößelhubes für das Fertigformen desselben Werkstücks oder das Vorformen des nächsten. Die „Langzeit-Online-Strategie“ berücksichtigte zudem jene Prozessparameter, die nur langsam verändert werden können, wie etwa die Werkzeugtemperatur. Die „Langzeit-Offline-Strategie“ verwendete alle Produktionsabläufe und alle verfügbaren Qualitätsparameter des Werkstücks für nachträgliche Analysen der Anlageneffizienz und des Ausschusses in einzelnen Fertigungsaufträgen. Ziel war eine technologisch verbesserte Auslegung zukünftiger Schmiedeteile und -prozesse.

Für die Umsetzung der adaptiven Prozesssteuerung des Warm Schmiedens wurde eine flexible Plattform genutzt. Dies ermöglicht den Einsatz bekannter Strategien des Internets der Dinge (IoT) – in diesem Fall die Speicherung des Werkstückzustands

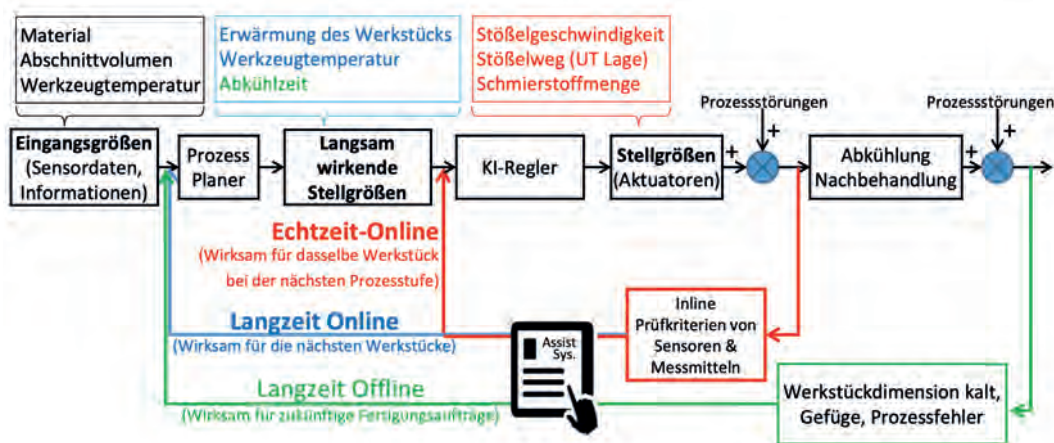


Bild 4: Struktur der in der Modellanlage realisierten, geschlossenen Datenrückführung

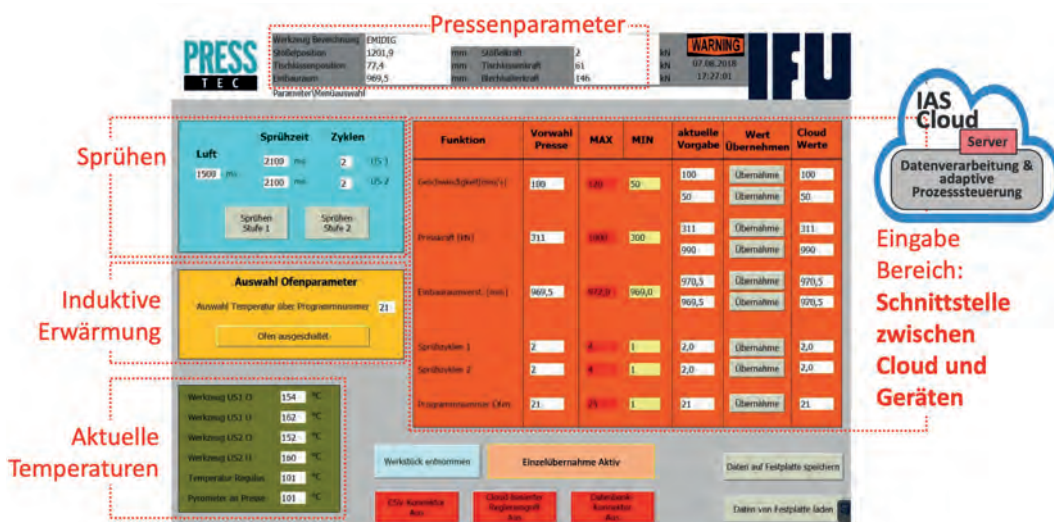


Bild 5: Bedienoberfläche Bilder: Autoren

und der umfangreichen Prozessdaten an einem gemeinsamen Ort. Der Vorteil solcher Plattformen liegt in der relativ problemlosen Handhabung und den Analysemöglichkeiten großer Datenmengen, um starke oder schwache Korrelationen auch zwischen heterogenen Datensätzen identifizieren zu können. Diese Korrelationen eröffnen den Weg zu einem tieferen Verständnis von Prozesszusammenhängen, die auf der empirischen Ebene nicht erkennbar sind. Die dezentrale und internetbasierte Handhabung von Daten und die Nutzung geeigneter Dienste stellt überdies einen flexiblen Ansatz dar, um Produktionsdaten an verschiedenen Orten beziehungsweise in mehreren Produktionswerken in unterschiedlichen Formaten je nach Bedarf verfügbar zu halten.

Die Hard- und Softwarestruktur wurde so ausgelegt, dass Prozessdaten, Zustandswerte der Anlage und Kennzahlen der Auftragserfüllung auf dem Bedienfeld der Anlage oder auf beliebigen Endgeräten mit entsprechender Visualisierung dem Maschinenbediener, Produktionsingenieur, Planer oder Qualitätssicherungsmitarbeiter zur Verfügung standen. Eingesetzt wurde zu diesem Zweck die Cloud-Technologie der Extract-Transform-Load (ETL) für die Datenspeicherung, Modellierung, Berechnung, Überwachung und Verfolgung von Prozessdaten bzw. regelnden Eingriffen. Eine standardisierte Speicherschnittstelle auf dem Factory-Cloud-Server übertrug dabei die gemessenen Prozessparameter in eine übergeordnete, relationale Datenbank. Letztere umfasste ein Datenbank-Managementsystem mit entsprechenden Analysetools, so konnten mit dem heutigen Entwicklungsstand der adaptiven Prozesssteuerung für das Warmschmieden unter Zuhilfenahme einer Echtzeit-Datenbank umfangreiche Ad-hoc-Berechnungen und schließlich auch die analytische Online-Verarbeitung (OLAP) durchgeführt werden [3, 4]. Die Echtzeit-Datenbank diente dabei der Zuordnung von Werkstückidentität und Prozessparametern entlang der

gesamten Prozesskette. Um eine effiziente Überwachung von Prozessdaten zu erreichen, wurde ein OLAP-Datenmodell unter Berücksichtigung der Datenräume und der entsprechenden Prozessschritte erstellt. Die Modelldimensionen Zeit, Raum und Produktinformationen enthielten eine interne, hierarchische Struktur, in der jede Verzweigung durch ein Element beschrieben wurde. Die Grundelemente waren mit Datenvektoren verbunden und markierten die innerste Schicht des Datenmodells. Höhere Schichten kumulierten die Informationen der unteren Schichten durch Anwendung von Aggregationsverfahren. So wurden heterogene Daten in ein homogenes Modell integriert, da verschiedene Schichten mit unterschiedlicher Auflösung assoziiert werden konnten.

Das Assistenzsystem für manuelle Eingabemöglichkeiten des Maschinenbedieners wurde auf dem Bedienpult der Pressensteuerung realisiert. Bild 5 zeigt die dafür entwickelte Bedieneroberfläche mit Parameterüberwachungs- und Dateneingabebereichen. Das Eingabebereich der Maske zeigt die vom Factory-Cloud-Server vorgeschlagenen Prozessparameter für den verbesserten nächsten Hub an und ermöglicht es dem Bediener, diese Werte zu kontrollieren, zu akzeptieren oder zu ändern, bevor diese an die Presse oder die Anlagenperipherie (zum Beispiel Schmierung) weitergesendet werden. Diese Vorgehensweise gewährleistete, dass der Datensatz des Werkstücks mit den aktuellen Parametern aus dem Umformvorgang selbst erweitert werden konnte. Die realisierte Datenstruktur stellte sicher, dass eine werkstückbezogene fehlerfreie Rückverfolgung digitalisierter Prozesszustände in Verbindung mit den Informationen zur Werkstückhistorie in einem Datensatz redundant zur Verfügung stand.



- [1] Liewald, M.; Karadogan, C.; Lindemann, B.; Jazdi, N.; Weyrich, M.: Performance Increase in Forging Through Workpiece Tracking, Adaptive Control and Machine Learning. New Developments in Forging Technology 2019, 14 – 15 May 2019, pp. 177 – 196
- [2] Liewald, M.; Karadogan, C.; Lindemann, B.; Jazdi, N.; Weyrich M.: On the tracking of individual workpieces in hot forging plants. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 22, pp. 116 – 120, 2018
- [3] Liewald, M.; Karadogan, C.; Lindemann, B.: New Approaches in Adaptive Control and Machine Learning in Forging. EUROFORGE-1 st confAIR 2018 the future of forging, Berlin 13 – 15 November 2018
- [4] Lindemann, B.; Karadogan, C.; Jazdi, N.; Liewald, M.; Weyrich, M.: Cloud-based Control Approach in Discrete Manufacturing Using a Self-Learning Architecture, IFAC-PapersOnLine, Volume 51, Issue 10, 2018, pp. 163 – 168
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.06.255>



Die Teilprojekte Umformprozess und Logistikprozess des Verbundvorhabens EMuDig 4.0 – „Effizienzschub in der Massivumformung durch Entwicklung“ und „Integration digitaler Technologien im Engineering der gesamten Wertschöpfungskette“ wurden aus Fördermitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Programms Digitale Technologien für die Wirtschaft (PAiCE) gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann von der Webseite des Industrieverbandes Massivumformung e. V. heruntergeladen werden: <https://www.massivumformung.de/forschung/emudig-40/>



Gefördert durch:

**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie**



aufgrund eines Beschlusses
des deutschen Bundestages



Tobias Gundermann

verantwortet die Bereiche Vertrieb und Marketing bei der Tvarit GmbH in Frankfurt und unterstützt fertige Unternehmen und Maschinenbauer bei der Optimierung von Fertigungsprozessen und Entwicklung von digitalen Geschäftsmodellen.

Das Geheimnis des Fortschritts besteht darin, anzufangen

Wenn ich mir die Vielzahl an Gesprächen mit Vertretern von KMUs aus dem metallverarbeitenden Gewerbe durch den Kopf gehen lasse, fällt mir Folgendes auf: Deutsche KMUs sind digitalisiert – zumindest teilweise. Der Grad der Digitalisierung ist bei nahezu keiner Unternehmensgruppe so breit gestreut wie bei KMUs im metallverarbeitenden Sektor. Während manche Unternehmen bereits Fertigungsprozesse mit fest integrierten KI-Anwendungen optimieren, arbeiten andere Unternehmen im gleichen Sektor noch mit manueller Datenerfassung im klassischen Format mit Stift und Papier.

Bei ganzheitlicher Betrachtung des metallverarbeitenden Mittelstands entsteht der Eindruck, dass diese im Grad der Digitalisierung hinter den größeren Unternehmen der Branche zurückliegen. Das deckt sich mit einer Erhebung des Beratungsunternehmens PWC: Demzufolge sind 59 Prozent deutscher Großunternehmen KI-affin, wohingegen dies lediglich für 31 Prozent der KMUs zutrifft. Gründe hierfür finden sich unter anderem in geringeren finanziellen Ressourcen sowie limitierten Kapazitäten, um solche Projekte neben der eigentlichen Geschäftstätigkeit durchzuführen. Zudem mangelt es meist an Know-how über die Thematik. Nicht zuletzt fehlt KMU in der Regel eine fundierte Datenbasis für die eigenen Prozesse. Das trägt dazu bei, dass ein deutlicher Unterschied im Grad der Digitalisierung zwischen KMUs und Großunternehmen zu erkennen ist – zumindest noch.

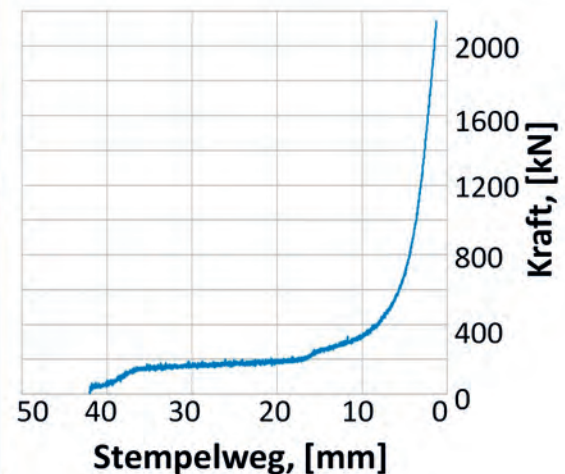
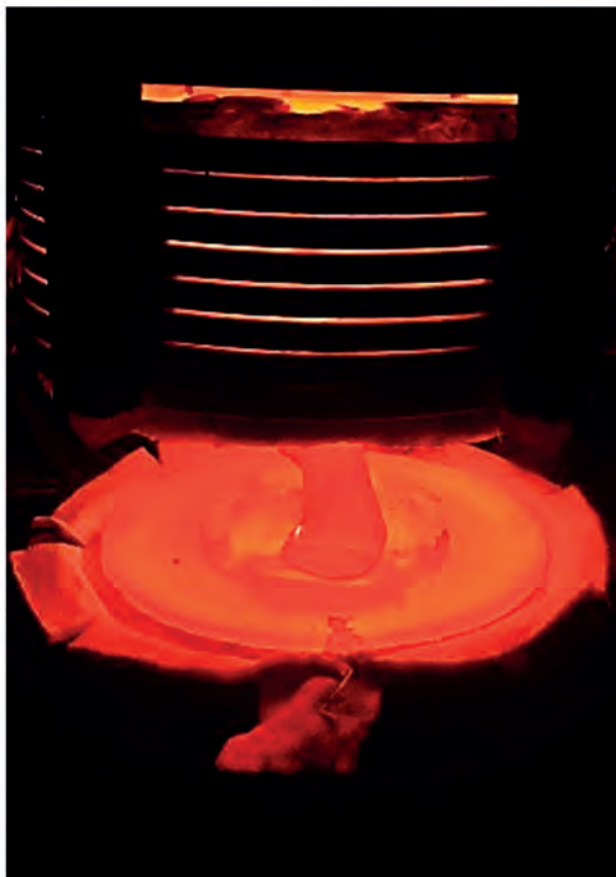
Was mich zu der eigentlichen Kernaussage meines Beitrags bringt: Digitalisierung ist zunehmend einfacher und eine der wohl größten Chancen des deutschen Mittelstands. Grund dafür sind staatlich geförderte Digitalisierungs-Initiativen und der technologische Fortschritt. Know-how für Industrie 4.0 und künstliche Intelligenz kann im Zuge von KI-Workshops und Beratungen durch spezialisierte Dienstleister erworben werden. Zudem stehen die durch das BMWi ins Leben gerufenen Mittelstand-4.0-Kompetenzzentren mit zahlreichen kostenlosen Angeboten zur Seite.

Um die digitale Transformation im Unternehmen nachhaltig voranzutreiben, ist es bei limitierten finanziellen Ressourcen sinnvoll, Anwendungsfälle umzusetzen, welche zeitnah einen messbaren Mehrwert bieten („Time to Value“). Gemäß einer Erhebung durch die Initiative Mittelstand-Digital liegen diese vor allem in der Optimierung der Supply Chain sowie einer gesteigerten Effizienz von Fertigungsprozessen. Limitierten Kapazitäten und mangelnden Fachkräften lässt sich durch die Einbindung von externen Partnern entgegenwirken. Um die „Time-to-Value“ zu verkürzen, empfiehlt es sich, einen Partner zu wählen, welcher relevante Erfahrungen für die jeweilige Anwendung mitbringt. Zudem sollte dieser auch ganzheitliche Lösungen anbieten, die ohne KI-Kenntnisse in der Praxis angewendet werden können.

Um die Hürde einer geringen Datengrundlage zu überwinden, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zum Beispiel sogenannte „Expertensysteme“, welche auf Basis von Fachwissen entwickelt wurden. Kompetente Partner gehen mit den Unternehmen sogar einen Schritt weiter, indem sie mit Hybrid-Modellen arbeiten. Diese beinhalten einerseits prozessspezifische Kenntnisse und wurden zudem auf Basis externer Daten „vortrainiert“. Somit müssen sie für die spezielle Anwendung bei Kunden lediglich angelernt werden. Hinzu kommt, dass die Verfügbarkeit der richtigen Daten wichtiger ist als die Verfügbarkeit vieler Daten. Vorläufige Analysen der Daten bereits vor dem eigentlichen Projektstart lautet die Empfehlung, um eine erfolgreiche Projektumsetzung zu gewährleisten.

Bei Beachtung der aufgeführten Methoden zeigen sich auch beim Einsatz von KI die wohl bedeutendsten Vorteile des deutschen Mittelstands: Kurze Entscheidungswege, große Verantwortungsbereiche und die dadurch entstehende Agilität und Innovativität. Somit haben die deutschen KMUs gute Chancen auch im Bereich der Digitalisierung zu „Hidden Champions“ zu werden – sofern sie damit anfangen.

„Das Geheimnis des Fortschritts besteht darin, anzufangen“ ~ Mark Twain



Einfluss von Fließkurven auf die Berechnung des Kraft- und Arbeitsbedarfs bei der Simulation von Warmumformprozessen

Die Qualität der in der Simulation genutzten Fließkurven spielt eine entscheidende Rolle bei der Auswahl der geeigneten Umformanlage sowie bei der Preisgestaltung von Schmiedeprodukten. Der nachfolgende Beitrag diskutiert den Einfluss von verschiedenen Faktoren auf die Qualität der Fließkurve und auf die Zuverlässigkeit der berechneten Kräfte. Zudem unterbreitet er praxisnahe Empfehlungen zur Problemlösung sowie Vorschläge zum Einsatz verschiedener an die konkrete technologische Situation angepasster Fließkurvenansätze.

AUTOREN



Dr.-Ing. Alexander Borowikow

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



Doris Wehage

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der Gesellschaft für metallurgische Systeme (GMS) mbH in Bernau bei Berlin



Dr.-Ing. Margarita Bambach

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

Eine zuverlässige Abschätzung des erforderlichen Kraft- und Arbeitsbedarfs ist eine wesentliche Position in der Kalkulation und Preisgestaltung von Produkten der Warmformgebung. So stehen für die Produktion im Unternehmen in der Regel mehrere Umformaggregate unterschiedlicher Leistungsklassen zur Verfügung, auf denen die gewünschte Geometrie eines bestellten Schmiedeprodukts prinzipiell eingestellt werden kann. Je größer die Anlage, desto höher sind Energieverbrauch und Kosten. Aus diesem Grund versuchen Unternehmen bereits in der vorbereitenden Phase der Preiskalkulation und Prozessplanung, ein Schmiedeerzeugnis einer Umformanlage mit optimalen Leistungsparametern zuzuordnen. Liegt der Kraftbedarf für die Umformung in einem Grenzbereich zwischen zwei Umformanlagen, wird die Entscheidung schwierig. Üblicherweise versuchen Unternehmen dann, den Prozess auf die kostengünstigere Anlage zu legen. Kompliziert wird die Entscheidung, wenn die Fertigung des Schmiedeprodukts nur auf der größten im Unternehmen vorhandenen Umformanlage möglich ist und die Kalkulation des Kraftbedarfs zugleich ergibt, dass dieser sich im oberen Grenzbereich der Leistungsfähigkeit bewegt. Tritt dann nach Vertragsabschluss der Fall ein, dass eine Fertigung doch nicht im eigenen Hause möglich ist, entstehen hohe Kosten für eine Ersatzlieferung.

Die benötigten Umformkräfte, die für die Prozessauslegung und Kostenbestimmung sehr wichtig sind, werden insbesondere bei komplizierten Geometrien des Schmiedeguts mit Hilfe der Finite-Elemente-Simulation bestimmt, einem dafür geeigneten und sehr präzisen Werkzeug. Die Berechnung der Umformkraft basiert im Wesentlichen auf den Faktoren Temperatur,

Umformgrad, Umformgeschwindigkeit, Reibungsverhältnisse und Kontaktflächen zwischen Werkzeug und Werkstück sowie der auftretenden Spannungszustände. Diese komplexen Parameterbeziehungen lassen sich mit modernen FEM-Programmen gut abbilden. Die häufigste Fehlerquelle bei der Kraftberechnung stellen die als Ausgangsinformation bereitgestellten Daten zur Umformfestigkeit des ausgewählten Materials dar. Sie bilden die Umformfestigkeit eines Werkstoffs ab, die in der Regel experimentell im Stauch-, Torsions- oder Zugversuch bestimmt und in eine fiktiv einachsige Spannung zurückberechnet wurde. Es handelt sich um funktionale Abhängigkeiten der Fließspannung von Umformtemperatur, Umformgeschwindigkeit und Umformgrad. Die Ergebnisse werden als Fließkurven für die Temperatur-, Umformgeschwindigkeits- und Umformgradbereiche wiedergegeben, die in der Warmumformung charakteristisch sind, und danach für die Nutzung in den FEM-Berechnungen entweder tabellarisch oder als parametrisierte Funktionen hinterlegt (Bild 1).

Was sind nun die Probleme, die zur oben erwähnten Ungenauigkeit und in vielen Fällen auch Unzuverlässigkeit der Kraftberechnungen führen? In modernen FEM-Simulationsprogrammen ist standardmäßig eine Materialdatenbank hinterlegt, die neben den wärmephysikalischen Kennwerten auch die Fließspannung enthält. Diese können in tabellarischer oder analytischer Form vorliegen. Für den Nutzer des Programms ist das sehr bequem, aber diese Werte sind meist der Literatur entnommen. Häufig fehlen entscheidende Informationen, beispielsweise zum Ausgangszustand des Materials und zum Aufnahmeverfahren. Da an dieser Stelle von der Warmformgebung die Rede ist und

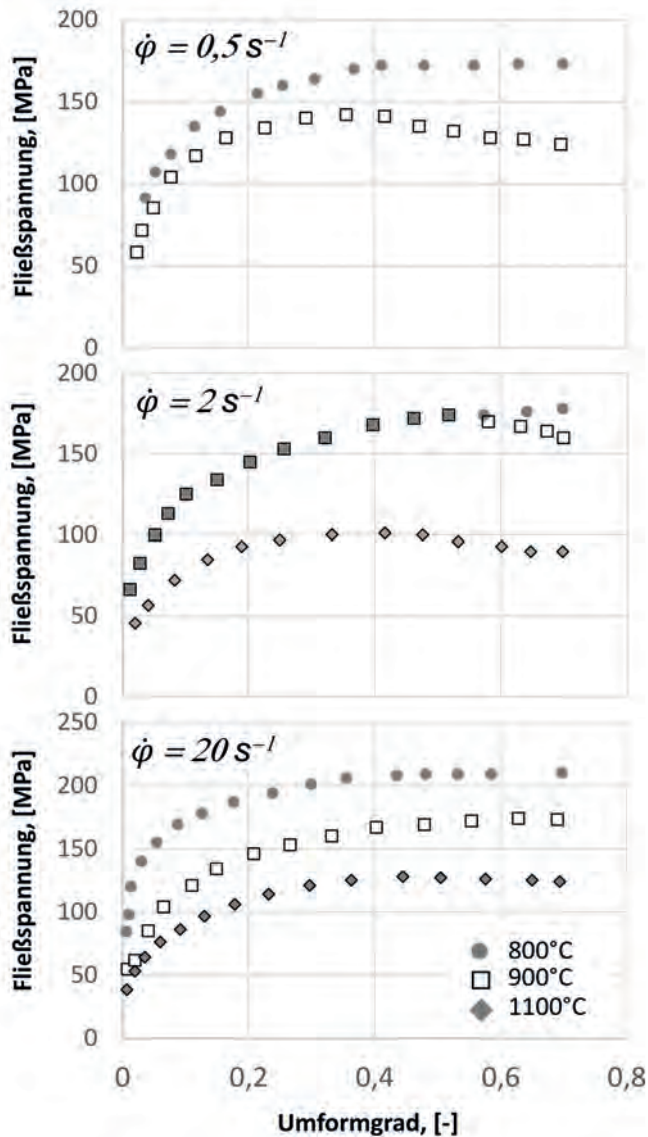


Bild 1: Die Fließspannungsabhängigkeit von der Temperatur und der Umformgeschwindigkeit nach [1]

das Werkstück vor der Umformung auf Umformtemperaturen von 1.100 bis 1.250 °C erwärmt wird, sollten thermische Vorbehandlungs- oder Verfestigungszustände keine wesentliche Rolle spielen. Entscheidend für den Verlauf und das Niveau einer Fließkurve ist jedoch, ob es sich beim Ausgangsmaterial um Gussstrukturen, zum Beispiel Stranggussmaterial, oder um bereits vorumgeformtes Material handelt.

An dieser Stelle können sich die Werte der Fließspannung insbesondere in den ersten Umformschritten um 30 bis 40 Prozent unterscheiden. Eine weitere wesentliche Information, die vorliegen sollte, ist das Aufnahmeverfahren der Fließkurven: Stauch-, Torsions- oder Zugversuch? Zwar wird der grundsätzlich unterschiedliche Spannungszustand, wie bereits beschrieben, aus den Werten der Fließkurve herausgerechnet, aber insbesondere die dynamischen Entfestigungsvorgänge und -effekte, die durchaus bei 10 Prozent der Fließkurvenwerte liegen können, unterscheiden sich bei den Versuchsformen sehr stark. So entfestigt das Material beim Torsionsversuch erheblich eher, was die Lage des Fließspannungsmaximums verfälschen kann. Nicht zuletzt spielt das Archivierungsverfahren der Fließkurven in der Datenbank eine Rolle. Sind tabellarische Werte hinterlegt, so hat es den Vorteil, dass es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um die Werte aus der Versuchsaufnahme handelt. Hier ist darauf zu achten, dass die Werte für den geplanten Umformtemperatur- und Geschwindigkeitsbereich nicht zu große Abstände aufweisen. Bei der Temperatur sollten die Schritte nicht größer als 50 °C sein. Bei der Umformgeschwindigkeit sollten die Versuchsaufnahmebereiche und die Praxisparameterbereiche konform sein.

Es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass überhaupt eine Abhängigkeit der Fließkurven von der Umformgeschwindigkeit hinterlegt ist. Ist das nicht der Fall, so ist mit erheblichen Fehlern zu rechnen, was aus den in Bild 1 dargestellten Fließkurven für verschiedene Geschwindigkeiten gut erkennbar ist. Sind die Werte also tabellarisch hinterlegt, so sollte der Parameterraum möglichst dicht besetzt sein. Von Vorteil sind mindestens hundert Werte aufwärts, denn das FEM-Programm greift auf diese Werte zu und interpoliert mit unterschiedlichen Ansätzen, um in einem jeden Inkrement der Berechnung einen Fließkurvenwert für die konkrete Temperatur, Umformgeschwindigkeit und den berechneten Umformgrad zu erhalten. In diesem Falle gilt: Je dichter die Werte sind, desto besser das Ergebnis.

Bleibt noch die Fließkurve, die in Form einer parametrisierten Funktion hinterlegt ist. Der große Vorteil besteht darin, dass nicht mehr zwischen Punkten interpoliert werden muss, sondern ein kontinuierliches Bild im Parameterbereich entsteht, auf das der FEM-Algorithmus zugreifen kann. Alles hängt davon ab, wie gut die benutzte analytische Funktion den Verlauf der Kurven tatsächlich abbildet, welche Datenbasis zugrunde liegt und wie der gewünschte Parameterbereich abgedeckt wird. In der Regel lässt sich das gut beurteilen, indem man sich die Funktion für den Parameterraum, in dem man sie nutzen möchte, in einem EXCEL-Blatt visualisiert. Dabei ist wichtig, dass es eine Abhängigkeit vom Umformgrad, der Umformtemperatur und der Umformgeschwindigkeit gibt. Handelt es sich um einen einstufigen, kontinuierlichen Prozess im Bereich relativ niedriger lokaler Formänderungen, so kann man unter Berücksichtigung der oben angegebenen Parameter mit guten Resulten rechnen.

taten in Bezug auf die Berechnung der benötigten Umformkräfte rechnen. Ein Beispiel für einen entsprechenden Ansatz ist in Formel 1 dargestellt [2]:

$$\sigma_F = A \cdot e^{m_1 \cdot \vartheta} \cdot \varphi^{m_2} \cdot e^{m_4 / \varphi} \cdot \dot{\varphi}^{m_3}$$

In der Regel liegen beim Schmieden große lokale Formänderungen, unterbrochene Prozesse und eine Umformung bis in niedrige Temperaturen hinein vor. Häufig wird in lokalen Bereichen des Umformguts ein logarithmischer Umformgrad von $\varphi \geq 0,6$ erzielt. In diesen Bereichen treten bei vielen Stählen dynamische Entfestigungsvorgänge auf. Das führt zu einem teilrekristallisierten Gefüge bereits im laufenden Umformschritt, im Ergebnis tritt ein Entfestigungseffekt mit der damit verbundenen Abnahme der erforderlichen Umformkräfte ein. Dieser Effekt kann durchaus zu Absenkungen im Bereich von 5 bis 8 Prozent der maximalen Fließspannung führen und so ermöglichen, den Umformprozess mit der zur Verfügung stehenden Presskraft durchzuführen.

Moderne Fließkurvenansätze können das Phänomen abbilden, und sie sollten deshalb auch genutzt werden (Formel 2, GMT Funktion):

$$\sigma_F = c_1 \cdot e^{(c_2 \cdot \vartheta)} \cdot \varphi^{(n_1 \cdot \vartheta + n_2)} \cdot e^{\left(\frac{l_1 \cdot \vartheta + l_2}{\varphi} \right)} \cdot \dot{\varphi}^{(m_1 \cdot \vartheta + n_2)}$$

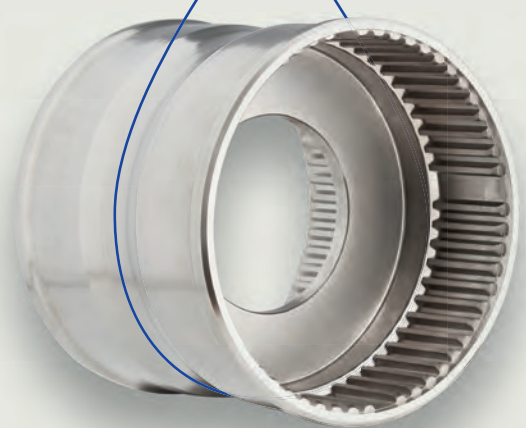
Handelt es sich um unterbrochene Umformvorgänge ohne Zwischenerwärmung, zum Beispiel um Hube einer Schmiedepresse oder Schläge eines Hammers mit einem Zeitabstand zwischen den Hüben/Schlägen, so kann in Abhängigkeit vom Zeitabstand und der Temperatur des Umformguts eine statische Teilrekristallisation und die damit verbundene Entfestigung des Gefüges auftreten. Erfahrene Anlagenbediener machen sich diesen Effekt häufig zunutze, indem sie zwischen zwei Hüben oder Schlägen einfach einen Zeitraum warten.

Grundsätzlich wird dieser Effekt mit Hilfe von Gefügemodellen in der Simulation abgebildet. Anhand von integrierten semiempirischen Modellen wird der aktuelle Gefügezustand berechnet und dessen Einfluss auf das Verhalten der Fließkurve übertragen. Die Nutzung derartiger Modelle ausschließlich zur Berechnung des Kraft- und Arbeitsbedarfs ist wegen der hohen Kosten unwirtschaftlich. Sinnvoll ist der Einsatz derartiger Modelle, wenn man Gefügezustände, Korngrößen und mechanische Eigenschaften im Ergebnis des Umformprozesses erkennen möchte.

Es gibt einen einfachen und kostengünstigen Weg, die entfestigenden Einflüsse auch in der Fließkurve zu berücksichtigen. So können die Beobachtungen der Anlagenbediener zum Einfluss auf die Umformung kombiniert mit der Temperatur des Schmiedeguts und der Pausenzeit sowie die eingetre-

LEICHT dank Flow Forming

Wir reduzieren Gewicht, Kosten und Materialeinsatz an Automotive-Komponenten aus Stahl, Aluminium und weiteren Leichtmetallen.



WF

WF-MASCHINENBAU.COM
FORMING EXCELLENCE

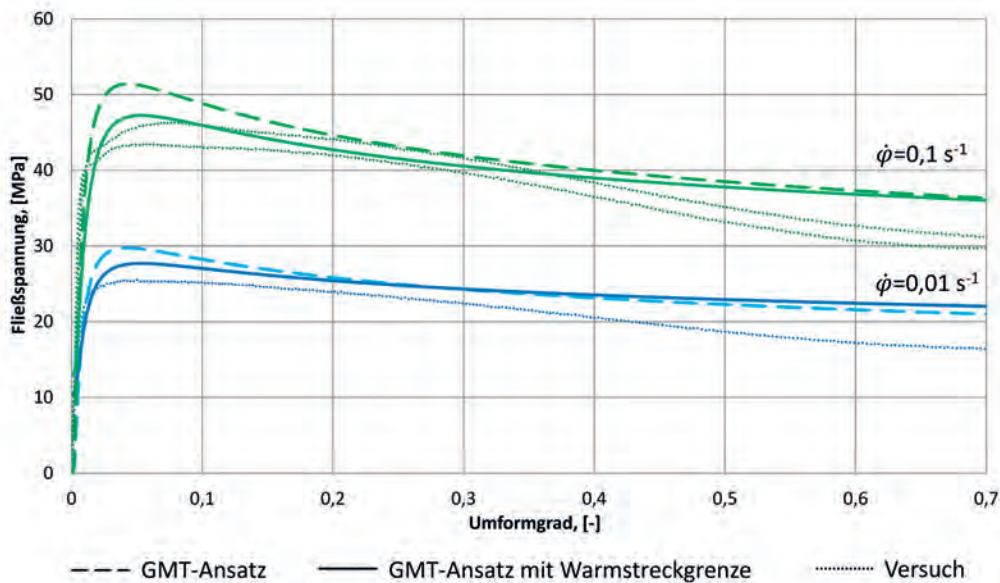


Bild 2: TiAl6V4-Fließkurven bei 1.000 °C: gemessen und berechnet [3]
Bilder: Autoren

tenen Formänderungen für mehrere Zeitschritte aufgezeichnet werden. Diese Informationen werden dann in einem zusätzlichen Berechnungsterm der Fließkurvenfunktion berücksichtigt, und sie beschreiben den Effekt mit guten Ergebnissen. GMT hat bereits mit mehreren Industriepartnern eine derartige Fließkurvenadaption mit sehr zufriedenstellenden Ergebnissen durchgeführt. Selbst bei Hämmern mit 20 und mehr Schlägen wurde über die Einbindung dieses zeitabhängigen Effekts die zur Füllung des Gesenks erforderliche Schlaganzahl gut getroffen.

Je länger ein Umformprozess dauert, desto stärker kühlt das Material ab. Dies führt zu stärkerem Einfluss der Warmstreckgrenze und damit des Moments des Fließbeginns. Leider wird in fast allen analytischen Fließkurven eben diese Warmstreckgrenze nicht berücksichtigt. Bei einer Formänderung $\varphi = 0$ beträgt in der Regel auch die aus der Funktion errechnete Spannung 0 MPa. Die unterschiedlichen Anbieter von FEM-Programmen legen häufig einen festen Startwert für die Fließspannung bis zu einem definierten minimalen Umformgrad fest. Das führt zu Ungenauigkeiten insbesondere bei kleinen Umformgraden. Auch die aus der Literatur entnommenen tabellarisch hinterlegten Fließkurven bilden in den meisten Fällen keine Warmstreckgrenze ab.

Die Warmstreckgrenze ist vorrangig temperaturabhängig, bei ausgewählten Werkstoffen besteht eine spürbare Abhängigkeit von der Umformgeschwindigkeit. Nähert sich eine mehrstufige Umformung dem Endstadium bei relativ niedrigen Temperaturen und kleinen Formänderungen, kann es durchaus sein, dass gar kein Fließbeginn einsetzt, da die Warmstreckgrenze nicht überschritten wird. Dieser spezielle Fall sollte auch mit der Kraftsimulation erkannt werden. Aus diesem Grund hat die GMT mbH einen erweiterten analytischen Fließkurven-

ansatz entwickelt, in dem ein Glied zur Berechnung der Warmstreckgrenze enthalten ist (Formel 3, GMT-Formel mit Warmstreckgrenze):

$$\sigma_F = R_p + c_1 \cdot e^{(c_2 \cdot \dot{\varphi})} \cdot \phi^{(n_1 \cdot \dot{\varphi} + n_2)} \cdot e^{\left(\frac{l_1 \cdot \dot{\varphi} + l_2}{\phi}\right)} \cdot \phi^{(m_1 \cdot \dot{\varphi} + m_2)}$$

Wird in diesem Ansatz die Formänderung auf Null gesetzt, so ergibt sich für die ausgewählte Temperatur der Wert der Warmstreckgrenze. Bild 2 stellt als Beispiel die Anpassung der Fließkurvenfunktion (2) und (3) an experimentelle Daten dar.

Dieser Ansatz hat sich in der Praxis bereits für sehr viele Materialien im Einsatz in Grobblechwalzwerken bewährt. Insbesondere in der sogenannten Kalibrierungsphase mit sehr geringen Stichabnahmen und bei niedrigen Temperaturen ist es von besonderer Bedeutung, eine zuverlässige und genaue Aussage zu den zu erwartenden Walzkräften zu erhalten. Denn über diese Voraussage wird der Endwalzspalt eingestellt, und die Auffederung des Walzensystems muss dabei unbedingt berücksichtigt werden. Insofern ist es auch für die Vorausberechnung von Präzisionsschmiedeprozessen oder beim Ringwalzen sinnvoll zu wissen, wie sich der Werkstoff bei niedrigen Temperaturen und kleinen Verformungen verhält.

Die wesentlichen Faktoren, auf die bei der Arbeit mit Fließkurven zur zuverlässigen Berechnung des Kraft- und Arbeitsbedarfs geachtet werden muss, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Zuverlässige Ausgangsdaten nutzen aus abgesicherten Versuchen mit Angaben zur Aufnahmetechnik und dem eingesetzten Material (Stauch- oder Torsionsversuch, eventuell Zugversuch, Gussmaterial/vorverformt) oder aus der Literatur, dann unbedingt mit Angabe der Quelle.

- Die Fließkurvendaten müssen unbedingt den Parameterbereich in Bezug auf Temperatur, Geschwindigkeit und Umformgrad für die im Unternehmen genutzte Technologie/Anlagentechnik abdecken.
- Zu einer hinterlegten analytischen Funktion gehört immer eine Angabe zum Parameterbereich der Daten, auf deren Basis die Funktion approximiert wurde, und ein Parameterbereich, für den der Lieferant der Funktion eine zuverlässige Voraussage ermöglicht.
- Vor Einsatz der Fließkurvenfunktion sind Testberechnungen für unterschiedliche Punkte des für die Umformtechnologie ausgewählten Parameterbereichs sinnvoll, um diese analytisch erhaltenen Werte auf ihre Plausibilität zu überprüfen.
- Um die Möglichkeiten der Anlagentechnik erschöpfend auszunutzen, sollten die Anteile der dynamischen und statischen Rekristallisation berücksichtigt werden.
- Zur Berücksichtigung der Einflüsse der statischen Rekristallisation/Entfestigung ist nicht unbedingt ein Gefügemodell erforderlich. Beobachtungen und eine erweiterte Fließkurvenfunktion erfüllen die Aufgaben an dieser Stelle ebenfalls, sie sind nicht so kostenaufwendig und auch individuell auf die Umformanlage und das eingesetzte Material ausgerichtet.
- Bei Aussagen zu kleinen Umformgraden bei niedrigen Temperaturen (zum Beispiel das Fließverhalten des Stegs) sind die Kenntnisse der Warmstreckgrenze von Nutzen. Hierzu hat die GMT einen speziellen Ansatz entwickelt.



[1] Poluchin, P.I.; Gun, G.J.; Galkin, A.M.: Soprotivlenije plastitscheskoi deformazii metallov i splavov. Isdatjelstvo Metallurgii, Moskau 1983

[2] Hensel, A.; Spittel, Th.: Kraft-und Arbeitsbedarf bildsamer Formgebungsverfahren. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1978

[3] ProFIT Projekt GMS mbH + BTU Cottbus KuF
Entwicklung von Simulationssoftware mit intelligenten Datenstrukturen für die Prozessauslegung von Warmumformprozessen für Hochtemperaturwerkstoffe



GMT Gesellschaft für metallurgische
Technologie- und Softwareentwicklung mbH
Börnicker Chaussee 1 – 2
16321 Bernau
Telefon: +49 3338 334218-0
E-Mail: info@gmt-berlin.com
Internet: www.gmt-stahl.de



Gesenksprühanlagen
Sprühköpfe
Mischstationen
Individuallösungen

www.gerlieva.com





© Bild: HA Hessenagentur – Jan Michael Hosan

Wissen statt Raten: Servopressen geschickt einstellen

Beim Rüsten und Einrichten von Pressen nimmt das Bedienpersonal vielfältige Einstellungen vor. Über die Jahre entwickeln sich spezifische Vorgehensweisen, um das Einstellziel möglichst schnell zu erreichen. Gravierende Probleme treten dabei selten auf. Bei Servopressen erweitern sich die Möglichkeiten um neue Einstellparameter, für die es bisher keine oder nur theoretische Erfahrungswerte gibt. Woher kann Personal also wissen, welche Geschwindigkeitsverläufe für Auftreffen, Umformen, Abstreifen, Beschnitt und Leerhub optimal sind, und wie kann man dieses Wissen aufbauen?

AUTOR



Dr.-Ing. Jörg Stahlmann

ist kaufmännischer Leiter
der ConSenses GmbH in Roßdorf

In der Blechumformung werden Servopressen mittlerweile flächendeckend eingesetzt. Die Einsatzbreite wird voraussichtlich auch in der Massivumformung weiter zunehmen. Diese Veränderung bringt für die Anwender wesentliche Vorteile, aber auch Schwierigkeiten mit sich. Dieser Beitrag soll helfen, Startschwierigkeiten zu vermeiden. Neben der ConSenses GmbH in Roßdorf ist insbesondere in der Massivumformung auch die Herlanco GmbH thematisch auf Stand und kann die Leistungen und Potenziale mit technischem Sachverstand und unabhängig bewerten. Die ConSenses GmbH hat in vielen praktischen Projekten Prozesse über lange Zeiträume beobachtet und oft auch geholfen, diese aus einem kritischen Zustand in einen sicheren zu überführen. Dabei kristallisierte sich ein Vorgehen heraus, wie Servopressen zielgerichtet eingestellt werden können. Diese Vorgehensweise nutzen Maschinenhersteller und Anwender in der Blechumformung bereits, um ihre Servopressen effektiver zu betreiben. Bei der Problemlösung können nur wenige Maschinenhersteller inhaltlich unterstützen, weil das Prozess-Know-how typischerweise beim Kunden liegt. Erkenntnisse aus der Wissenschaft sind oft weder einfach, direkt noch risikofrei auf zuweilen komplexe Produktteile/Prozesse übertragbar.

Seit knapp 20 Jahren wird der Einsatz von Servopressen in Deutschland in der Umformtechnik immer gebräuchlicher. Die konkreten Maschinenkonzepte sind vielfältig. Allen gemein ist, dass der frei programmierbare Hubverlauf wesentliche Vorteile bringen soll. Angefangen bei der Simulation klassischer Kinetiken über den beschleunigten Rückhub, Verweilzeiten zur Operationsintegration und Umsetzung von Pendelhüben werden verschiedenste Bewegungsformen beworben. Naheliegende Applikationen wie optimierte Geschwindigkeitsprofile im Vor- und Rückhub zur Vergrößerung von Transferzeitfenstern bei gleicher Taktzeit werden oft als erste Option umgesetzt. Bei genauerer Betrachtung stellt man fest, dass die dominierende Betriebsform in den meisten Fällen sinusförmig ist. Zudem werden davon abweichende Zeitverläufe nur testweise genutzt, eine umfassende Prüfung der Zielerreichung ist nicht möglich.

GESUNDE SKEPSIS UND UNGESUNDE TEILUMSETZUNGEN

Bislang liegen viele Potenziale der Servotechnologie noch brach. In einigen Fällen erzeugen die innovativen Antriebskonzepte sogar neue Probleme: Die direkte Antriebsform kann zu



Bild 1: Messdaten werden komfortabel auf mobilen Geräten an der Maschine oder im Büro bewertet. Bild: HA Hessenagentur – Jan Michael Hosan

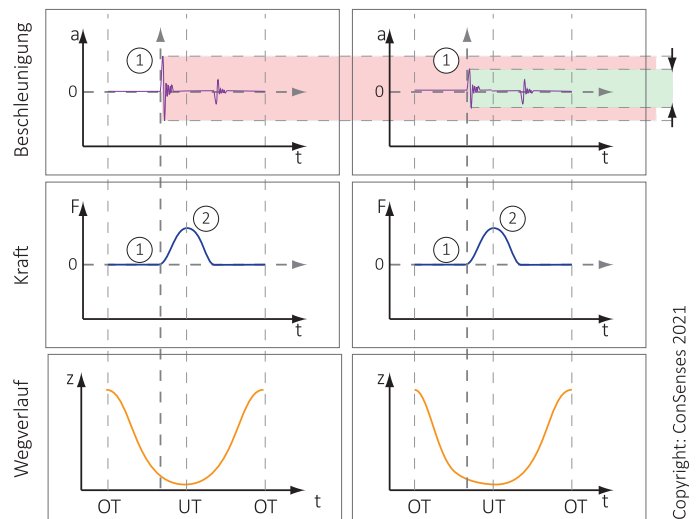
Problemen führen, wenn schnelle Lastwechsel beispielsweise bei Beschneidprozessen auftreten. Während eine Energieversorgung aus dem Schwungrad durch den voranschreitenden Prozess immer abgebaut wird, kann ein Servoantrieb, der beispielsweise beim Beschnitt abrupt gegenregelt, zu heftigen Wechsellasten und Langzeitschäden im Antriebsstrang führen. In einigen Fällen lässt sich sogar beobachten, dass an den Antrieben durch instabiles Regelverhalten neue Quellen für vergleichsweise hohe Belastungseinleitungen entstehen. Ohne geeignete Sensorik und Auswertung sind derartige Risiken nicht zu erkennen.

Gerade kleine und mittelständische Unternehmen verlieren oft den Schwung, wenn sie bei einer neuen Technologie mit unbekannten Problemen konfrontiert sind. Dann braucht es viel Energie, um interne Bedenkenträger für die weitere Umsetzung zu gewinnen. Aus diesem Grund sollte dieses „Tal der Tränen“ zügig und mit gutem Plan durchschritten werden. Wie lässt sich also aus der neuen Technologie der erhoffte Nutzen kurzfristig und sicher ableiten? In den vergangenen zwei Jahren ist zu beobachten, dass geschickte Kombination neuer Technologien die wesentlichen Impulse für echte Veränderungen erzeugt.

DATEN MACHEN SERVOTECHNOLOGIE GEZIELT NUTZBAR

Aus praktischen Projekten heraus entwickelte die ConSenses GmbH ein Vorgehen, um das Zusammenspiel aus Maschine und Prozess sicher zu bewerten, Handlungsanweisungen für Verbesserungen abzuleiten und Ergebnisse direkt zu überprüfen. Bild 1 zeigt Mitarbeiter bei der Datenbewertung vor einer Presse. Der Hersteller von Stanz- und Umformautomaten Andritz Kaiser aus Bretten hat auf Basis der langjährigen Zusammenarbeit als Pressenhersteller einen digitalen Service entwickelt, mit dem Kunden beliebige Servopressen zielgerichtet einstellen können. Beide Firmen bieten die Leistung gemeinsam oder einzeln an.

Das Vorgehen basiert auf präzise zusammengeführten Belastungs- und Bewegungsdaten für jedes eingesetzte Werkzeug. Die Einstellungsempfehlungen folgen dem Ziel, eine möglichst hohe Ausbringung bei minimierten Anlagenbeanspruchungen (Kraft, Beschleunigung, Exzentrizität) zu realisieren. Eingangsdaten beschränken sich im einfachsten Fall auf Beschleunigungsmessungen am Stoßel und gegebenenfalls an weiteren



Copyright: ConSenses 2021

Bild 2: Prinzipdarstellung der datenbasierten Reduktion eines Auftreffschlags

Aggregaten sowie an der Stoßelposition, erfasst durch einen präzisen Lineargeber. Wenn das oder die Antriebspleuels mit Sensoren ausgestattet sind, können auch deren Kraftdaten zur Bewertung herangezogen werden. Bei IoT-Installationen lassen sich zusätzlich die Daten des Motormoments aus der Maschinensteuerung integrieren.

Bild 2 stellt das Vorgehen anhand eines einfachen Prägeprozesses dar. Optimierungsziel war es hier, den Auftreffschlag (1) zu minimieren. In diesem Fall war die auftretende Maximalbeschleunigung beim Aufsetzen auf das Werkstück entscheidend. Durch eine simulierte Hebelkinematik ließ sich die schädliche Beschleunigung signifikant reduzieren. Die Spitzenkraft (2) wird in derartigen Prozessen oft durch Distanzen verursacht und hängt damit eher von der Lage des unteren Totpunkts (UT) ab als von der Umformgeschwindigkeit.

Gegenüber rein zeichnungsbasierten Verfahrensweisen berücksichtigt dieses Vorgehen explizit die Ausgangsbelastung und das Maß der Beanspruchungsreduktion. Darüber hinaus ist es möglich, die Robustheit des Vorgehens hinsichtlich Lageveränderungen infolge etwa von Werkzeugüberarbeitungen zu bewerten und anzupassen: Die Größe des in Bild 3 eingezeichneten Rechtecks ist ein Maß für die Robustheit der Optimierung.

Letztlich sollte der Auftreffschlag bei dem betrachteten Prozess immer sicher im Bereich der langsamen Bewegung liegen. Je nach Projekt und Optimierungsziel wurde dieser Bereich hochgradig optimiert – entweder auf wenige zehntel Millimeter oder robust im Millimeterbereich. Selbstverständlich lassen sich derartige Diagramme live zur Prozessüberwachung oder offline zur Diagnose erstellen. Die Wanderung der kritischen Belastung in Richtung der Optimierungsgrenzen stellt dann den kritischen Kennwert dar.

Stehen die Motorströme einer maschinenseitigen IoT-Schnittstelle zur Verfügung, kann die antriebsseitige Beanspruchungseinleitung im gleichen Zuge bewertet werden. Für die Optimierungsstrategien ist grundsätzlich auch eine Unterstützung durch KI denkbar. Bei Berücksichtigung vieler Parameter könnte der KI-Einsatz sogar einen Mehrwert erzeugen. Die verwendeten Darstellungen sind in der Regel für Einrichter und Prozessex-

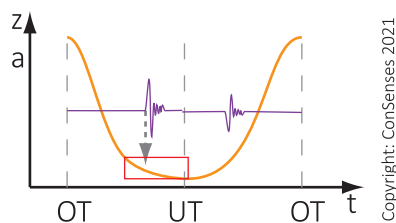


Bild 3: Wirkung und Robustheit des Eingriffs „Planen, Absichern und Überwachen“

perten gleichermaßen verständlich. Auf diese Weise können Servopressen gezielt eingerichtet werden, ohne durch Versuch und Irrtum jahrelang Einstellungen auszuprobieren. Typischerweise läuft die Maschine nach einer derartigen Umsetzung wesentlich ruhiger.

SICH EINEN ÜBERBLICK VERSCHAFFEN

Sofern Unklarheit oder Uneinigkeit besteht, welche Werkzeuge zu kritischen Anlagenbeanspruchungen führen, schafft ein vorgelegertes Prozessscreening Klarheit. Begleitend zur normalen Produktion werden Belastungs- und Positionsdaten des Stößels aufgezeichnet. Anhand von Auftragsdaten erfolgt eine teilautomatisierte Zuordnung. Mit der begleitenden Messung entsteht ein durch Massendaten untermauerter Prozessfingerabdruck für jeden Auftrag im Messzeitraum. Die Prozesse werden so objektiv vergleichbar, und eine wesentliche Grundlage zur Überprüfung der realisierten Verbesserungen ist gelegt. Bild 4 zeigt exemplarisch den Fingerabdruck eines Stanz-Umformprozesses. Neben Kraft- und Beschleunigungswerten enthält er Histogramme zu Exzentrizität und Unterbrechungen.

Für Prozesse der Blechumformung besteht umfangreiches Wissen hinsichtlich charakteristischer Kraft- und Beschleunigungsverläufe. Bild 5 fasst typische Ausprägungen von Teilprozessen und zugehörige KPIs zusammen. Maschinenbelastungen setzen sich immer aus derartigen Grundstrukturen zusammen. Erfahrene Anwender in der Blechumformung nutzen diese Charts konsequent, um Prozessführung und Werkzeugkonstruktion im Sinne des Maschinenschutzes zu verbessern. Werkzeugkonstrukteure und Simulationsexperten nutzen sie, um den Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis zu unterstützen.

DIE BEDEUTUNG FÜR SERVOPRESSEN

Bei Mehrstufenwerkzeugen und aufeinanderfolgenden Teilprozessen passiert es regelmäßig, dass sich Lastspitzen addieren. In solchen Fällen konnten ebenfalls wesentliche Erfolge erzielt werden, indem der Geschwindigkeitsverlauf im kritischen Bereich so angepasst wurde, dass Druck- und Zug-Belastungen aus Schwingungen sich gegenseitig kompensierten und nicht anfachten. In verschiedenen Fällen konnte die Schwingungsanregung an einer Maschine durch Servokurvenoptimierung je nach Prozess nachweislich um 10 bis 25 Prozent reduziert werden.

Natürlich können auf der genutzten Datenbasis auch der Werkzeugbau und die Maschineneinstellung einbezogen werden, um Belastungsspitzen derart zu verschieben, dass kritische Überlagerungen wesentlich reduziert werden oder die Maschinenkinematik optimal ausgenutzt wird. Durch derartig kombinierte Maßnahmen ließen sich kritische Prozesse wesentlich entschärfen. Bemerkenswert bei diesen abteilungsübergreifenden Projekten ist, dass

1. nebenbei regelmäßig unerwartete Gründe für Störungen aufgedeckt werden, was zu unerwarteten Produktivitätssteigerungen führt.
2. die neutrale Datenbasis eine kooperative Haltung zwischen Werkzeugbau und Betreiber erzeugt.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Potenziale von Servopressen werden heute in der Produktion oft nur zu einem Bruchteil genutzt. Durch geschickt aufbereitete Darstellungen präziser Messwerte lassen sich einfach und nachvollziehbar Verbesserungsmaßnahmen ableiten und überprüfen.

Statistik: Anzahl der Teile: 28383, Anzahl der Coilwechsel: 13, Auftragsdauer: 0 Tage 15 Stunden, Mittlere Teilerate 1851 Teile/Stunde

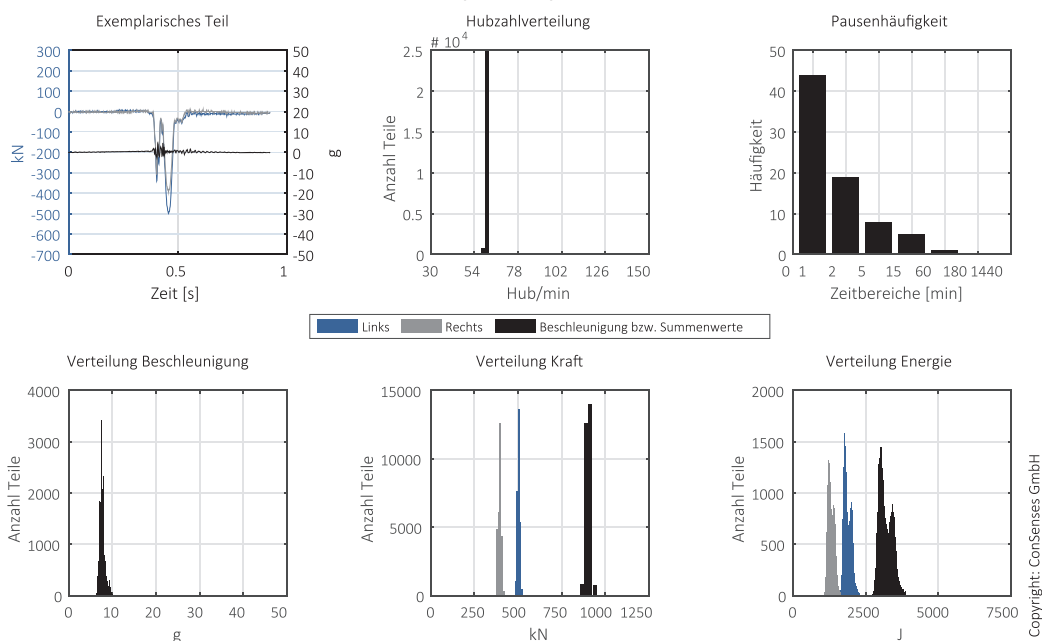
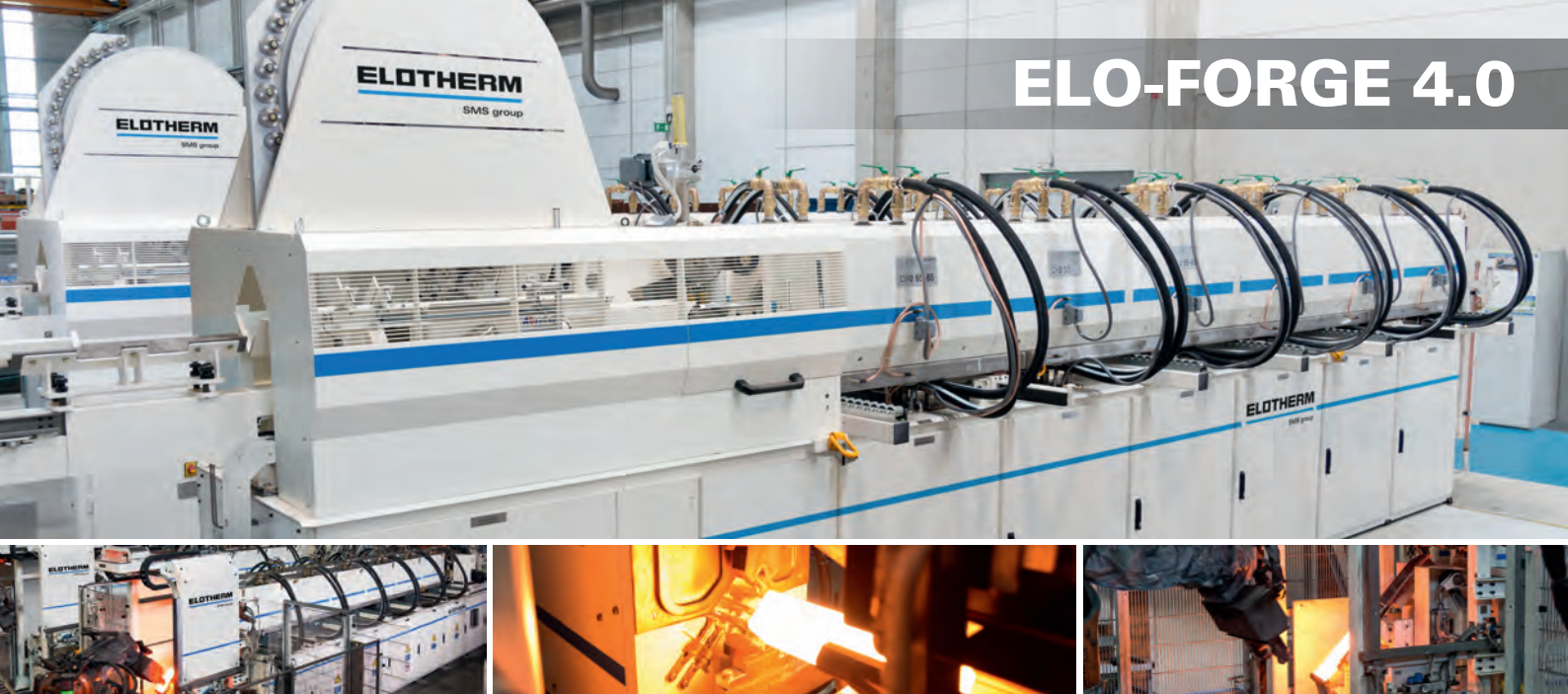


Bild 4: Prozessfingerabdrücke machen Vergleiche und Bewertungen einfach



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

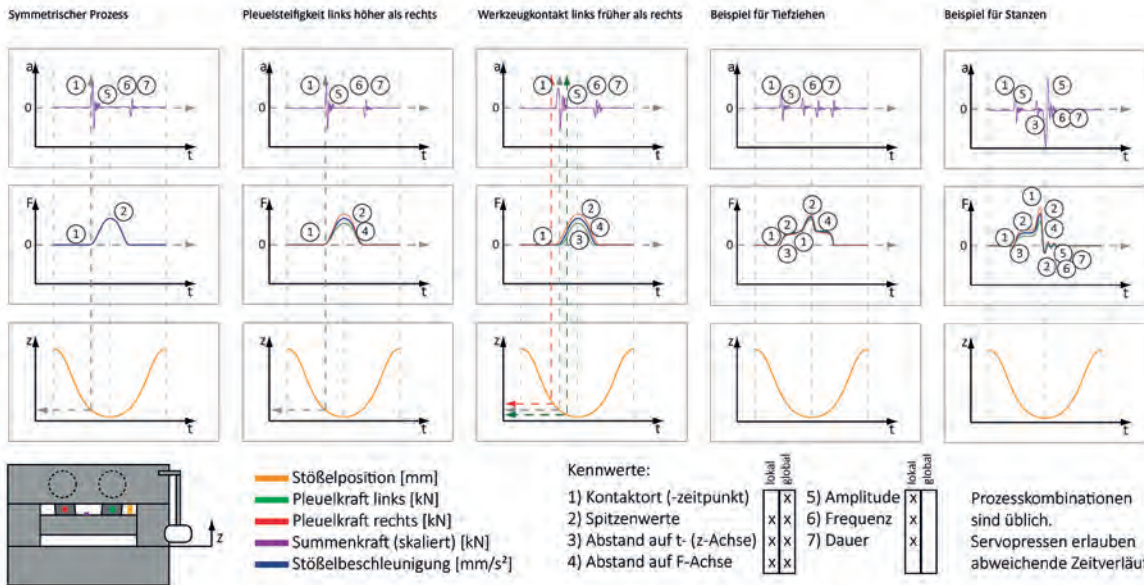


Bild 5: Grundstrukturen von typischen Umformprozessen, Messdaten, Zusammenhänge und KPI
Bilder: Autor

Copyright: ConSenses 2021

In der Blechumformung nutzen Betreiber und Maschinenhersteller diese Technologie, um Prozesse intern zu verbessern oder um digitale Services für die Maschinen abzuleiten. Die objektive und einfache Darstellung der komplexen Zusammenhänge offenbart regelmäßig weiteres Verbesserungspotenzial im Umfeld der Einrichtung und des Werkzeugbaus. Neben der gesteigerten Ausbringung und besser planbaren Stillstandzeiten führt die objektivisierte Belastungsdarstellung zu besserer Kooperation zwischen Maschinenbauer, Werkzeugbau und Anlagenbetreiber.



ConSenses GmbH
Arheilger Weg 11
64380 Roßdorf
Telefon: +49 6154 60875-13
E-Mail: stahlmann@consenses.de
Internet: www.consenses.de

Wie können Schmierstoffe die einzelnen Produktionsstufen der Massivumformung unterstützen?



Nahezu alle Produktionsstufen der Massivumformung werden durch Umformschmierstoffe und spezielle Werkzeug-/Werkstück-Beschichtungen maßgeblich unterstützt. Die Potenziale moderner Schmierstoffe zur Produktivitätsoptimierung werden oft unterschätzt und nicht ausgeschöpft. Dieser Beitrag gibt einen Einblick in den chemischen Aufbau und die Formulierungen diverser Schmierstoffgruppen und zeigt Kriterien zu deren Auswahl auf. Aufgrund der zumeist recht einfachen und kostengünstigen Möglichkeit, unterschiedliche Schmierstoffe in der Massivumformung vergleichend im Betrieb zu testen, ergibt sich erhebliches Optimierungspotenzial.

AUTOR



Dipl.-Ing. Ingo M. Köhle

ist Vertriebsleiter der CONDAT GmbH,
Vertriebsgesellschaft der französischen
CONDAT groupe, in Blankenheim (Eifel)

Die Massivumformung folgt den Anforderungen des Markts nach technologisch anspruchsvollen und wirtschaftlich konkurrenzfähigen Teilegeometrien und Fertigungsverfahren. Heutige Hochleistungsumformungen erfordern eine sorgfältige Teilekonstruktion und angepasste Werkzeug-/Prozessauslegung.

Die maximal mögliche Umformung wird durch mehrere Faktoren sowohl beeinflusst als auch begrenzt: Dazu gehören unter anderem die Werkstoffeigenschaften des Umformteils, die Belastbarkeit der Werkzeuge und die Eigenschaften der Umformaggregate. Im Fokus stehen hier jedoch die tribologischen Eigenschaften in der Umformzone, das heißt im Bereich zwischen Werkzeug und Werkstück. Diese tribologischen Parameter finden bisher bei den klassischen Finite-Elemente-(FEM-)Berechnungen und der vorbereitenden Prozessauslegung kaum Beachtung. Gerade bei bestehenden Prozessen bieten moderne Gesenktrennstoffe hohe und zumeist ungenutzte Optimierungspotenziale. Deren Produktauswahl lässt sich in technischen Gesprächen sehr effektiv evaluieren, ihre praxisrelevante Eignung und Performance im Betrieb lässt sich zumeist einfach und mit geringen Produktionseingriffen nachweisen.

Der Kostenanteil für Schmierstoffe an den Gesamtkosten eines Umformteils beträgt durchschnittlich zirka ein Prozent. Fälschlicherweise führt dies häufig dazu, dass das Betriebsmittel Gesenktrennstoff (bei Einsatz in der Warmumformung) beziehungsweise Fließpressöl (bei Einsatz in der Kaltumformung) eine untergeordnete Beachtung findet. Das beeinflussbare Einsparpotenzial im Gesamtprozess ist hingegen weitaus höher, da Materialkosten und Ausbringung in der Regel mit etwa 50 bis 60 Prozent Kostenanteil zu Buche schlagen und den größten Kostenblock darstellen. Durch den Einsatz moderner und adaptierter Schmier-/Trennstoffe lassen sich hier zumeist problemlos Einsparungen von bis zu 25 Prozent realisieren. Die Werkzeugkosten betragen zirka 15 bis 20 Prozent – Einsparungen und messbare Standzeiterhöhungen von bis zu 30 Prozent sind hier keine Seltenheit.

Energieeinsparungen können nachweislich durch reduzierte Presskräfte, höhere Ausbringung und geringere Nacharbeiten erreicht werden. Der Faktor Arbeitskraft geht mit 15 bis 20 Prozent in die Gesamtkosten ein. Hier werden Erleichterungen durch kürzere Produktionsunterbrechungen, geringere Prüf- und Nacharbeiten, aber auch durch erhöhten Arbeitsplatzkomfort und Betriebssicherheit erreicht. In der Instandhaltung greifen diese Einsparpotenziale durch angepasste Schmierfette oder Öle in vergleichbarer Gewichtung, da die Instandhaltungskosten zwischen 5 und 10 Prozent liegen.

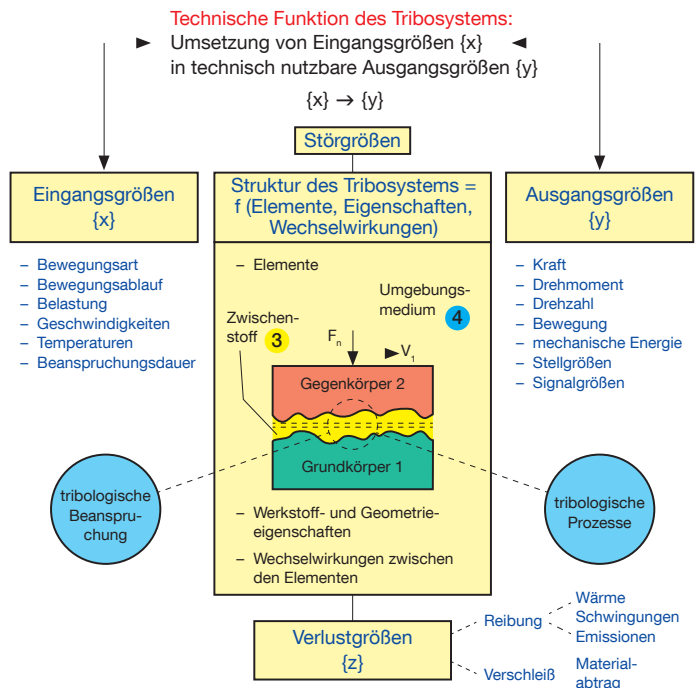


Bild 1: detailliertes tribologisches System [1]

THEORETISCHE MODELLE – LABORTECHNIK

Zur Wirkung von Schmierstoffen gibt es diverse mathematisch-tribometrische Modelle: Deters [1] definiert das tribologische System (TTS) detailliert hinsichtlich Funktion, Eingangsgrößen, Störgrößen, Ausgangs- und Verlustgrößen sowie Systemstruktur, wie im Bild 1 dargestellt. Die Systemstruktur beschreibt das Körperpaar Grundkörper 1 und Gegenkörper 2 in Bezug auf die stofflichen Parameter (Werkstoff, Geometrie, Oberfläche etc.) und die dazwischenliegenden tribologischen Prozesse und Beanspruchungen. Als Eingangsgrößen werden Bewegungsart, Bewegungsablauf, Belastung, Geschwindigkeiten, Temperaturen und Beanspruchungsdauer bezeichnet. Ungewollte Eingangsgrößen werden als Störgröße gesondert beschrieben und beeinflussen die Ausgangs- und Verlustgrößen. Als Verlustgrößen treten Verschleiß und Reibung auf. Kraft-, Bewegungs-, Energie- und Signalgrößen gelten als die technisch nutzbaren Ausgangsgrößen des Systems.

Faktoren wie Relativgeschwindigkeit zwischen den Körperpaaren 1 und 2, aber auch Temperaturen, Oberflächenrauigkeiten und -härten beeinflussen nachhaltig die tribologischen Eigenschaften in der Reibungszone. Die von Stribeck entwickelte Methodik zur Bestimmung der Stribeck-Kurve macht die unterschiedlichen Stoff- und Filmbildungseigen-

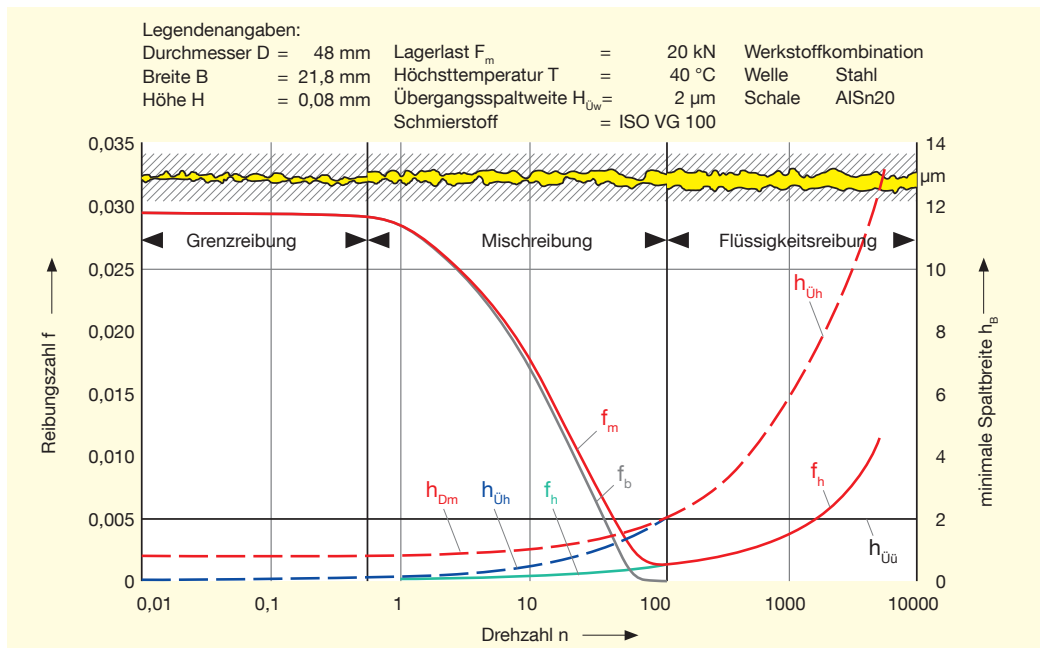


Bild 2: Stribeck-Kurven [1], [2]

schaften des Schmierstoffs zwischen den Körperpaaren und die Auswirkung auf den Reibungszustand messbar (Bild 2). Die Grenzreibung beschreibt die Reibung zwischen festen Grundkörpern und modifiziertem Grundmaterial, beispielsweise durch Reaktionsschichten. Ist zwischen den Grundkörpern kein zusammenhängender Schmierfilm vorhanden, können sich einzelne Rauigkeitsspitzen der Körperpaare berühren. Dieser Zustand wird als Mischreibung bezeichnet. Als Haft-Gleit-Effekt oder gebräuchlicher Stick-Slip-Effekt bezeichnet man das abwechselnde Haften und Gleiten einer Reibpaarung, wenn ein kontinuierliches Gleiten (noch) nicht erreicht wird.

Die Reibung innerhalb des Schmierfilms ist im Bereich der hydrodynamischen Flüssigkeitsreibung am geringsten und steigt linear mit der Geschwindigkeitszunahme an. Das erweiterte Stribeck-Diagramm [2] zeigt die genannten Reibungszustände mit Korrelation zur Schmierfilmdicke h (Bild 2).

Trotz der vielen theoretischen Modelle sind mathematische Beziehungen zur Berechnung oder Simulation von tribologischen Systemen nur für genau festgelegte und stationäre Spezialfälle verfügbar. Experimentelle Vergleiche sind in der Praxis unumgänglich. Mit Apparaturen, die die Praxis nachbilden, sind die Hersteller in der Lage, die Funktions- und Wirkweise der Schmierstoff-Formulierungen praxisnah im Labor zu verifizieren. Bewährte Prüfmethoden sind:

- Hochtemperaturtribometer
- Ringstauchversuch (Bild 3) und T-shape-Versuch
- MIPAC-Trennfilmbestimmung, temperaturabhängig (Bild 4)

AUFBAU DER UMFORMSCHMIERTOFFE

Die größte Produktfamilie an Umformschmierstoffen für die Warmmassivumformung stellen (noch) die graphithaltigen Gesenktrennstoffe dar. Hierzu zählen:

- Graphit-in-Wasser-Dispersionen
- Graphit-in-Öl-Schmierstoffe
- Graphit-Öl-Wasser-Emulsionen (Suspension)
- Graphit-Fette

In der Warmmassivumformung werden zu etwa 80 Prozent wasserbasierte Trennstoffe eingesetzt, da diese einen entscheidenden Beitrag auch bei der Wärmeabfuhr leisten. 20 Prozent Anteil verbleiben für ölbasierte Trennstoffe.

Traditionell sind demnach graphithaltige Gesenktrennstoffe noch in der Überzahl. Makrokristalline Naturgraphite finden ebenso Anwendung wie der synthetische polykristalline Graphit. Die unterschiedlichen Abbaugelände für natürlichen Graphit sowie die synthetischen Verfahren führen zu einer interessanten Vielfalt des Graphitrohstoffs seitens Reinheit, Kristallstruktur, Porosität, aber wohl nicht bezüglich der Gleitbeziehungsweise Schmiereigenschaften [4]. Nach Yen und Schwickert ist, entgegen der landläufigen Meinung, die Gleiteigenschaft von Graphit keine intrinsische Eigenschaft für die Schmier-/Gleiteigenschaften ist zwingend die Präsenz von Wasserdampf erforderlich. Durch Einlagerung von Dampf-molekülen wird der Zwischenlagenabstand der Layer erhöht, was zu einer Schwächung und somit zu einem vereinfachten Gleiten der Graphitlayer führt.



Bild 3: Ringstauchversuch mit Sprühfeld beim IFUM [3]

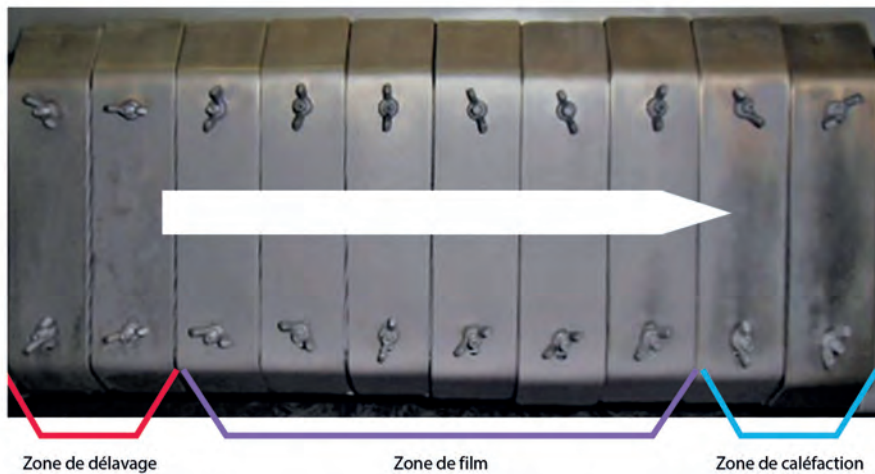


Bild 4: temperaturabhängiges Sprühergebnis [C]

Die unterschiedlichen Verarbeitungen und Formulierungen führen in den diversen finalen Gesenktrennstoff-Rezepturen aber sehr wohl zu ganz entscheidenden Unterschieden in der Anwendungspraxis in Bezug auf die

- Unterstützung des Metallflusses im Werkzeug
- Trenneigenschaften für leichtes Auswerfen
- Oberflächeneigenschaften des Werkstücks
- Oxidationsfestigkeit
- Ablagerungen im und am Werkzeug
- Korrosionseigenschaften
- Rauch-, Geruchs- und Arbeitsplatzbelastung
- Lagerung- und Handhabung

In der Anwendungspraxis ist vor allem auch die Partikelgröße ein gewichtiger Parameter für die Auswahl eines geeigneten Gesenktrennstoffs. Über spezielle und aufwendige Mahlverfahren (trocken/nass) werden die Graphite in definierte Mahlgrade oder Korngrößen gemahlen (Bild 5). Die Partikelgrößen haben entscheidenden Einfluss auf die Schmierstoffeigenschaften. Es gibt diverse Theorien und Studien, die zum Teil gegensätzliche Aussagen treffen. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass

- große Graphitpartikel
 - gute Trenneigenschaften hinsichtlich des Ausformens bieten
 - Vorteile auf rauen oder verschlissenen Gesenkoberflächen bieten
 - zur Sedimentation im Konzentrat und besonders im Gemisch neigen
 - eine geringere Oxidationsneigung haben

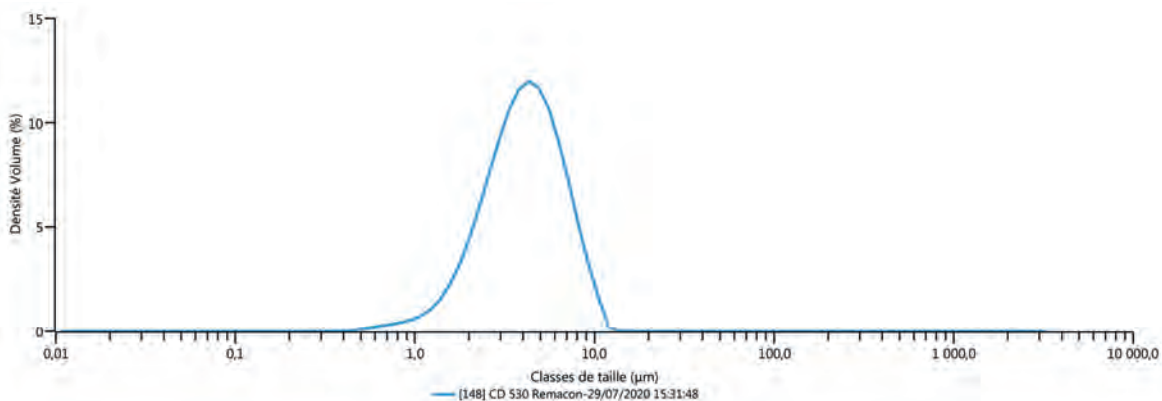


Bild 5: Mahlgrade [C]

- feine Graphitpartikel
 - eine bessere Oberflächenbenetzung im Gesenk bieten (Opazität)
 - dünnere Trennschichten auf den Gesenkoberflächen bieten
 - feine Oberflächenqualitäten (near net shape) des Schmiedeteils gewährleisten
 - die Fließeigenschaften des Metalls bei der Umformung unterstützen

ZUNDERSCHUTZ-BESCHICHTUNG/BILLET COATING

Vor der Umformung und Erwärmung des Rohlings können auf Kohlenstoffstähle Zunderschutz-Beschichtungen mittels Sprüh- oder Tauchverfahren aufgetragen werden. Die heutigen, wasserbasierten Dispersionen mindern durch spezielle Additive die Zunderbildung während der Ofenreise und reduzieren in der Umformung zusätzlich Reibung. Auch diese Zunderschutz-Produkte haben einen Graphitanteil. Die in der Luftfahrt und Medizintechnik eingesetzten Titanwerkstoffe und Sonderlegierungen werden vor der Ofenreise mit speziellen Verglasungen beschichtet (Bild 6).

VERGLASUNG VON SPEZIALLEGIERUNGEN

Bei Titan, Inconel und Sonderlegierungen werden Verglasungen auf den Rohling oder Block aufgetragen. Durch die Auswahl der Silikate und Additive (Metalloxide) sowie der Korngrößen können unterschiedliche Anwendungen und Ofenreisen von 30 Minuten bis 16 Stunden realisiert werden (Bild 7).

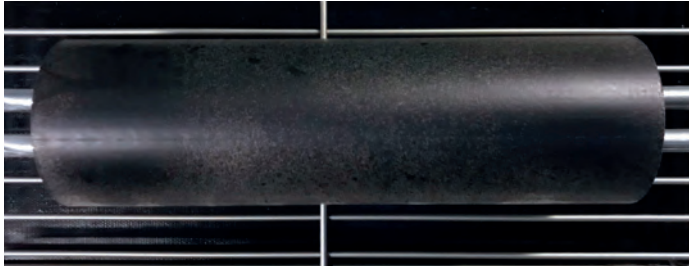


Bild 6: Zunderschutz-Beschichtung am Rohling [C]

Hierdurch werden maßgeblich folgende Parameter beeinflusst

- Oxydation/Zunder
- Reibung
- Wärmeabfuhr
- Wasserstoffdiffusion
- Phasenumwandlungen, gegebenenfalls α -/ β -Phase

GRAPHITFREIE („WEISSE“) GEsENKTRENNSTOFFE

Die graphitfreien, sogenannten „weißen“ Gesenktrennstoffe haben in der Warmmassivumformung eine wachsende Bedeutung und verdrängen die graphithaltigen Produkte. Hierzu zählen:

- Seifen-/salzbasierte Trennstoffe
- Seifen-/salzbasierte Trennstoffe mit Polymeradditiven
- „graue“ Trennstoffe als Mischform. Dies sind „weiße“ Trennstoffe mit einem geringen Graphitanteil, die speziell in der Aluminiumumformung Anwendung finden.

Der interessante Vorteil dieser Trennstoffe gründet auf der „sauberen Fabrik“. Dazu zählen die feststofffreie Formulierung, geringe Rückstände im Werkzeug und dem Pressenraum, hoher Arbeitsschutz und gute Wirtschaftlichkeit. Speziell in diesem Produktsortiment wurden in den letzten Jahren durch neue Inhaltstoffe und Formulierungen nicht zu unterschätzende Fortschritte erzielt.

Moderne Gesenktrennstoffe und Beschichtungen unterstützen die Massivumformung in Bezug auf:

- Reibungsminderung zwischen Werkzeug/Gesenk und Werkstück
 - Trennwirkung/Ausformen
 - Materialfluss (Stauchen, Fließen, Steigen)
 - Verschleißminderung im Gesenk
- Wärmehaushalt/-abfuhr aus dem Werkzeug/Gesenk
- Geringe Belastung der Umwelt (Mensch/Maschine/Umwelt)



[1] Deters, L.: Magdeburger Wissenschaftsjournal 1/2004,

[2] Sommer, K.; Heinz, R.; Schöfer, J.: Erweitertes Stribeck-Diagramm aus Verschleiß metallischer Werkstoffe, DOI 10.1007/978-3-8348-2464-6_2, Springer 2014, S.12, Bild 2.4

[3] Ablauf Ringstauchversuch mit Sprühfeld, Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover

[4] Yen, B.K.; Schwickert, B.E.: IBM Almaden Research Center, 650, Harry Road, San Jose, CA 95120, SLAC-PUB-10429, May 2004; <http://www.slac.stanford.edu/cgi-wrap/getdoc/slac-pub-10429.pdf>

[C] Bildnachweise CONDAT-groupe, CONDAT S.A., F-Chasse-sur-Rhône



Bild 7: Verglasung von Titan [C]

Bilder: CONDAT

Zur Auswahl geeigneter Gesenktrennstoffe müssen folgende Faktoren/Parameter berücksichtigt werden:

- Art, Geometrie und Anforderungen des Schmiedeteils, Stufen-/Stadienverlauf
- Umformwerkstoff, Werkstoffparameter, Zustand
- Umformpresse, Equipment, Erwärmung, Sprühtechnik, Zykluszeiten
- Umformtemperatur, Werkzeugtemperaturen, allgemeiner Temperaturhaushalt

SCHMIERTECHNIK

Neben den Umformschmierstoffen selbst ist für deren optimierte Funktionsweise die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit der Sprüh- und Mischtechnik von ebenso großer Bedeutung. Auch bei der Dosier- und Sprühtechnik konnten interessante Entwicklungen realisiert werden. Für immer kleinere Losgrößen und zudem komplexere Geometrien gelten der Einsatz von angepassten Spezialprodukten sowie teilebezogene Mischungsverhältnisse und Applikationstechniken heute als unumgänglich.

In Verbindung mit automatischen Mischsystemen können Gesenktrennstoffe und deren teilespezifische Einsatzkonzentrationen für jeden Auftrag optimiert gefahren werden. Dies hilft nicht nur, die Trennstoffverbräuche zu minimieren, vielmehr verbessern adaptierte Trennstoffparameter ganz entscheidend deren Eigenschaften und darüber hinaus die Wirkung von Materialfluss, Werkzeugkühlung, Oberflächenbeschaffenheit und Trennwirkung.

Nicht zuletzt sind auch die Instandhaltungsschmierstoffe entscheidend für die Verfügbarkeit der Produktionsmittel sowie für die Arbeitssicherheit bis hin zum Brandschutz.

ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Auswahl des Umformschmierstoffs hat speziell im Bereich der Warmmassivumformung eine große Bedeutung mit zumeist unterschätztem Einsparpotenzial. Die recht einfache und kostengünstige Möglichkeit, im Fertigungsprozess unterschiedliche Schmierstoffe anzuwenden, eröffnet mit regelmäßigen Produktbenchmarks und Trials ebenfalls erhebliche Optimierungspotenziale. Die etablierten Schmierstoffhersteller bieten neben fachkundiger Beratung vor Ort auch Schulungsmodule an. Auch die Zusammenarbeit mit der Sprüh- und Mischtechnik ist von entscheidender Bedeutung. Die Schmierstoffanwender können somit Performance und Corporate-Social-Responsibility-(CSR-)Strategien optimieren sowie Kosten reduzieren.



CONDAT GmbH
Köppenweg 3 | 53945 Blankenheim
Telefon+49 2449 206480
E-Mail: ik@condat-schmierstoffe.de
Internet: www.condat-schmierstoffe.de

PRODUCTION LINES FOR WHEEL SETS



Gewalztes Eisenbahnrad



Räderwalzmaschine



Schmieden von Eisenbahnachsen

EINZIGARTIG IN BEZUG AUF WIRTSCHAFTLICHKEIT, PRÄZISION UND LEBENSDAUER

SMS group Räderwalzmaschinen produzieren Vollräder und Radscheiben aus gepressten Rohlingen. Spezialisierte Pressen zur Herstellung der erforderlichen Räderrohlinge sowie zum Kumpeln und Lochen der Räder nach dem Walzen vervollständigen die Fachkompetenz von SMS group als Technologieführer in dieser spezialisierten Branche. Die Radialschmiedemaschinen SMX von SMS group schmieden sowohl Einzel-, Doppel- als auch Dreifachachsen mit einem homogenen Gefüge über

den gesamten Achsquerschnitt aus einem Block und in nur einer Hitze.

Für das Schmieden von Rädern und Eisenbahnachsen bietet die SMS group Anlagenlayouts, die exakt auf die speziellen Anforderungen dieser komplexen Aufgabenstellung ausgelegt sind.

Gemeinsam schafften wir einen Mehrwert entlang der Wertschöpfungskette.

Leading partner in the world of metals



SMS group GmbH
Stockumer Straße 28
58453 Witten
Telefon: +49 2302 7098 3439
Telefax: +49 2302 7098 3356
ringrolling@sms-group.com

SMS group
www.sms-group.com



Bild: ©Josep Suria – istockphoto.com - 1249627169

Home-Office und seine Risiken – wie Unternehmen die neue Normalität richtig absichern

Die Covid-19-Pandemie bestimmt seit nunmehr einem Jahr unser tägliches Tun und wird uns noch einige Zeit beschäftigen. Die Pandemie hat zu tiefgreifenden Veränderungen in der Gesellschaft und insbesondere in der Arbeitswelt geführt. Auch die Versicherungen der Unternehmen sind davon betroffen.

Offen gestaltete Großraumbüros, welche vor der Pandemie als modern galten, wurden zum Problem. Persönliche Kontakte vermeiden, sich räumlich isolieren und trotzdem produktiv bleiben war und ist die Devise. Für viele Beschäftigte wurden deshalb von heute auf morgen die eigenen vier Wände zum Büro.

Zahlreiche Arbeiten können – dank der Digitalisierung von Arbeitsprozessen und Arbeitsmitteln sowie mit der richtigen und durchdachten Herangehensweise – mittlerweile auch von zu Hause in vergleichbarer Qualität und Geschwindigkeit erbracht werden. Durch die Arbeit im Home-Office können jedoch auch Risiken entstehen, die man als Unternehmen kennen, berücksichtigen und steuern muss.

AUTOR

**Dennis Gottschalk, B.A.**

ist Industriekundenbetreuer
bei der VSM Versicherungsstelle
Stahl- und Metallverarbeitung
GmbH in Dortmund

In der Regel muss die Umstellung auf das Home-Office schnell und unkompliziert erfolgen. Dies kann dazu führen, dass etablierte Prozesse und interne Sicherheitsvorschriften etwas großzügiger ausgelegt oder interne Prüf- und Freigabeprozesse verkürzt werden. Wenn nicht ausreichend firmeneigene Rechner zur Verfügung gestellt werden können, werden möglicherweise private Rechner der Beschäftigten temporär für Firmenzwecke eingesetzt. Diese entsprechen häufig nicht den Vorgaben hinsichtlich Antivirenlösungen, Passwortschutz, Zugangs- und Zugriffsbeschränkungen, Absicherung der Netzwerkverbindung, VPN Lösungen et cetera. Darüber hinaus werden kurzfristig Kommunikationslösungen freigeschaltet, die keinen internen Prüf- und Freigabeprozess durchlaufen haben und möglicherweise kritische Sicherheitslücken aufweisen können. Da davon auszugehen ist, dass selbst nach der Pandemie ein großer Teil der Angestellten weiter aus dem Home-Office arbeiten wird, sollten eine sinnvolle Risikobetrachtung und ein vernünftiges Risikomanagement genutzt werden.

VERÄNDERTE RISIKEN IM HOME-OFFICE

Versicherungsseitig sind verschiedene Sparten betroffen, wenn Arbeitsplätze ins Home-Office verlagert werden. Dies betrifft die Absicherung der Beschäftigten, der Daten sowie der Technik.

Für das Arbeiten von zu Hause werden die Beschäftigten in der Regel mit Technik des Unternehmens ausgestattet. Bei Schäden an den überlassenen Geräten greift die Elektronik-Versicherung des Unternehmens. Deckung für derartige Schäden besteht bis zur Höhe der vereinbarten Versiche-



rungssumme. In der Sachversicherung gibt es darüber hinaus eine eingeschränkte Deckung über die sogenannte Außenversicherung. Die Unternehmen müssen darauf achten, dass bei einem Einbruchdiebstahl häufig höhere Selbstbeteiligungen und Höchstentschädigungen vereinbart sind. Wird zusätzliche Hardware angeschafft, ist dies der Versicherung zu melden, sodass die Versicherungssumme angehoben wird.

Doch nicht nur an, sondern auch durch die überlassenen Geräte können Schäden entstehen: Durch den Kurzschluss eines Firmen-Laptops kann es eventuell zu einem Zimmerbrand im Home-Office kommen. Über die Betriebshaftpflicht-Versicherung besteht nur dann eine Deckung, wenn das Unternehmen eine Schuld an dem Brand trifft. Dies könnte zum Beispiel der Fall sein, wenn eine mangelhafte Wartung oder Reparatur durch den Service aus dem eigenen Haus erfolgt und darin die Ursache für den Brand zu finden ist. Deshalb gilt es, die Betroffenen darauf hinzuweisen, dass sie prüfen müssen, ob



ihre eigene private Hausratversicherung die Schäden an den privaten Gegenständen deckt. Die Hausratversicherung sieht eine Entschädigung zum Neuwert vor; das Verschulden spielt keine Rolle.

Wenn Unternehmen durch die digitale Transformation auch die Produktionssteuerung ins Home-Office verlegen und dadurch Geisterschichten entstehen, ist es unerlässlich, den Kontakt zum Versicherer zu suchen, da Geisterschichten als ein gefahrerhöhendes Risiko in der Sachversicherung angesehen werden.

ARBEITSUNFÄLLE IM HOME-OFFICE

Doch nicht nur technische Geräte können im Home-Office einen Schaden erleiden, sondern auch die Beschäftigten. Generell sind diese während der Arbeit und auf dem Weg zur Arbeit über die gesetzliche Unfallversicherung abgesichert. Im Home-Office verschwimmen jedoch Arbeit und Freizeit, was zum Problem werden kann.

Grundsätzlich gilt: Ein Unfall infolge einer versicherten Tätigkeit ist ein Arbeitsunfall und steht damit unter dem Schutz der gesetzlichen Unfallversicherung. Maßgeblich ist nicht der Ort der Tätigkeit, sondern ob die Tätigkeit in einem engen Zusammenhang mit den beruflichen Aufgaben steht.

Die Abgrenzung zwischen versicherter und unversicherter Tätigkeit ist gerade im Home-Office nicht ganz einfach, weshalb die Einordnung als Arbeitsunfall in gleichem Maße kompliziert ist. Unternehmen können mit einer betrieblichen Gruppenunfallversicherung über die Privatwirtschaft nachjustieren.

Es gibt generell zwei Möglichkeiten: Die erste ist eine Ausschnittsdeckung, welche die Lücken der gesetzlichen Unfallversicherung schließt. Diese Absicherung bietet Schutz für die Beschäftigten während der Arbeitszeit im Home-Office inklusive Pausen (zum Beispiel Toilettengang, Frühstückspause, Mittagessen, Kaffee holen und Betreuung von minderjährigen Kindern). Alternativ bietet sich die Möglichkeit den Mitarbeitern ganzheitlich etwas Gutes zu tun und diese mit einer vollwertigen Unfallversicherung (weltweite 24/7-Deckung) für private und berufliche Unfälle auszustatten. Beide Formen der Absicherung sind mit niedrigen zweistelligen Eurobeträgen pro Person und Jahr erschwinglich, sodass Unternehmen mit geringem Aufwand ihre Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen und deren Arbeitskraft absichern können.

BEDROHUNG DURCH CYBERKRIMINALITÄT

Nicht zu vergessen ist, dass neben den Angestellten auch Kriminelle verstärkt im Home-Office arbeiten! Cyberkriminalität nimmt auch in der Pandemie weiter zu. Durch Cyberkriminalität steigt der Druck auf den deutschen Mittelstand enorm – Viren, Trojaner und Hacker sind reale Gefahren, gerade dann, wenn der Schutz durch provisorische Home-Office-Lösungen geschwächt ist. Sie dringen in Firmennetzwerke ein, legen die Produktion oder Buchhaltung lahm und verseuchen E-Mails mit gefährlichen Anhängen. Unternehmen sollten deshalb mit einer Cyber-Risk-Versicherung vorsorgen. Zur Absicherung gegen Schäden infolge von Cyberkriminalität wird an dieser Stelle auf die massivUMFORMUNG, Ausgabe September 2016, „Cyber Risiken in Zeiten von Industrie 4.0 – Neue Herausforderungen für Unternehmen und deren Versicherungsschutz“ verwiesen.

Die Pandemie zwingt Unternehmen und Beschäftigte dazu, ihre Arbeitsweise zu verändern. Gleichmaßen muss der Versicherungsschutz an die neue Normalität angepasst werden. Haben Sie selbst Arbeitsplätze ins Home-Office verlagert oder planen Sie dies zu tun, suchen Sie das Gespräch mit einem Versicherungsmakler, um Ihr Unternehmen und Ihre Angestellten passend abzusichern.



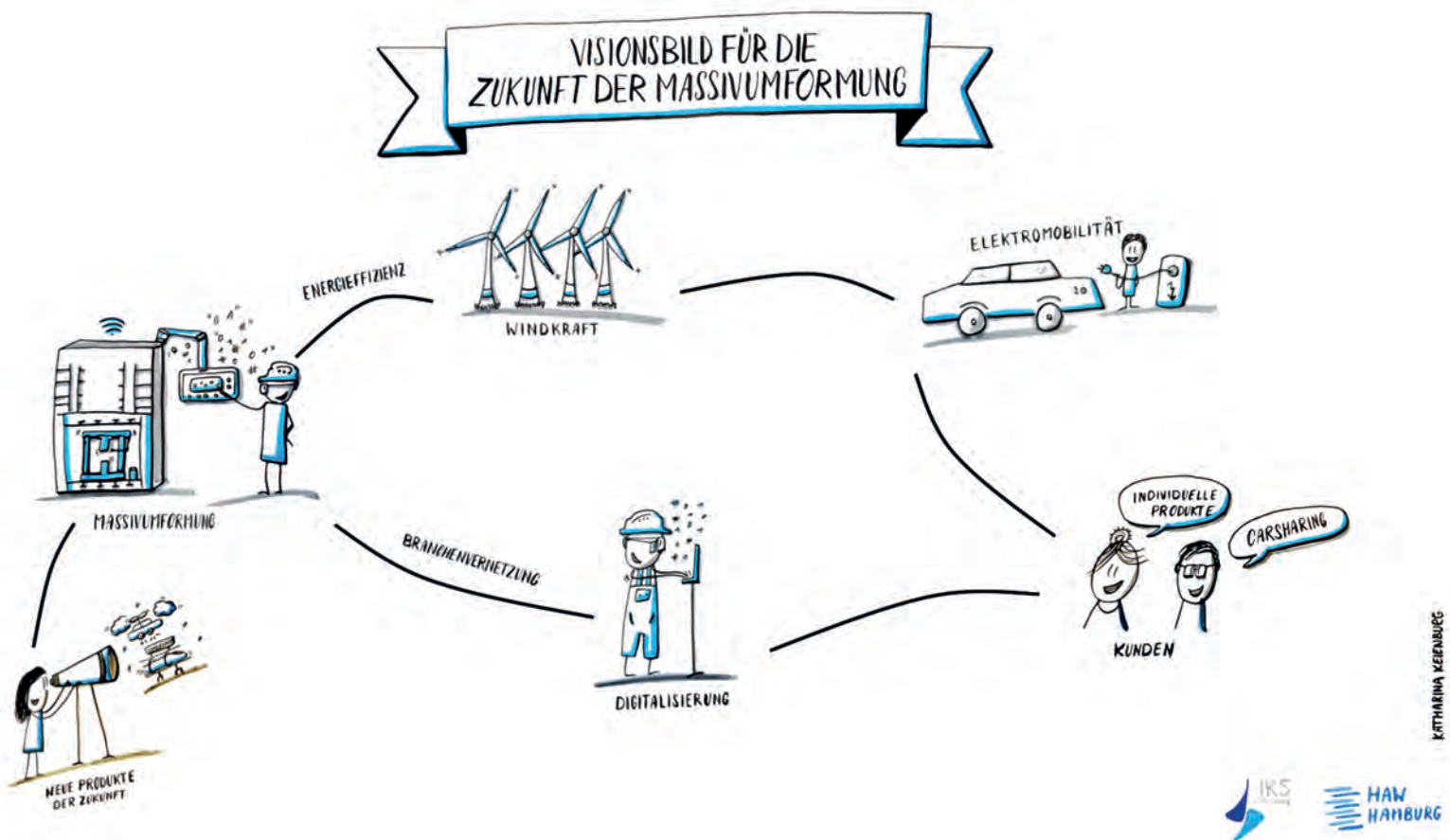
VSM Versicherungsstelle
Stahl- und Metallverarbeitung GmbH
Hohenzollernstraße 2
44135 Dortmund
Telefon: +49 231 5404521
E-Mail: info@versicherungsstelle.com
Internet: www.versicherungsstelle.com

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.



Innovative Geschäftsmodelle für die Zulieferer in der Umformtechnik – Business-Modell CANVAS

Die Umformtechnik befindet sich aktuell im Spannungsfeld zwischen technologischen Veränderungen einerseits und marktwirtschaftlichen Herausforderungen andererseits. Als eine Sparte des deutschen Maschinenbaus ist sie im Besonderen von den aktuellen Trends und teilweise disruptiven Entwicklungen betroffen: Elektro-Mobilität, Plattform-/Sharing-Konzepte, Digitalisierung, Klimaschutz, Energieeffizienz sowie Konjunkturschwankungen aufgrund veränderten Kaufverhaltens und der Globalisierung.

AUTOREN



Yannick Probst, M.Sc.

ist Absolvent des hochschulübergreifenden Studiengangs Wirtschaftsingenieurwesen (HWI) in Hamburg und hat seine Masterarbeit im Schwerpunkt Produktionstechnik an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) Hamburg geschrieben.



Prof. Dr.-Ing. Enno Stöver

lehrt Produktionstechnik/
Umformtechnik im Department
Maschinenbau und Produktion
an der Hochschule für Angewandte
Wissenschaften (HAW) Hamburg



Dr. Florian Vogt

vermittelt und unterstützt in der
Innovations Kontakt Stelle (IKS) Hamburg
und im Artificial Intelligence Center (ARIC)
Hamburg Kooperationen zwischen Wirtschaft
und Wissenschaft

In der Automobilindustrie, dem dominanten Umsatztreiber der Massivumformung, treibt die E-Mobilität einen strukturellen technologischen Wandel in der Antriebstechnik voran. Mit der zunehmenden Elektrifizierung des Automobils wird sich der Bedarf umformtechnisch hergestellter Bauteile – vor allem im Antriebsstrang – langfristig stark reduzieren. Auf der anderen Seite erhöht er sich durch eine Vielzahl an neuen kleineren Bauteilen, etwa durch die Notwendigkeit von Verbindungselementen im Bereich des Batteriekastens [1]. Daher bietet der Elektromotor durchaus neue Chancen und Potenziale für die Massenproduktion neuartiger Bauteile.

Zudem führen Car-Sharing-Konzepte zu einer veränderten Nutzung des Automobils – weg von einem Statussymbol zu einer Mobilitätsplattform. Die zweite große technologische Herausforderung besteht in der digitalen Transformation dieser Branche. Digitalisierungsstrategien spielen eine entscheidende Rolle, um im steigenden Wettbewerb konkurrenzfähig zu bleiben. Die Wünsche der Kunden ändern sich in immer kürzeren Abständen. Hohe Flexibilität als Antwort auf Kundenindividualität, Produktivität und Ressourceneffizienz sollen im Rahmen der Transformation unter dem Stichwort Industrie 4.0 verwirklicht werden. Mithilfe intelligenter Produkte und smarter Maschinen sowie der Vernetzung der einzelnen Systeme wird die Grundlage für die Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle geschaffen. Letztlich erhöht das auch die Resistenz sowie die Regenerationsfähigkeit gegenüber Stillständen und Wirtschaftskrisen aufgrund von verbesserten Prognosen signifikant. Nicht zu unterschätzen ist in diesem Zusammenhang, dass die Digitalisierung nicht nur die Produktion transformiert, sondern auch die oben schon beschriebenen Produkte beziehungsweise Plattformen [2].

Neben der Digitalisierung als großer technologischer und wirtschaftlicher Herausforderung spielt die Energieeffizienz in unserer heutigen Gesellschaft eine immer wichtigere Rolle. Die Forderungen nach klimafreundlichem Wirtschaftswachstum und der Verringerung des CO₂-Ausstoßes werden lauter. Für Deutschland, das wirtschaftsstärkste Land Europas, ist es eines der obersten Ziele, die Treibhausgasemissionen bis 2030 um 55 Prozent gegenüber den Emissionen von 1990 zu reduzieren. Umformtechnische Betriebe müssen sich daher auf entsprechende Maßnahmen der Bundesregierung einstellen und proaktiv eine energieeffiziente Produktion fördern [3].

Eine weitere Herausforderung liegt in der aktuellen wirtschaftlichen Situation Deutschlands sowie der gesamten Weltwirtschaft. Die Zeichen für einen wirtschaftlichen Abschwung verdichteten sich bereits zum Ende des vorletzten Jahres, als ein Rückgang der wirtschaftlichen Produktivität zu erkennen war. Mit dem globalen Ausbruch des SARS-CoV-2-Virus und dem anschließenden Lockdown kam es zu Produktionsstopps und zum zeitweisen Auseinanderbrechen der Lieferketten. In der Folge hat sich die Geschäftslage vieler Unternehmen branchenübergreifend erheblich verschlechtert. Für die kleinen und mittelständischen Unternehmen der Umformtechnik hat sich insbesondere mit dem drastischen Rückgang der Absatz- und Produktionszahlen in der Automobilindustrie die Auftragslage kurzfristig stark negativ entwickelt [4]. Hierbei ist deutlich geworden, dass eine zu große Abhängigkeit von einer einzelnen Branche ein wirtschaftliches Risiko darstellt. Eine flexiblere Produktion und eine stärkere Diversifikation der Produktpalette sind daher zentrale Herausforderungen, denen sich die Unternehmen der Umformtechnik stellen müssen.

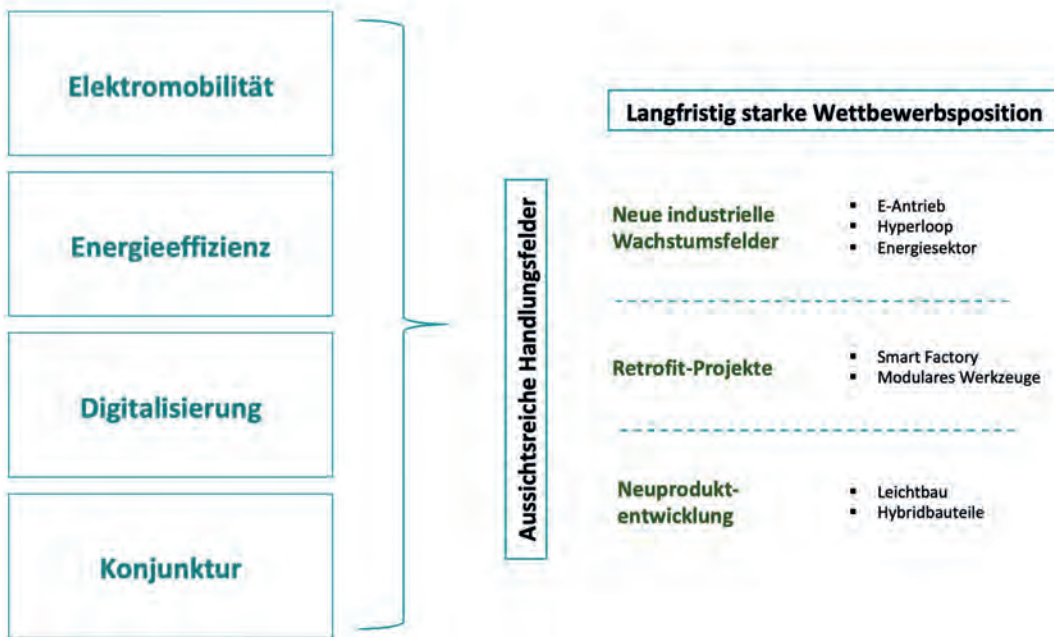


Bild 1: Aktuelle Herausforderungen und mögliche Handlungsfelder in umformtechnischen Betrieben

POTENZIELLE HANDLUNGSFELDER FÜR DIE ZUKÜNFTIGE GESCHÄFTSENTWICKLUNG

Auf Basis der aktuellen Herausforderungen lassen sich Handlungsfelder für die Unternehmen der Branche identifizieren, die auf lange Sicht eine gute Wettbewerbsposition versprechen und eine Möglichkeit bieten, das eigene Geschäft weiter auszubauen und zu diversifizieren. Der Fokus liegt hierbei auf den Bereichen der Neuproduktentwicklung, Retrofit-Projekten sowie starken industriellen Wachstumsfeldern.

Die Innovationsfähigkeit und damit die Entwicklung neuer oder optimierter Produkte im Zusammenspiel mit dem jeweiligen Kunden ist für die Unternehmen in der Umformtechnik eine wichtige Kompetenz, um langfristiges Wachstumspotenzial erschließen zu können. Eines der Kernthemen wird auch in Zukunft die Erschließung von Leichtbaupotenzialen sein, insbesondere im Fahrzeugbau. Andere Materialien, insgesamt weniger Material und auch konzeptionelle Neuentwicklungen mit Blick auf gewichtsnormierte bessere Eigenschaften bilden die Forschungsschwerpunkte. Hieraus können entscheidende Wettbewerbsvorteile generiert werden.

Auch Retrofit-Projekte bieten aussichtsreiche Möglichkeiten, sich für die Zukunft zu rüsten und Marktvorteile aufzubauen. Mit derartigen Projekten können bestehende Produktionsanlagen modernisiert oder nachgerüstet werden, sodass ein neues Level der Produktion erreicht werden kann, ohne die komplette Anlage auszutauschen. Alternativ stellen insbesondere im Bereich der Umformtechnik die Investitionen in neue Maschinen und Anlagen einen extrem großen Kostenfaktor dar. Neben dem Monitoring bei der Produktion von Umformbauteilen über „Condition-Monitoring“-Systeme und „Predictive-Maintenance“-Ansätze ergeben sich weitere vielversprechende Chancen aus der Nutzung der Digitalisierung. So lassen sich zum Beispiel Entwicklungs- und Markteinführungszeiten mithilfe digitaler Tools signifikant verkürzen. Durch das realitätsgetreue Abbild der realen

Werkzeugmaschine ist die vollständige Prototypenentwicklung möglich. Produktionsversuche und Tests an der realen Maschine können dadurch weitestgehend substituiert werden. Ebenso lässt sich die Zeit der Inbetriebnahme der Maschine reduzieren, da diese virtuell vorgenommen werden kann.

Es sind nicht nur die technologischen Weiterentwicklungen, die einen nachhaltigen langfristigen Unternehmenserfolg ermöglichen können, sondern auch die Potenziale, die in neuen industriellen Wachstumsfeldern identifiziert werden können. Neben der Elektro-Mobilität, die sich keineswegs nur auf die Automobilindustrie beschränkt, bieten auch der zunehmende Schienenverkehr sowie innovative Konzepte wie der Hyperloop Potenziale für Umformbauteile. Darüber hinaus werden auch zukünftig Projekte im Bereich der Energietechnik von großer Bedeutung sein. Für die Erreichung der Klimaziele werden die erneuerbaren Energiequellen stark ausgebaut, insbesondere in der Windenergie. Hierbei wirkt sich das sogenannte Repowering, also das Austauschen alter Windenergieanlagen mit neuen Anlagen und größerer Leistungskapazität, langfristig positiv auf den Bedarf an Umformbauteilen aus. Zusammenfassend sind die aktuellen Herausforderungen und mögliche Handlungsfelder in Bild 1 dargestellt.

GESCHÄFTSMODELL „EXPERTEN-KONFIGURATOR“ – IDEE UND MÖGLICHE IMPLEMENTIERUNG

Zwei Faktoren, um eine Basis für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle zu legen, sind die Digitalisierung und die Erhöhung der Flexibilität, zum Beispiel durch zunehmende Modularität im Werkzeugbau. Dieses gilt gerade in Anbetracht der Herausforderungen und der möglichen zu erschließenden Handlungsfelder. Eine digitalisierte, modular aufgebaute Produktion erhöht die Ressourceneffizienz, schafft umfangreiche Möglichkeiten für Prozess- und Produktsimulationen und bietet ein hohes Potenzial zur Diversifikation der Produktpalette. Unternehmen, die sich diesen Entwicklungen vollständig



Cogne Edelstahl GmbH

ROSTFREIE STAHLSPESIALITÄTEN 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

entziehen, fahren ein hohes Risiko, langfristig unprofitabel zu werden, da sie auf die marktwirtschaftlichen Veränderungen nicht adäquat reagieren können. In Zeiten der Globalisierung, immer kürzerer Entwicklungszyklen und der Forderung nach innovativen und energieeffizienten Produkten ist die Fähigkeit, das eigene Produktportfolio kontinuierlich zu optimieren und anzupassen, von elementarer Bedeutung.

Eines der zentralen Ziele ist, eine hohe Auslastung der Produktionskapazitäten zu erreichen. Je höher die Auslastung, desto schneller amortisiert sich eine Maschine und desto geringer fallen die Fixkosten wie beispielsweise für Wartung ins Gewicht. In dem Bestreben, die Auslastung der Umformmaschine zu erhöhen, ergibt sich ein neuartiges Konzept für ein Geschäftsmodell, das die Anbindung der Umformmaschine an eine geeignete Plattform im Internet vorsieht. Über ein E-Procurement-System können die Kunden einen Auftrag für die Produktion von Standardbauteilen zu verfügbaren Produktionszeiten bei garantierten Lieferterminen tätigen. Der Kunde bekommt einen Einblick in die freien Kapazitäten der Umformmaschine und profitiert von verhältnismäßig günstigen Preisen.

Das zweite Geschäftsmodell, welches sich vor dem Hintergrund der aktuellen Herausforderungen anbietet, sind Beratungsdienstleistungen in Kooperation mit verschiedenen Schlüsselpartnern aus der Industrie, den Forschungseinrichtungen und Verbänden. In einer globalisierten Welt mit schnellleibigen Produkten und zunehmend kürzeren Markteinführungs- und Entwicklungszeiten wird die direkte Einbindung neuer und

bestehender Kunden immer wichtiger. Eines der zentralen Innovationshemmnisse ist jedoch die mangelhafte Kommunikation und Abstimmung entlang der Wertschöpfungskette. Die Lösung, und damit gleichzeitig ein neues Geschäftsmodell für KMU in der Umformtechnik, findet sich im Angebot beratender Tätigkeiten. Dies ermöglicht einerseits kurzfristig neue Umsatzpotenziale und andererseits langfristig die Entstehung neuer Partnerschaften und Geschäftsverbindungen. Das Nutzenversprechen für den Kunden ergibt sich aus der Identifizierung kundenspezifischer Probleme sowie dem Aufzeigen von umformtechnischen Lösungen.

Das heißt also, dass die Unternehmen der Umformtechnik in die zukünftige Entwicklung der OEMs aus dem Industrie- und Konsumgüterbereich stärker mit eingebunden werden sollen. Dazu gehört auch die Optimierung der bereits verwendeten Lösungen über die Realisierung möglicher Leichtbaupotenziale. Mit dem Angebot können sowohl bestehende Kunden beispielsweise im Rahmen von Aftersales-Services als auch neue Kunden aus neuen industriellen Wachstumsfeldern beraten werden, die von den Vorteilen umformtechnischer Bauteile bisher noch nicht profitiert haben.

Weitere typische Probleme sind eine sinkende Nachfrage, Kunden aus überwiegend ein und derselben Branche oder ein zunehmend starker Verdrängungswettbewerb gerade in Zeiten konjunkturellen Abschwungs. Ein mögliches Lösungsmodell soll mit dem sogenannten „Experten-Konfigurator“ vorgestellt werden (Bild 2). Der Fokus liegt hierbei auf der kundenindividuellen

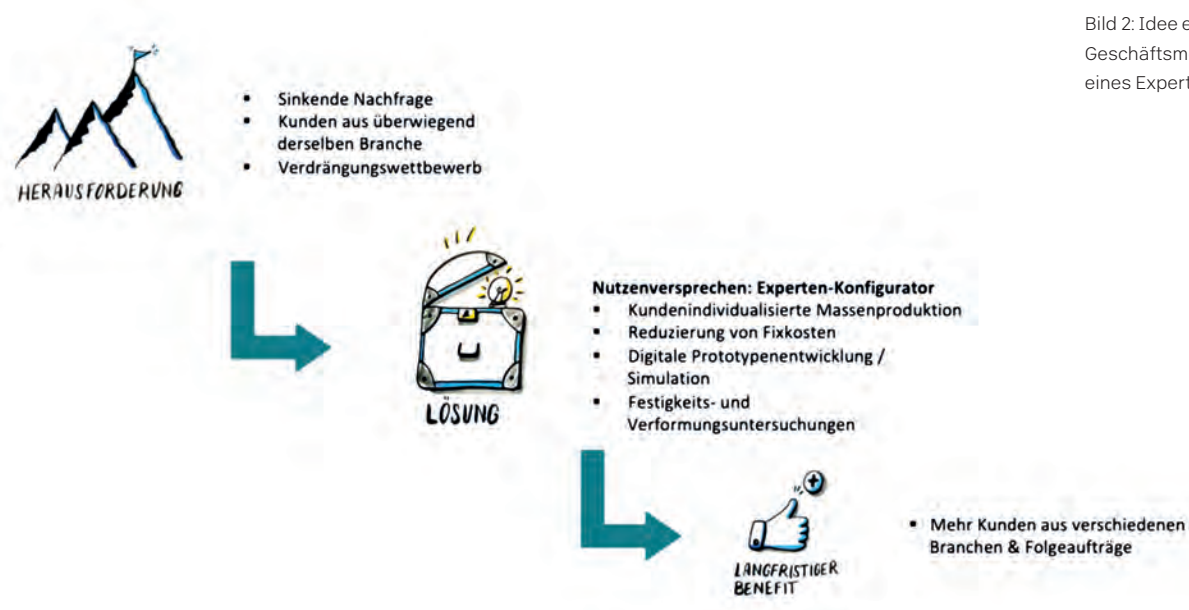


Bild 2: Idee eines neuen Geschäftsmodells – Lösungsweg eines Expertenkonfigurators [5]

alisierten Massenproduktion („mass customization“). Dahinter steckt die Idee, dass der Zulieferer seinen Kunden einen Produktkonfigurator zur Verfügung stellt. Derartige Konfiguratoren sind ein standardmäßiges Hilfsmittel, um „mass customization“ anbieten zu können. Ein klassisches Beispiel dafür sind die individualisierten Sportschuhe eines großen Sportartikelherstellers oder aber auch das Konfigurieren eines Neuwagens. Der hier angesprochene Konfigurator geht jedoch einen großen Schritt weiter. Der Kunde hat die Möglichkeit, über eine nutzerzentrierte Plattform Zugriff auf das digitale Abbild der Umformmaschine des Zulieferers sowie auf ein online angebundenes Konstruktionsprogramm zu bekommen. Auf diese Weise kann er innerhalb des Konfigurators sein gewünschtes Bauteil gemäß seinen Anforderungen neu entwickeln – auf Basis der vom Zulieferer bereitgestellten Umformmaschine. Der Konfigurator geht also über das standardmäßige An- und Abwählen einzelner Elemente hinaus. Der Kunde gestaltet sein Bauteil von A bis Z

selbstständig unter den vorgegebenen Bedingungen, die sich aus den Einstellmöglichkeiten der Umformmaschine und aus den Möglichkeiten des modularen, standardisierten Werkzeugsystems ergeben. Mithilfe des digitalen Zwillings bekommt der Kunde den Einblick, zu welcher Leistung die Maschine imstande ist. Damit wird die komplette digitale Prototypenentwicklung angeboten. Der große Mehrwert für die Kunden, das sind OEMs aus dem produzierenden Gewerbe, besteht darin, dass sie die Produktion der Bauteile auslagern und gleichzeitig an der entsprechenden Umformmaschine neue Produkte entwickeln und Simulationen durchführen können. Dadurch lassen sich auf der Kundenseite Fixkosten im Maschinenpark und im Fachpersonal langfristig reduzieren. Zulieferern wird damit wiederum die Möglichkeit geboten, Kunden aus verschiedenen Branchen zu akquirieren und über das Plattformangebot sowie einem intensiven Kundensupport Produktionsaufträge aus aller Welt zu generieren.

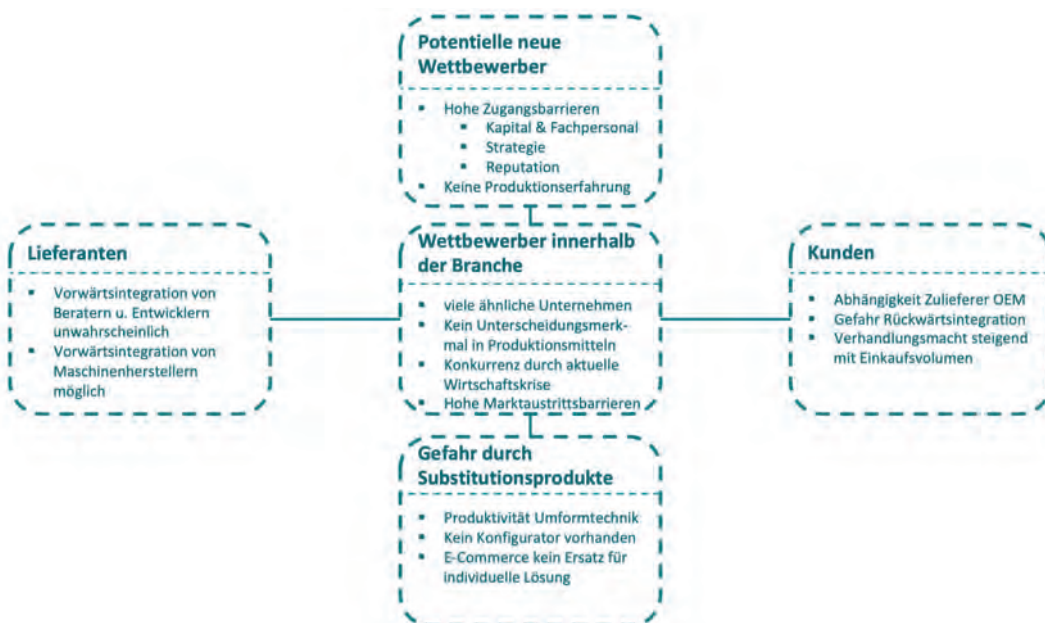


Bild 3: Analyse der Innovationsstrategie nach der Porter's five-Forces-Methode

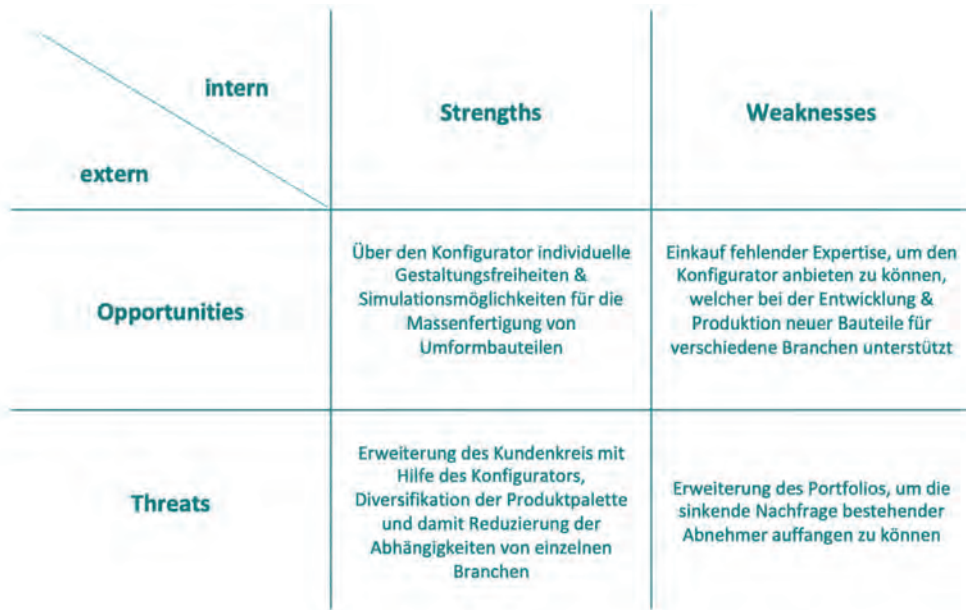


Bild 4: Analyse der Innovationsstrategie nach der SWOT-Methode
Bilder: Autoren

Eine derartige Lösung kann nur schrittweise und in Zusammenarbeit mit dem Kundensegment implementiert werden. Die virtuelle Produktion neu entwickelter Bauteile sollte zunächst auf eine Umformmaschine begrenzt werden. Hierbei gilt es, das Plattformangebot zu perfektionieren und im Rahmen des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) ständig zu optimieren. Da es sich um ein sehr erklärungsintensives Angebot handelt, bedarf es einer intensiven Einbindung des/der potenziellen Kunden. Wichtig ist dabei, mit Firmen zu kooperieren, die ein nachhaltiges Interesse daran haben, Teile ihrer Produktion auszulagern. Eine Analyse dieses Geschäftsmodells wurde entsprechend Porter's-five-Forces (Bild 3) durchgeführt, ebenso eine SWOT-Analyse (Bild 4). Dabei wurde deutlich, dass damit einer Rückwärtsintegration der Kunden entgegengewirkt werden kann. Außerdem bieten sich Entwicklungsmöglichkeiten in neue Geschäftsfelder, weil die Unternehmen der Massivumformung ihr Expertenwissen und ihre Stärken ausnutzen, um ihre Wettbewerbsposition langfristig zu sichern.

AUSBLICK UND KOOPERATIONSMÖGLICHKEITEN

An der HAW Hamburg hat sich ein Team aus Studierenden und Lehrkräften zusammengefunden, um an der Realisierung von Lösungskonzepten wie dem „Experten-Konfigurator“ zu arbeiten. Eventuell entsteht hieraus ein studentisches Unternehmen, das künftig beratende Tätigkeiten zu Themen wie „agile Fertigung“ und „fertigungstechnische Optimierung umformtechnischer Bauteile“ anbietet. Im Rahmen von Workshops und Netzwerkveranstaltungen werden Zulieferer, OEM, Digitalisierungsexperten und potenzielle Schlüsselpartner dazu eingeladen, das vorgeschlagene Geschäftsmodell weiter auszuarbeiten sowie die Bedarfe dieser Lösung auf Seiten des Kunden wie auch auf Seiten des Zulieferers zu erörtern. Ferner ist es das Ziel, den Konfigurator zusammen mit einem geeigneten KMU zu konkretisieren und auf die spezifischen Umformkompetenzen des KMU auszurichten. In einem iterativen Prozess wird das Geschäftsmodell unter Zuhilfenahme der Schlüsselpartner weiterentwickelt und umgesetzt, während parallel dazu die besonderen Anforderungen der OEM an ein derartiges Konfigurator-Konzept abgesteckt und in

die Entwicklung mit einbezogen werden. Auf diese Weise wird das Geschäftsmodell sukzessive implementiert und bietet für alle Beteiligten einen wirtschaftlichen Mehrwert.



[1] Busse, A.; Göbbels, R. (Hrsg.): Einfluss der Elektromobilität auf die Massivumformung, massivUMFORMUNG, Sept. 2018, S. 24 – 27

[2] Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.; Vogel-Heuser, B.; Kagermann, H. (Hrsg.): Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014. ISBN: 978-3-658-04682-8, S. 607

[3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klimamassnahmen-data.pdf>, (S. 16)., aufgerufen am 09.03.2021

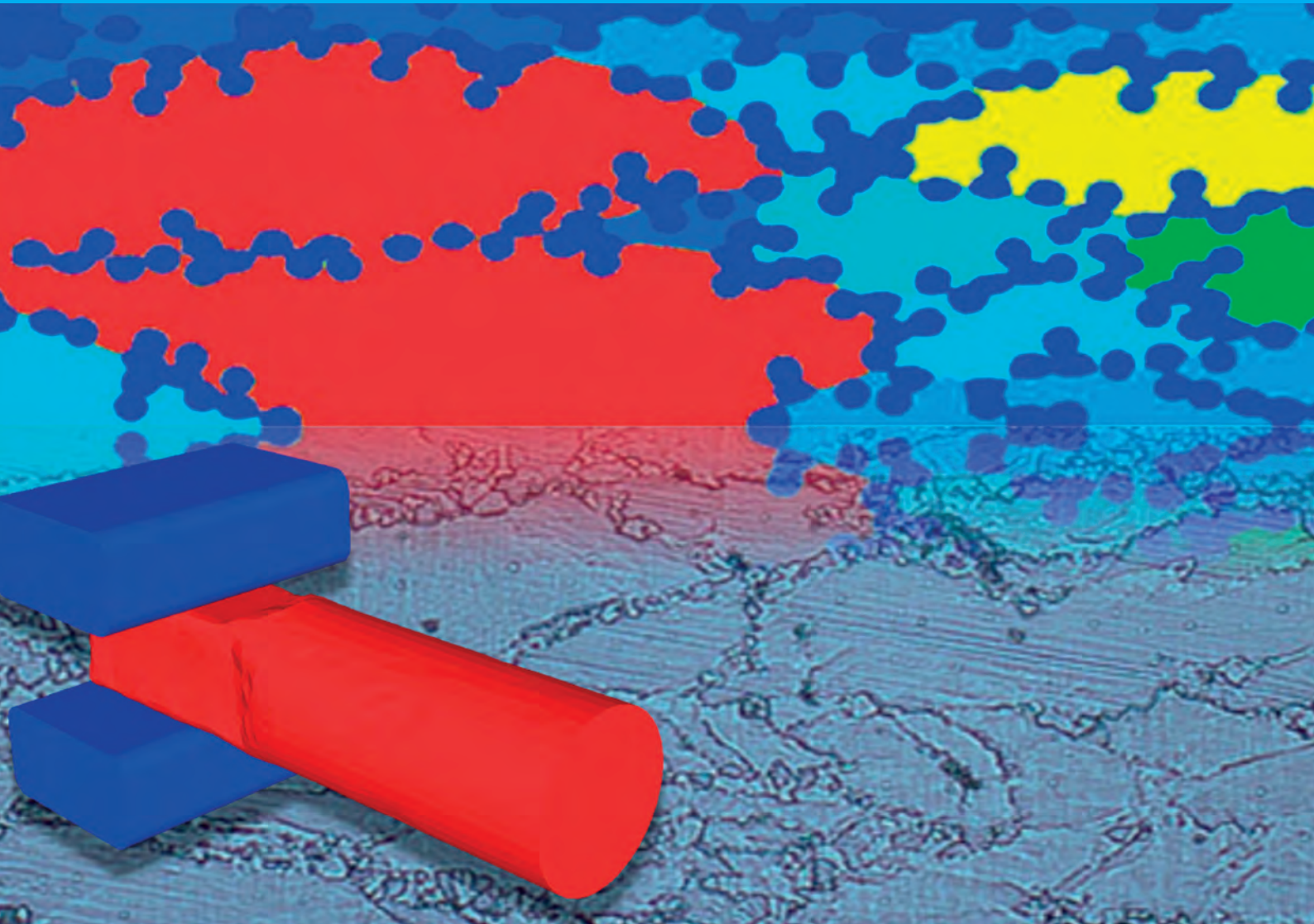
[4] ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e. V. (Hrsg.), Litsche, S.: ifo Konjunkturperspektiven 12/2019. https://www.ifo.de/DocDL/KT_ifoKP_2019_12.pdf, aufgerufen am 09.03.2021

[5] Icons und Titelgrafik illustriert von Katharina Keienburg



Zusammen mit der Innovations Kontakt Stelle (IKS) Hamburg wird im April zu einem Workshop eingeladen, um die skizzierten Geschäftsmodelle zu diskutieren und auszuarbeiten. Informationen unter: www.iks-hamburg.de/UmformWorkshop/

Korngrößenvorhersage beim Freiformschmieden von Inconel 718 mit DIGIMU®



Die Vorhersage der Mikrostrukturentwicklung während der Warmumformung ist eine herausfordernde Aufgabe, da sie über die gesamte Prozesskette von verschiedenen komplexen metallphysikalischen Mechanismen bestimmt wird. Die Einstellung einer gezielten Mikrostruktur bleibt dennoch von höchster Bedeutung, weil sie für die mechanischen Eigenschaften der finalen Produkte maßgeblich verantwortlich ist. Mikrostrukturmodelle können hierbei eine wichtige Rolle spielen, da sie bei reduziertem Versuchsaufwand für unterschiedliche Prozessbedingungen angewandt werden können und Aussagen über die jeweilige Korngrößenentwicklung ermöglichen.

AUTOREN



Holger Brüggemann, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Institut für Bildsame Formgebung (IBF)
der RWTH Aachen University



Angela Quadfasel, M.Sc.

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und
Gruppenleiterin der Werkstoffmodellierung I
am Institut für Bildsame Formgebung (IBF)
der RWTH Aachen University



Dipl.-Ing. (FH) Jürgen A. Nietsch, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Institut für Bildsame Formgebung (IBF) der
RWTH Aachen University



Dr.-Ing. Marco Teller

ist Oberingenieur
am Institut für Bildsame Formgebung (IBF)
der RWTH Aachen University



Dr. Pascal de Micheli

ist Entwickler und Produktmanager
von DIGIMU® bei TRANSVALOR S.A. in Biot,
Frankreich



Dr. Baptiste Flipon

ist Forschungsingenieur
am CEMEF MINES ParisTech
für den industriellen Lehrstuhl DIGIMU®



Prof. Marc Bernacki

ist Lehrstuhlinhaber
am CEMEF MINES ParisTech
für den industriellen Lehrstuhl DIGIMU®.

Die Herausforderung in der Industrie liegt aktuell darin, für den jeweils individuellen Prozess ein geeignetes Mikrostrukturmodell auf dem Markt zu identifizieren und eine zuverlässige Parametrisierung des Materialmodells zu erreichen. Ein solches Vorgehen ist erforderlich, um verlässliche Ergebnisse für variable Prozessrandbedingungen mit dem Mikrostrukturmodell zu erzeugen. Im Rahmen einer Kooperation zwischen dem Institut für Bildsame Formgebung (IBF) der RWTH Aachen University, dem französischen Softwarehersteller TRANSVALOR S.A. und dem CEMEF MINES ParisTech ist ein erstes Materialmodell für den Werkstoff Inconel 718 für die neue Simulationssoftware DIGIMU® entstanden. Dabei erfolgte die Charakterisierung des Materials mithilfe von Warmstauchversuchen, Spannungsrelaxationsversuchen und Lichtmikroskopie, sodass ein breites Fenster von Prozessrandbedingungen mit verhältnismäßig geringem Versuchsaufwand durch die Charakterisierung abgedeckt werden konnte.

MOTIVATION

Mikrostruktursimulationen können ein effizientes Tool sein, um ein tieferes Verständnis von industriellen Umformprozessen zu ermöglichen und eine Korrelation zwischen den Prozessbedingungen, der Mikrostruktur und den finalen mechanischen Eigenschaften herzustellen. Die oft in der Industrie angewandten JMAK-(Johnson-Mehl-Avrami-Kolmogorov-)Mikrostrukturmodelle bieten zwar eine leichte Handhabung, haben

aber den Nachteil, dass sie durch den rein empirischen Ansatz einen engen Gültigkeitsbereich bezüglich der Ausgangsmikrostruktur oder Änderungen des Ausscheidungszustands während des Prozesses haben. DIGIMU® wiederum ist eine FE-(Finite-Elemente-)Software zur Modellierung der Mikrostrukturentwicklung, die der französische Softwarehersteller TRANSVALOR S.A. in Zusammenarbeit mit dem CEMEF Mines ParisTech für die Problemstellungen der Industrie entwickelt hat. Sie basiert auf einem Vollfeldansatz und bietet die Möglichkeit, auf der Polykristallskala mithilfe eines repräsentativen Volumenelements mit zahlreichen Körnern die Korngrößenentwicklung zu simulieren. So lässt sich während der Simulation unter anderem die Entwicklung der Kornmorphologie oder auch der Versetzungsdichte orts aufgelöst verfolgen. Der Parametersatz eines Materialmodells ist für eine Vielzahl von Mikrostrukturzuständen – inklusive Ausscheidungen – verwendbar, sodass ein weiter Gültigkeitsbereich vorliegt und die Möglichkeit besteht, auch mehrstufige Industrieprozesse abzubilden.

In einer Kooperation des IBF mit TRANSVALOR und dem CEMEF entstand ein erstes Materialmodell für Inconel 718 für einen weiten Bereich an Kombinationen der Prozessrandbedingungen in DIGIMU®. Dies ermöglicht die Vorhersage der Mikrostruktur im relevanten Temperatur- und Dehnratenbereich für Schmiedeprozesse und wurde anhand eines Freiformschmiedeversuchs im Industriemaßstab am IBF validiert.

MODELLBESCHREIBUNG DIGIMU®

Die Mikrostruktursimulation mit DIGIMU® erfordert eine gute Repräsentation der initialen Mikrostruktur. Hierfür ist der Anwender nicht auf eine mittlere Korngröße beschränkt, sondern kann eine Korngrößenverteilung, Zweitphasenpartikel und Vorverformung in Form einer höheren Versetzungsdichte vorgeben. Dabei ist es möglich, die Mikrostrukturdaten statistisch aus Gefügebildern zu gewinnen oder die Kornstruktur direkt aus einer EBSD-Aufnahme einzulesen [1]. Das initiale FE-Netz sowie die Netzanpassung während der Simulation sind automatisiert, dadurch muss der Nutzer keine spezifischen numerischen Parameter vorgeben. Bild 1 zeigt eine beispielhafte Mikrostruktur aus DIGIMU® mit Aufteilung der Körner nach einer Level-Set-Methode [2] sowie die Vernetzung der Korngrenzen innerhalb eines Volumenelements mit der Vorgabe von Zweitphasenpartikeln [3].

Die Kinetik der Korngrenzen ist definiert durch zwei physikalische Mechanismen: den Druck aufgrund von Kapillarität der Korngrenzenschnittstellen, das heißt die Reduzierung der Korngrenzenergie durch Verkleinerung der Grenzflächen, sowie die gespeicherten Energiegradienten an den Korngrenzenschnittstellen zwischen benachbarten Körnern. Die Mobilität einer Korngrenze wird über eine temperaturabhängige Arrheniusbeziehung beschrieben. Eine durch Zweitphasenpartikel hervorgerufene Krümmung der Korngrenzen ändert die Geschwindigkeit automatisch, sodass ein zusätzlicher Term für eine Zenerspannung aufgrund von Partikeln in DIGIMU® nicht berücksichtigt werden muss [2].

Physikalisch basierte Modelle sind in DIGIMU® implementiert, um die Entwicklung der Versetzungsdichte während der Ver-

und Entfestigung sowie die Keimbildung der Rekristallisation (RX) zu beschreiben. Die Keimbildung erfolgt an den Grenzen verformter Körner, und sobald ein Keim für ein rekristallisiertes Korn entsteht, folgt das Wachstum denselben Gesetzen der Korngrenzenbewegung, die für alle Körner in der Mikrostruktur gelten [2].

PARAMETRISIERUNG EINES MATERIALMODELLS

Prinzipiell müssen in der vorgestellten Software vier metallphysikalische Mechanismen für ein vollständiges Materialmodell parametrisiert werden: das Kornwachstum, die dynamische Ver- und Entfestigung, die dynamische Rekristallisation (DRX) und die statische Rekristallisation (SRX). Die von TRANSVALOR vorgeschlagene Vorgehensweise (Bild 2, links) besteht dabei in einer möglichst klaren Trennung der verschiedenen Mechanismen während der Charakterisierung. Um das Kornwachstum charakterisieren zu können, müssen Glühversuche bei verschiedenen Temperaturen und Haltezeiten durchgeführt werden. Die Parameterermittlung für das Kornwachstumsmodell in der Software erfolgt dann auf Basis der experimentellen Ergebnisse iterativ mithilfe mehrerer Simulationen.

Die dynamische Ver- und Entfestigung wird mittels Fließkurven aus Stauchversuchen bei verschiedenen Temperaturen und Dehnraten charakterisiert. Für DIGIMU® werden dann die Parameter für ein Verfestigungsmodell nach der Yoshie-Laasraoui-Jonas-Methode [4,5] für die Fließkurven bis zum Start der DRX bestimmt (Bild 3, links). Für die Charakterisierung der DRX wird ebenfalls die Durchführung von Stauchversuchen empfohlen, die bei unterschiedlichen Umformgraden unterbrochen werden, um die RX-Anteile für den entsprechenden Umformgrad per

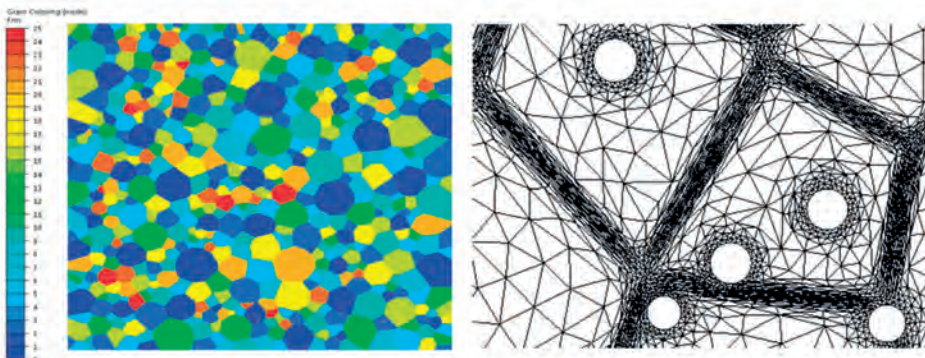


Bild 1: Beispielhafte Mikrostruktur aus DIGIMU® mit Aufteilung der Körner nach einer Level-Set-Methode [2] (links) und Übersicht der automatischen Netzgenerierung entlang Korngrenzen und Zweitphasenpartikeln [2] (rechts)

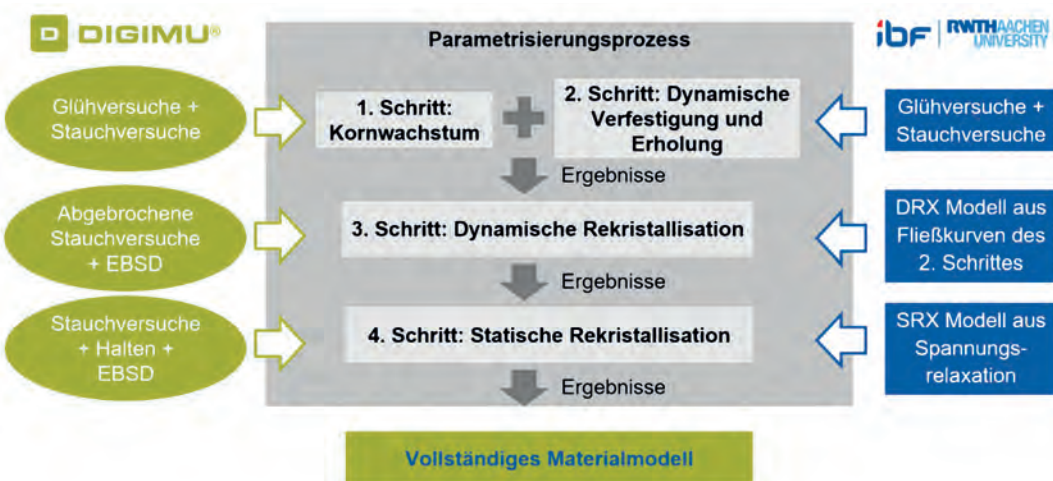


Bild 2: Charakterisierungs- und Parametrisierungsprozess in DIGIMU® (links) und angepasst durch das IBF (rechts)

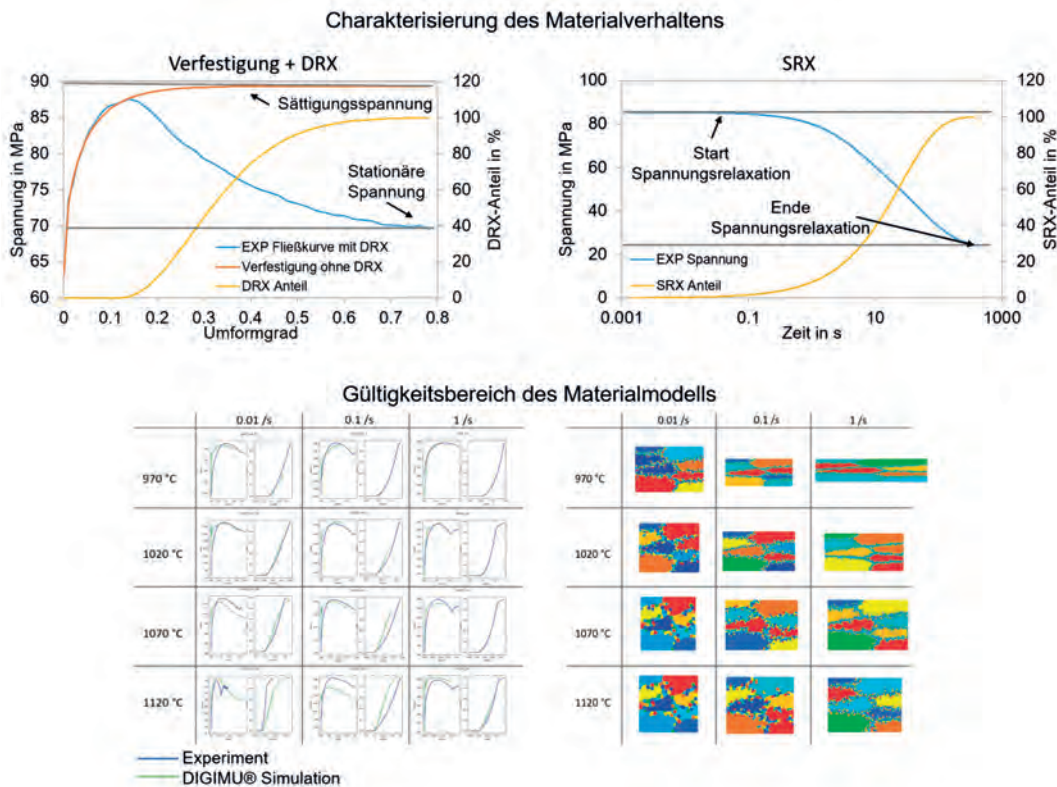


Bild 3: Darstellung der verwendeten Charakterisierungsmethode und Ergebnisse des Parametrisierungsprozesses

EBSD-Messung zu bestimmen. Für die SRX werden Stauchversuche bei einem niedrigen Umformgrad abgebrochen, wenn etwa 5 bis 20 Prozent DRX vorliegen, und die Probe wird bei der entsprechenden Versuchstemperatur für unterschiedliche Haltezeiten weitergeglüht. Der RX-Anteil wird wiederum mittels EBSD bestimmt. Insbesondere die letzten beiden Schritte erfordern einen hohen Versuchs- und Kostenaufwand, da viele abgebrochene Versuche und EBSD-Messungen benötigt werden, um einen ausreichenden Datensatz für die Parametrisierung der Modelle zur Verfügung zu haben. Dies kann für die Industrie durchaus unattraktiv sein, da es hinsichtlich der Kosten und des Aufwands keinen wesentlichen Vorteil zur herkömmlichen Trial-and-Error-Methodik für einzelne Problemstellungen darstellt.

Im Rahmen des Forschungsprojekts erarbeitete das IBF einen Parametrisierungsprozess mit reduziertem Versuchsaufwand für die DRX und SRX (Bild 2, rechts). Beim Ausgangsmaterial handelt es sich um einen lösungsgeglühten Halbzeugstab aus Inconel 718 mit einem initialen Kornradius von 45 μm . Lichtmikroskopisch waren keine Zweitphasenpartikel feststellbar. Anhand der für die Parametrisierung der Verfestigung bereits vorliegenden Fließkurven wurde aus den Stauchversuchen ein DRX-Modell auf Basis einer JMAK-Gleichung nach den Methoden von Sellars [5] und Laasraoui und Jonas [6] abgeleitet. Daraus konnte der RX-Anteil in Abhängigkeit des Umformgrads aus der Differenz von experimenteller Fließkurve mit Entfestigung durch DRX und berechneter Verfestigungskurve abgeleitet werden (Bild 3, links oben). Die Charakterisierung der SRX erfolgte auf Basis von Spannungsrelaxationsversuchen. Hierbei wurden die RX-Anteile aus der Spannungsrelaxationskurve nach der Karjalainen-Methode [7] berechnet (Bild 3, rechts oben). Validiert wurden die beiden verwendeten Ansätze zur Ermittlung der RX-Anteile anhand lichtmikroskopischer Untersuchungen ausgewählter Prozessrandbedingungen sowie einer EBSD-Messung.

Die Vorgehensweise spart sowohl zusätzliche Stauchversuche zur Parametrisierung der DRX und SRX als auch die EBSD-Messungen ein.

Der reduzierte Versuchsaufwand bei der vom IBF vorgeschlagenen Charakterisierungsmethode ermöglicht die Abdeckung eines weiten Felds an Kombinationen von Umformgeschwindigkeit und Temperatur für die Parametrisierung der Verfestigung und DRX (Bild 3, unten). Mit dem daraus entstandenen Materialmodell lassen sich die Fließkurven und RX-Anteile für ein weites Prozessfenster verlässlich mit der Software abbilden. Neben dem mechanischen Verhalten wird auch die Mikrostruktur, hier am Beispiel der Anzahl und Größe der DRX-Keime, für verschiedene Prozessrandbedingungen physikalisch sinnvoll abgebildet.

SIMULATION DER FINALEN KORNGRÖSSE BEIM FREIFORMSCHMIEDEN

Das zuvor parametrisierte Materialmodell für Inconel 718 wurde in einem nächsten Schritt anhand eines Freiformschmiedeversuchs validiert. Um ein Endmaß von 108 x 102 mm zu erreichen, erfolgte das Schmieden des Ø 160 x 550 mm Halbzeugstabs in sechs Stichen. Die Schmiedestarttemperatur betrug 1020 °C und erforderte eine Rückerwärmung nach dem vierten Stich.

Zur Validierung wurde zunächst der Schmiedeversuch in einem FORGE®-Modell nachgebildet, und es wurden sechs Stiche simuliert (Bild 4, oben). Innerhalb der FE-Simulation wurden drei Sensoren über den Querschnitt definiert (im Kern, Übergang und Rand), anhand derer die lokalen Prozessrandbedingungen (Temperatur $T(t)$ und Umformgeschwindigkeit $\dot{\varphi}(t)$) für jeden Sensor für eine eigene Simulation mit DIGIMU® extrahiert wurden. Die Randbedingungen sind für die erste Hitze (Stich 1 bis 4) beispielhaft in Bild 4 dargestellt.

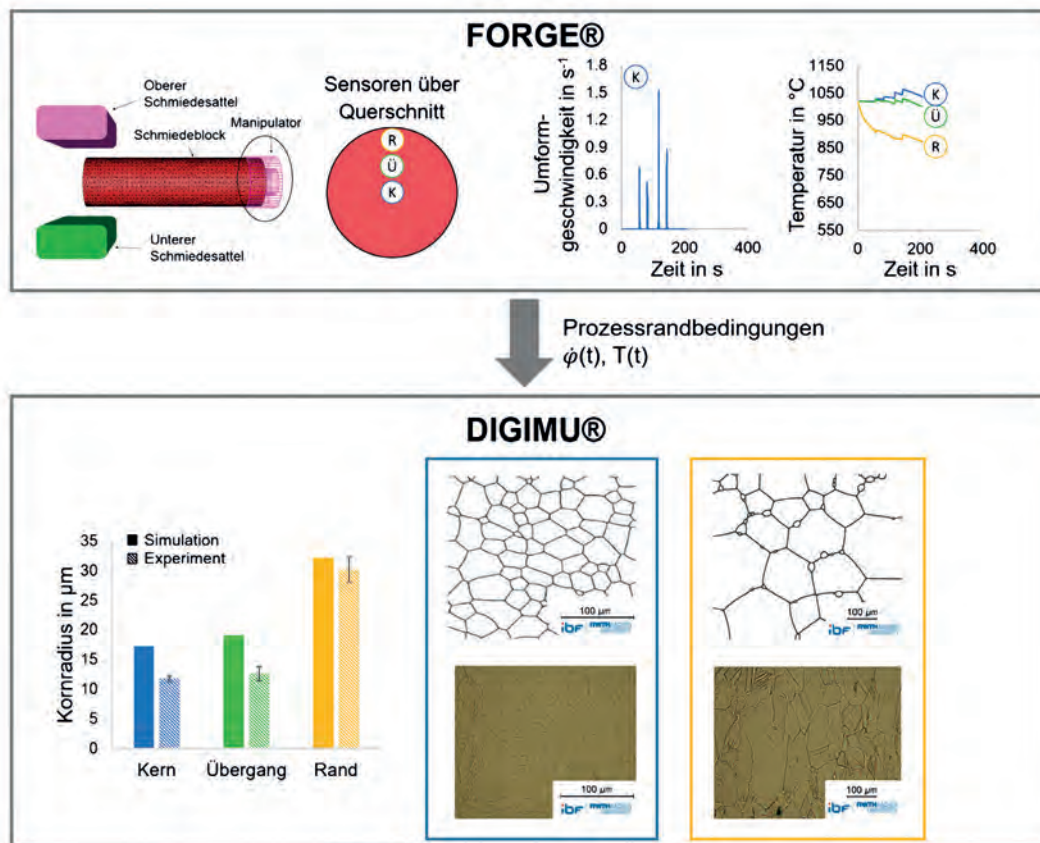


Bild 4: Abbildung des Schmiedemodells in FORGE® (oben) und der Simulationsergebnisse der Mikrostrukturentwicklung in DIGIMU® (unten)
Bilder: Autoren

Zwischen Experiment und DIGIMU®-Simulation zeigte sich eine gute Übereinstimmung des mittleren Kornradius nach sechs Stichen (Bild 4, unten). Die Simulationen im Kern und im Übergang liegen dabei etwa 4 bis 5 µm über den experimentellen Kornradien, im Randgebiet liegt die Abweichung bei 2 µm. Der qualitative Vergleich der Mikrostrukturbilder zeigt ebenfalls gut übereinstimmende Ergebnisse. Im blauen Rahmen in Bild 4 sind die Ergebnisse des Kerns zu sehen, wobei in beiden Fällen eine vollständig rekristallisierte Mikrostruktur zu erkennen ist. Für den Randbereich im gelben Rahmen zeigt sich für Experiment und Simulation jeweils ein teilrekristallisiertes Gefüge mit wenigen rekristallisierten Körnern an den Korngrenzen der verformten Körner.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Bei DIGIMU® handelt es sich um ein nützliches Tool, um lokal die Mikrostrukturentwicklung während komplexer Warmumformprozesse zu verfolgen. Mithilfe der Software lassen sich zum Beispiel abnormales Kornwachstum nachvollziehen und verschiedene Prozesswege und deren Einfluss auf die Mikrostruktur untersuchen. Eine effiziente Verwendung als Tool zur Prozessoptimierung in der Industrie scheint somit möglich.

Bei der geplanten Fortführung dieser Kooperation soll das Materialmodell für Materialzustände mit Zweitphasenpartikeln erprobt werden. Ebenso soll die Übertragung des vorge-

stellten Charakterisierungs- und Parametrisierungsprozesses für weitere Werkstoffe, wie beispielsweise Stahl, untersucht werden. Hierbei soll der Fokus auf hohen Umformgeschwindigkeiten und mehrstufigen Umformprozessen liegen.



- [1] Micheli, P. O. de; Maire, L.; Cardinaux, D.; Moussa, C.; Bozzolo, N.; Bernacki, M.: DIGIMU®: Full field recrystallization simulations for optimization of multi-pass processes, in: Proceedings of the 22nd International ESAFORM Conference on Material Forming, ESAFORM 2019, Vitoria-Gasteiz, Spain, AIP Publishing, 2019, p. 40014
- [2] TRANSVALOR S.A.: Manual: Reference Documentation DIGIMU V3.0, 2018
- [3] Hitti, K.; Laure, P.; Coupe, T.; Silva, L.; Bernacki, M.: Precise generation of complex statistical Representative Volume Elements (RVEs) in a finite element context, Computational Materials Science 61 (2012), pp. 224 – 238
- [4] Yoshie, A.; Morikawa, H.; Onoe, Y.; Itoh, K.: Formulation of static recrystallization of austenite in hot rolling process of steel plate, Transactions of the Iron and Steel Institute of Japan 27 (1987), Nr. 6, pp. 42 – 431
- [5] Sellars, C. M.: The kinetics of softening processes during hot working of austenite, Czechoslovak Journal of Physics B 35 (1985), Nr. 3, S. 239 – 248
- [6] Laasraoui, A.; Jonas, J. J.: Prediction of steel flow stresses at high temperatures and strain rates, Metallurgical transactions A 22 (1991), Nr. 7, pp. 1545 – 1558
- [7] Karjalainen, L. P.: Stress relaxation method for investigation of softening kinetics in hot deformed steels, Materials science and technology 11 (1995), Nr. 6, pp. 557 – 565



Dieses Forschungsprojekt wurde im Rahmen einer Masterarbeit mit einem Stipendium der Stiftung Industrieforschung gefördert. Die Stiftung Industrieforschung vergibt Stipendien für Master- und Diplomarbeiten, die eine hohe Relevanz für kleine und mittlere Unternehmen des industriellen Mittelstands in Deutschland aufweisen. Die Autoren bedanken sich an dieser Stelle vielmals für die finanzielle Unterstützung.

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.**

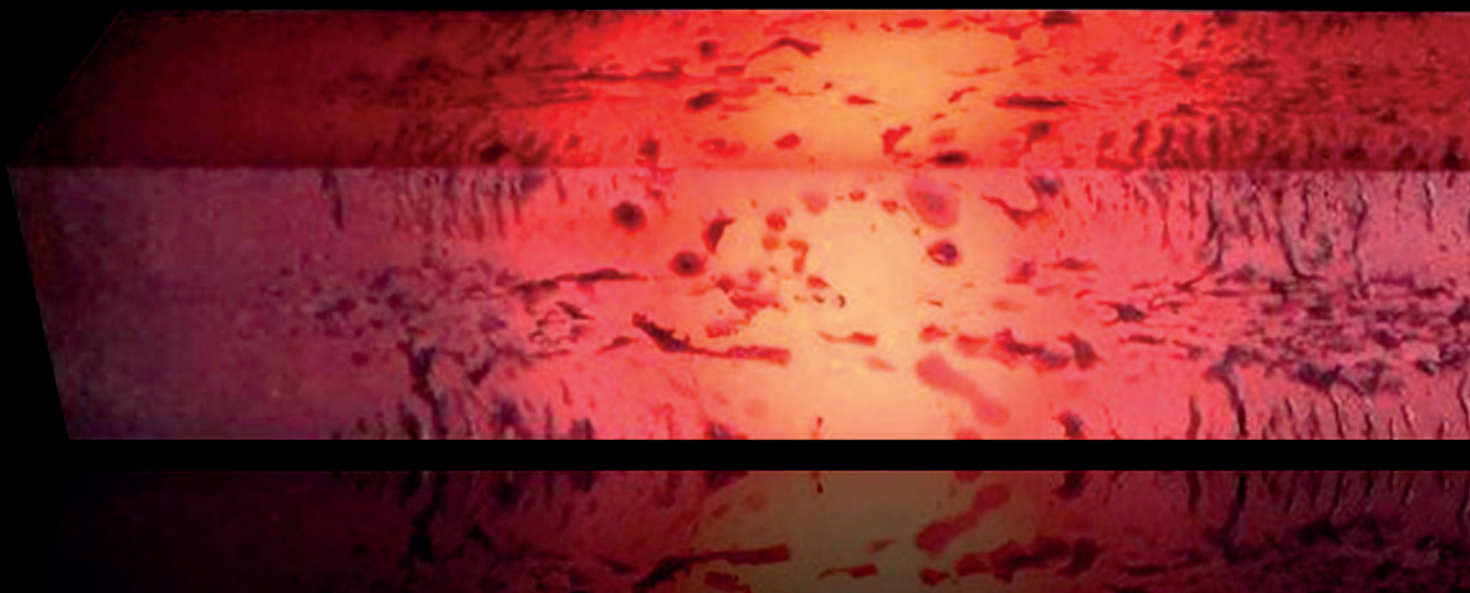
Aktuelle Anwendungsbereiche:

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



Maßgeschneiderte Bauteilerwärmung für die Massivumformung – ein Vergleich zwischen direkten und indirekten Erwärmungsverfahren

Warmmassivumgeformte Komponenten werden zu Beginn des Prozesses homogen erwärmt, um eine definierte Fließspannung einzustellen und damit das gewünschte Umformverhalten zu erreichen. Ein aktuelles Forschungsprojekt untersucht die gezielte inhomogene Erwärmung von Bauteilen und die damit einhergehende räumlich verteilte Einstellung der Umformeigenschaften von Rund- und Vierkantstählen. Der folgende Beitrag vergleicht Konduktion und Induktion als zwei direkte Erwärmungsverfahren mit der direkten Flammenbeaufschlagung als indirektes Erwärmungsverfahren. Am Beispiel von zylindrischen Schmiederohtteilen untersucht er, inwieweit sich maßgeschneiderte Temperaturfelder in nur einem Erwärmungsschritt erzeugen lassen.



AUTOREN



Martin Ennen, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Institut für Elektroprozess-technik (ETP)
der Leibniz Universität Hannover



Prof. Dr.-Ing. Egbert Baake

leitet den Forschungsbereich
„Magnetofluid-dynamische Prozesse
und ressourcenschonende Energienutzung“
am Institut für Elektroprozess-technik (ETP)
der Leibniz Universität Hannover



Stephanie Thie, M.Sc.

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin
am Institut für Industrieofenbau
und Wärmetechnik (IOB)
der RWTH Aachen University



Justin Hauch, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Institut für Industrieofenbau
und Wärmetechnik (IOB)
der RWTH Aachen University



Dr.-Ing. Nico Schmitz

ist Gruppenleiter
des Forschungsbereichs „Verbrennung“
am Institut für Industrieofenbau
und Wärmetechnik (IOB)
der RWTH Aachen University

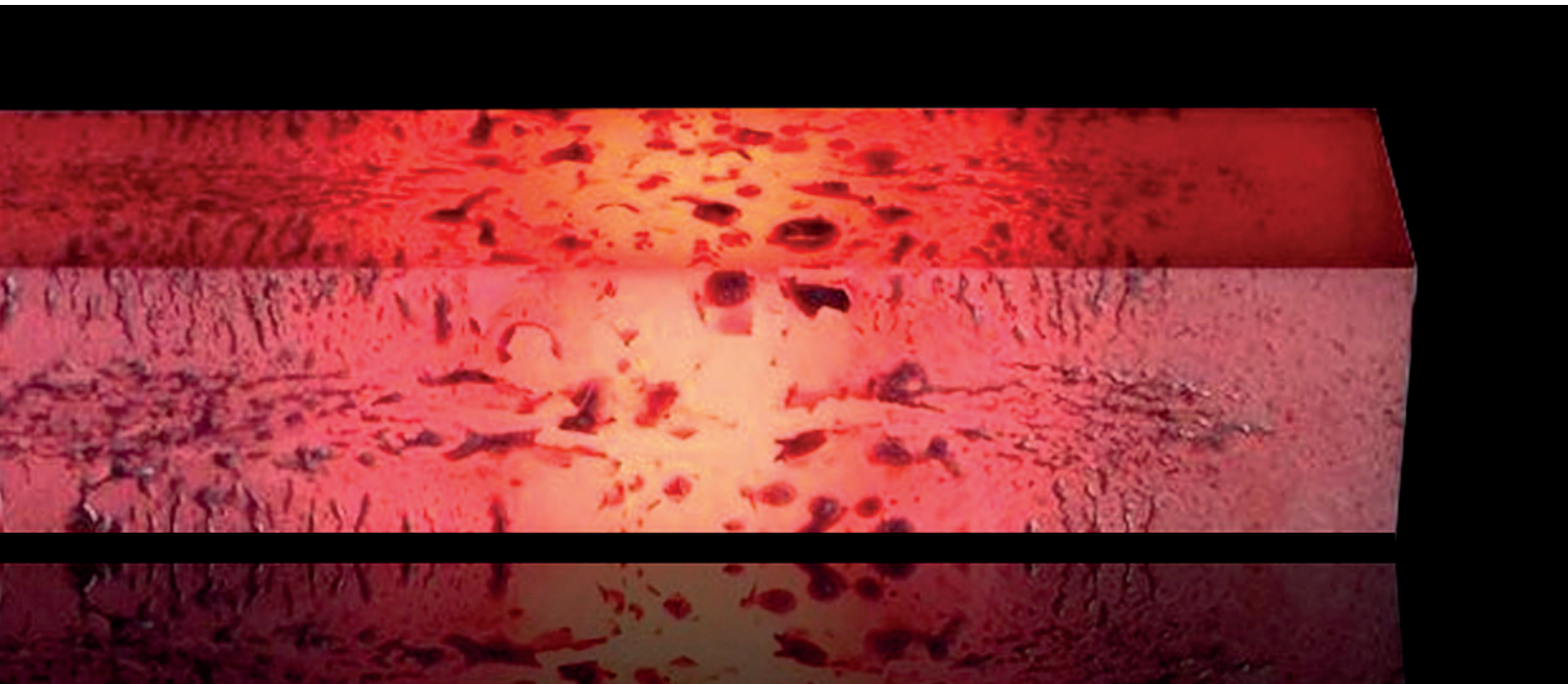


Prof. Dr.-Ing. Herbert Pfeifer

leitet das Institut für Industrieofenbau
und Wärmetechnik (IOB)
der RWTH Aachen University

Die Umformeigenschaften eines Bauteils können, unter Berücksichtigung der Werkstoffeigenschaften und seiner Geometrie, gezielt über ein definiertes Temperaturprofil eingestellt werden. Mit steigender Temperatur sinken die Fließspannungen im Bauteil sodass eine plastische Verformung mit geringerem Kraftaufwand erreicht werden kann. Ebenso wird durch die höhere Temperatur das Formänderungsvermögen des Werkstoffs erhöht [1].

Bei einem Stab konnten beispielsweise durch das Einstellen verschiedener Temperaturen und somit verschiedener Fließspannungen in gezielten Bereichen unterschiedliche Durchmesser zweier Flansche erreicht werden. Die Anwendung mehrerer Umformprozessschritte lässt sich so auf einen Prozessschritt reduzieren [2]. Komplexe Vorformen können ohne aufwendige Werkzeuge in den Bereichen erzeugt werden



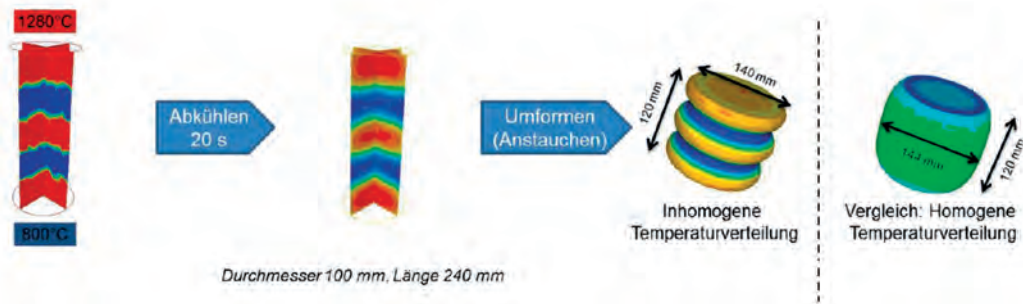


Bild 1: Auswirkungen einer inhomogenen Bauteilerwärmung auf die Umformung (Anstauchen) [4]

und das Umformverhalten kann verbessert werden, indem die Fließspannungen gezielt in den Bereichen eingestellt werden [3] (Bild 1).

AUSGANGSSITUATION

Für die Untersuchung werden zylindrische Schmiederohteile mit den Durchmessern 50 mm und 80 mm sowie verschiedene Werkstoffe (1.4301, 1.0503 und 1.7225) abschnittsweise symmetrisch erwärmt, um ein definiertes Temperaturprofil in nur einem Erwärmungsschritt einzustellen. Das angestrebte Temperaturprofil besteht aus insgesamt fünf Zonen und vier Übergangsbereichen. Die fünf Zonen unterteilen sich in drei Halbwarmumformungsbereiche (HWB) mit einer Zieltemperatur von $950\text{ °C} \pm 30\text{ °C}$ und zwei Warmumformungsbereiche (WB) mit einer Zieltemperatur von $1.250\text{ °C} \pm 30\text{ °C}$. Die Anfangstemperatur des Bauteils beträgt 20 °C . Um die Zieltemperatur in den jeweiligen Schmiederohteilen einzustellen, werden drei verschiedene Erwärmungsmethoden untersucht: Induktion, Konduktion sowie die Erwärmung mittels direkter Flammenbeaufschlagung (Direct Flame Impingement, DFI). Um die Untersuchung praxisnah auszurichten, wird eine zusätzliche Handling- beziehungsweise Abkühlzeit von 10 Sekunden nach dem Erwärmungsvorgang angestrebt. Diese schließt den Transport von der Erwärmungseinheit zum Umformaggregat ein.

ERWÄRMUNG MITTELS INDUKTION

Die Erwärmung von Stahl unter Verwendung von Induktionsanlagen ist ein weitverbreitetes Verfahren in der Industrie und findet Anwendung beim Härten oder Massivumformen [4].

Die Induktion ist ein kontaktloses Erwärmungsverfahren und basiert auf dem Transformatorprinzip: Ein mit Wechselstrom durchflossener Leiter beziehungsweise Induktor erzeugt ein mit derselben Frequenz schwingendes Magnetfeld, das nach dem Induktionsgesetz eine Spannung in einem schwach bis gut leitfähigen Werkstück (Metalle) induziert. Diese Spannung erzeugt einen elektrischen Leitungsstrom beziehungsweise Wirbelstrom, der aufgrund des elektrischen Widerstands des Materials Joulesche Wärmequellen direkt im Werkstück bildet. Mit der Induktion gehen zwei wesentliche elektrische Effekte einher, die charakteristisch für das Erwärmungsprinzip sind:

Zum einen der Skin-Effekt und zum anderen der Proximity-Effekt [4]. Beide Effekte führen dazu, dass der induzierte Strom und somit die Wärmequellen dem Induktor konturnah folgen. Dadurch kann über die Induktorgeometrie direkt Einfluss auf das Erwärmungsprofil genommen werden.

Geometrien und elektrische Größen des Induktorstroms und dessen Frequenz spielen eine wesentliche Rolle bei der Prozessauslegung und führen dazu, dass die Induktor- und die Prozessauslegung miteinander komplex sind: Für jede Geometrie und jeden Werkstoff ist eine erneute Anpassung notwendig. Diesem Anspruch steht jedoch eine Vielzahl von Vorteilen gegenüber, etwa die gute Dosier- und Regelbarkeit, hohe Leistungsdichten und kurze Prozesszeiten. Durch letztere lassen sich hohe Temperaturgradienten erzeugen, die insbesondere hinsichtlich ihrer örtlichen Verteilung eine scharfe Zonenteilung ermöglichen [5].

ERWÄRMUNG MITTELS KONDUKTION

Die Konduktion ist ein einfaches und robustes Verfahren zur Erwärmung elektrisch leitfähiger Materialien. Das Verfahren zeichnet sich durch sehr hohe Prozesswirkungsgrade (70 bis 95 Prozent) aus und wird überwiegend im Bereich der Platinen-, Draht- und Knüppelerwärmung eingesetzt [4].

Bei der konduktiven Erwärmung ist das Werkstück ein Teil des Stromkreises und wird direkt von einem Strom durchflossen, der nach dem Jouleschen Gesetz zu einer Erwärmung führt. Die im Werkstück umgesetzte Leistung ist dabei abhängig von der elektrischen Leitfähigkeit des Materials und dem angelegten Strom. Eine wichtige Voraussetzung ist ein gleichmäßiger Querschnitt über die Länge des Werkstücks und eine glatte Oberfläche für eine bessere Kontaktierung. Im Gegensatz zur Induktion kann für die konduktive Erwärmung neben Wechselstrom auch Gleichstrom verwendet werden, was wiederum eine homogene Erwärmung über den Querschnitt begünstigt. Die bestimmende Größe des Erwärmungsprozesses ist der Stromfluss. Theoretisch können beliebig große Stromstärken beziehungsweise Leistungsdichten in das Werkstück eingespeist und folglich die Prozesszeiten sehr kurz gehalten werden.

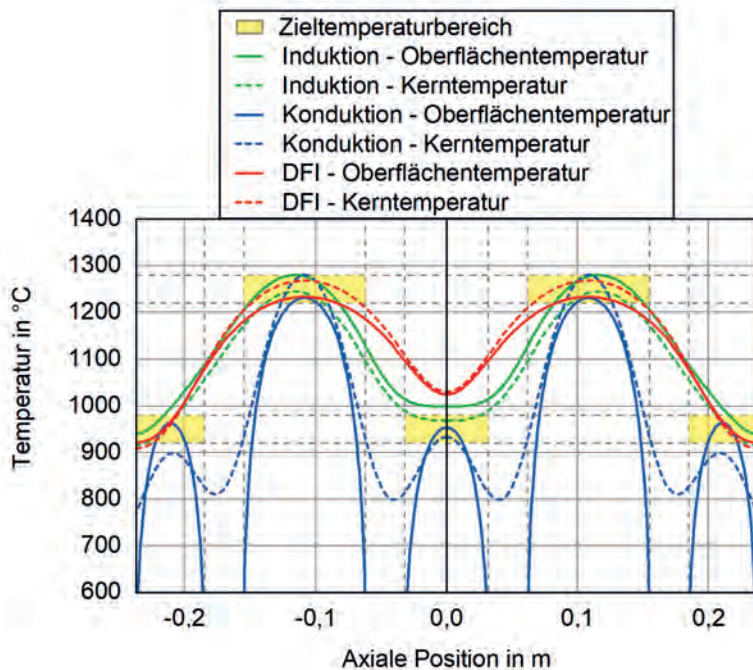


Bild 2: Vergleich zwischen den numerischen Ergebnissen der drei Erwärmungsverfahren für einen Rundstab aus 1.0503 und mit einem Durchmesser von 50 mm

In der Praxis stehen dem als reglementierende Faktoren einerseits die Stromquelle und andererseits die Stromkontaktierung gegenüber. Die Kontakte werden überwiegend aus gut leitfähigen Materialien wie Kupfer und Kupferlegierungen gefertigt, um die Kontaktverluste gering zu halten [6]. Häufig muss eine Kühlung der Kontakte vorgesehen werden. Dies mindert den Prozesswirkungsgrad, erhöht aber den Temperaturgradienten im Übergangsbereich von einem WB zu einem HWB und kann somit gezielt für die maßgeschneiderte Erwärmung eingesetzt werden.

ERWÄRMUNG MITTELS DIREKTER FLAMMENBEAUFSCHLAGUNG

Bei der direkten Flammenbeaufschlagung (DFI) handelt es sich um die Erwärmung eines Bauteils mittels Brennern, wobei die Flamme direkt auf die Oberfläche des Halbzeugs gerichtet ist. Die großen Geschwindigkeiten und die hohe Flammentemperatur führen dazu, dass ein hoher konvektiver Wärmeübergang erreicht werden kann. Das Verfahren bietet daher einen verringerten Brennstoffeinsatz, eine gesteigerte Produktivität und niedrigere Schadstoffemissionen. Im Vergleich zu Verfahren, bei denen die Flamme das Bauteil nicht tangiert, ist im Bereich des Stagnationspunkts eine Inhomogenität der Wärmeübertragung zu berücksichtigen, da die Reaktion in der Flamme zu einer inhomogenen Temperaturverteilung führt [7]. Die Erwärmung mit DFI kommt in der Industrie vor allem in Durchlauföfen für die Wärmebehandlung zum Einsatz.

Im Projekt wurde das Bauteil mit bis zu acht Brennern mit einer maximalen Leistung von jeweils 60 kW erwärmt. Die Brenner sind auf die Mitte des Warmumformbereichs gerichtet und können im Abstand zum Bauteil variiert werden. Die Brenner werden mit Erdgas als Brennstoff und Luft als Oxidator betrieben. Prozessbedingt wird die Probe eingehaust, sodass auch die Strahlung der umliegenden Wände genutzt werden kann.

BESTIMMUNG DER PROZESSKENNZAHL

Für das jeweilige Erwärmungskonzept werden geeignete numerische FEM-Modelle unter Verwendung von Ansys® 2019 R2 erstellt und durch Messkampagnen verifiziert und validiert. Die Modellkonzepte und die Ergebnisse der Modellvalidierung sind in [8] veröffentlicht und detailliert beschrieben. Bild 2 zeigt exemplarische Simulationsergebnisse der axialen Temperaturverteilung entlang der Oberfläche und im Kern der jeweiligen Erwärmungsmethoden für einen Rundstab aus 1.0503 mit einem Durchmesser von 50 mm. Dort ist zu erkennen, dass die Zieltemperatur am besten mit der induktiven Erwärmung erreicht wird. Die Konduktion weist außerdem eine große Temperaturdifferenz zwischen Kern- und Oberflächentemperatur auf. Dies begründet sich durch den Einfluss der Wasserkühlung an den Kontakten und den damit einhergehenden erhöhten Temperaturentzug an der Oberfläche. Beim DFI ist die Temperatur im mittleren HWB mit den aktuellen Prozessparametern zu hoch. Der Temperaturunterschied zwischen Kern und Oberfläche ist im Vergleich zu den elektrischen Verfahren jedoch am geringsten.

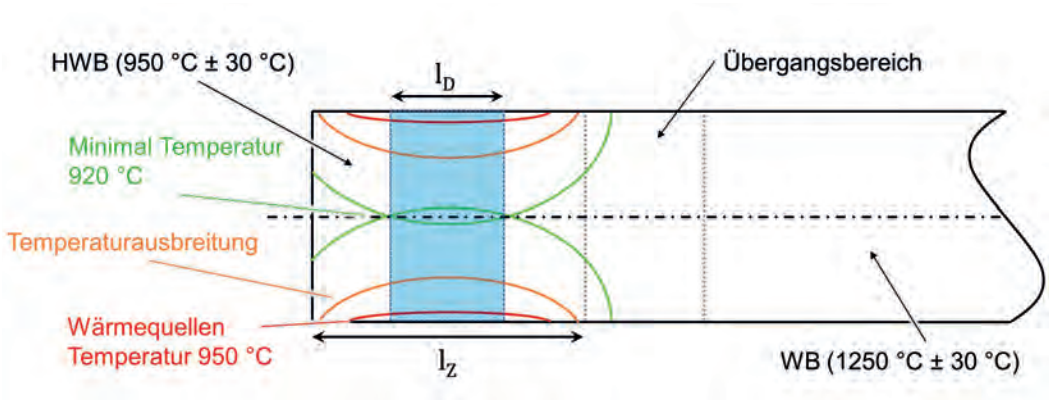


Bild 3: Schematische Darstellung der Isothermen zur Bestimmung der Kennzahl zur Charakterisierung der Temperaturzonen am Beispiel der Zone HWB
Bilder: Autoren

Für die quantitative Beurteilung der Güte der jeweiligen Zonen-erwärmung wird eine Kennzahl aus der Zonenlänge $l_{Z,i}$ und der Länge der effektiv durchwärmten Bereiche $l_{D,i}$ innerhalb der Zonen bestimmt. Dabei werden ausschließlich die Bereiche berücksichtigt, deren Oberflächen- und Kerntemperatur innerhalb des vorgegebenen Toleranzbereichs liegen. Bild 3 zeigt die Bestimmung der $l_{D,i}$ anhand der Isothermen für einen HWB nach Abschluss des Erwärmungsvorgangs inklusive der Handling-Zeit.

Die Kennzahl berechnet sich aus der Summe aller durchwärmten Abschnitte geteilt durch die Summe der Zonenlängen des gesamten Werkstücks, exklusive der Übergangsbereiche:

$$K_P = \frac{\sum l_{D,i}}{\sum l_{Z,i}}$$

Demnach gibt die Kennzahl die prozentuale Übereinstimmung von erreichtem und Zieltemperaturprofil an.

VERGLEICH DER ERWÄRMUNGSVERFAHREN

Unter Verwendung der validierten numerischen Simulationsmodelle werden Parameterstudien durchgeführt, deren Ergebnisse die Vergleichsgrundlage für die wirtschaftliche und qualitative Bewertung der Erwärmungsverfahren für das „Tailored Heating“ darstellen. Die Tabelle zeigt die Ergebnisse für die verschiedenen Rundstahlvarianten. Neben der Prozesszeit und der zugeführten Leistung wird auch die erzielte Kennzahl K_P angegeben.

Mit dem Verfahren der Induktion lassen sich Kennzahlen zwischen 0,56 und 0,63 für die untersuchten Durchmesser und Werkstoffe erzielen. Alle Stahlsorten lassen sich gleichermaßen gut erwärmen und geben Kennzahlen in einem ähnlichen Bereich zurück. Unterschiede sind lediglich zwischen den Durchmessern erkennbar. Mit zunehmendem Querschnitt steigt die Dauer für die Durchwärmung, was wiederum eine Minderung der axialen Temperaturgradienten und somit der Prozesskennzahl zur Folge hat. Durch gezielte Optimierung der Induktorgeometrie, insbesondere in den Übergangsbereichen, lassen sich die Kennzahlen noch weiter verbessern.

Werkstoff	Durchmesser	Induktion			Konduktion			DFI		
		Prozesszeit	zugeführte Leistung	K_P	Prozesszeit	zugeführte Leistung	K_P	Prozesszeit	zugeführte Leistung	K_P
	mm	s	kWh		s	kWh		s	kWh	
1.0503	50	79	2,0	0,61	33	1,2	0,14	630	63,0	0,37
	80	165	5,5	0,58	93	3,9	0,12	750	75,0	0,39
1.7225	50	81	1,9	0,63	31	1,2	0,13	630	63,0	0,38
	80	150	5,2	0,56	85	3,8	0,12	750	75,0	0,41
1.4301	50	82	1,9	0,53	23	1,1	0,15	630	63,0	0,41
	80	184	5,3	0,62	60	3,3	0,14	750	75,0	0,51

Tabelle: Übersicht der simulierten Prozessparameter für die Rundstahlvarianten mit einem Durchmesser von 50 mm und 80 mm, Werkstoffe: 1.0503, 1.7225 und 1.4301

Die Konduktion weist einerseits die kürzesten Prozesszeiten, andererseits die kleinsten Kennzahlen auf. Das Zieltemperaturprofil wird nur zu 12 bis 15 Prozent erreicht. Dies begründet sich darin, dass der Einfluss der wassergekühlten Kontakte auf das Temperaturprofil besonders im Bereich der Oberfläche groß ist. Durch Verwendung hochtemperaturbeständiger Stromkontakte, die gegebenenfalls ungekühlt für den Prozess eingesetzt werden können, besteht ein hohes Maß an Verbesserungspotenzial für den Prozess.

Mit dem DFI-Verfahren wird das Zieltemperaturprofil über 37 bis 51 Prozent der geforderten Länge erreicht. Es bildet sich ein gleichmäßiges Plateau im oberen Zieltemperaturbereich aus (Bild 2). Im Vergleich zu den elektrischen Erwärmungsverfahren bietet das DFI den Vorteil, dass der Aufbau der Anlage für viele Geometrien einsetzbar ist und keine Umbauarbeiten erforderlich sind. Zudem kann die hohe Temperatur des Abgases für weitere Prozessschritte rekuperiert werden.



[1] Herbertz, R.; Hermanns, H.; Labs, R.: Massivumformung kurz und bündig, Industrieverband Massivumformung e. V., Hagen, 2015

[2] Steinhoff, K.; Maier, H. J.; Biermann, D.: Investigation of plastic forming under the influence of locally and temporally variable temperature and stress states: functionally graded materials in industrial mass production. Auerbach: Verlag Wissenschaftliche Scripten, 2009, pp.35 – 52

[3] Goudarzi, M.; Langner, J.: IMU 42 – Studie zur simulativen Untersuchung des Umformverhaltens von Rohteilen mit inhomogener Temperaturverteilung. Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH, 2013

[4] Nacke, B.; Baake, E.: Induktives Erwärmen – Wärmen, Härten, Glühen, Löten, Schweißen. Essen: Vulkan Verlag, 2014

[5] Baldan, M.; Steinberg, T.; Baake, E.: Optimal design of inductor addressed to a tailored heating forging process. Int. J. Microstructure and Materials Properties, Vol. 13, Nos. 1/2, 2018

[6] Lupi, S.: Fundamentals of Electroheat. Cham: Springer International Publishing Switzerland, 2017

[7] Chander, S.; Ray, A.: Flame impingement heat transfer: A review. Energy Conversion and Management 46 (2005), No 18 – 19, pp. 2803 – 2837

[8] Thie, S.; Hauch, J.; Schmitz, N.; Pfeifer, H.; Ennen, M.; Baake, E.: Untersuchung einer gezielten Bauteilerwärmung für die Massivumformung. Prozesswärme: Vulkan Verlag, (4) 2020

ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Verglichen wurden die Möglichkeiten einer ganzheitlichen maßgeschneiderten Bauteilerwärmung mittels Induktion, Konduktion und DFI für zylindrische Schmiederohteile mit den Durchmessern 50 mm und 80 mm aus 1.4301, 1.7225 und 1.0503. Es hat sich gezeigt, dass nach aktuellem Stand mit der Induktion das Zieltemperaturprofil am genauesten eingestellt werden kann. So konnten Kennzahlen in einem Bereich zwischen 0,56 und 0,63 erzielt werden. Sowohl Konduktion als auch DFI weisen kleinere Kennzahlen bis maximal 0,51 auf. Alle Verfahren können durch Optimierungen in der Prozessführung weiter verbessert werden.

Das größte Potenzial für die maßgeschneiderte Erwärmung von Schmiederohteilen besteht in einer Hybridisierung der Verfahren untereinander. So können die kurzen Erwärmungszeiten von Konduktion oder Induktion effizient genutzt werden, um das gesamte Bauteil homogen auf das Temperaturniveau der Halbwarmumformung zu erwärmen. Die Warmumformungsbereiche können anschließend durch „Boostern“ eingestellt werden, entweder mittels Induktion, wenn beispielsweise ein hoher Durchsatz gefordert ist, oder mittels DFI, wenn die Geometrien häufig wechseln. Durch das vorgestellte Verfahren der maßgeschneiderten Erwärmung von Schmiederohteilen bietet sich ein enormes Potenzial einerseits zur Steigerung der Umformqualität und andererseits zur Einsparung von Energie, CO₂ sowie Materialeinsatz.



Das IGF-Projekt 19511 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Maschinenbau e. V. 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 Abschlussberichtes kann bei der Forschungsgemeinschaft Industrieofenbau e. V., Lyoner Straße 18, 60528 Frankfurt am Main, angefordert werden.

Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie**

IGF
Industrielle
Gemeinschaftsforschung

aufgrund eines Beschlusses
des deutschen Bundestages

Tribologische Systeme für die Kaltmassivumformung rostfreier Stähle



Rostfreie Stähle sind aufgrund ihrer Korrosionsbeständigkeit und hohen Festigkeit besonders interessant für die Erschließung neuer Märkte. Die Kaltmassivumformung dieser Stähle geht jedoch mit höheren tribologischen Belastungen in Form von Kontaktnormalspannungen und auftretenden Temperaturen einher. Durch neue Verordnungen zum Schutz der Umwelt, wie REACH der EU-Kommission, ist es wünschenswert, die üblicherweise verwendeten oxalatbasierten Schmierstoffsysteme durch ökologisch vorteilhafte Einschichtschmierstoffe zu substituieren. Die folgenden Untersuchungen charakterisieren die Leistungsfähigkeit der Einschichtschmierstoffe und ermitteln die Grenzen bei der Umformung rostfreier Stähle.

AUTOREN



Patrick Volke, M. Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) der Technischen Universität Darmstadt



Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Peter Groche

leitet das Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) der Technischen Universität Darmstadt

Kaltmassivumformprozesse vereinen in der Massenproduktion wirtschaftliche und technologische Vorteile gegenüber konkurrierenden Fertigungsverfahren. Kaltmassivumgeformte Komponenten weisen zudem gegenüber spanend hergestellten Bauteilen vorteilhafte mechanische Eigenschaften auf [1]. Neben der hohen Produktivität und einer hohen Werkstoffausnutzung können einbaufertige Oberflächen erreicht werden [2].

Diesen Vorteilen in der Anwendung stehen jedoch Nachteile in der Fertigung gegenüber, insbesondere der große Kraft- und Energiebedarf sowie das begrenzte Formänderungsvermögen einiger Ausgangswerkstoffe. In den meisten Fällen werden un- oder niedriglegierte Stähle mit Prozessen der Kaltmassivumformung verarbeitet. Höherfeste, korrosionsbeständige Stähle erlauben einen vielfältigen Einsatz der Bauteile und können ohne eine nachgelagerte Oberflächenbehandlung vielfältig eingesetzt werden. Hierdurch ist der Einsatz der Bauteile in der Lebensmittelverarbeitung, der Medizintechnik oder der chemischen Verfahrenstechnik möglich. Die Korrosionsbeständigkeit kann auch zur Erhöhung der Lebensdauer genutzt werden. Zudem ist keine Wärmebehandlung zur Festigkeitssteigerung notwendig, wodurch Verzug vermieden wird [3].

Aufgrund der höheren Festigkeit des Werkstoffs und der schlechteren Wärmeleitfähigkeit steigen die tribologischen Lasten (vor allem Kontaktnormalspannungen und Temperaturen) gegenüber un- oder niedriglegierten Stählen in der Kontaktzone deutlich an. Dies erfordert aktuell den Einsatz von Schmierstoffsystemen mit

Konversionsschichten auf Oxalat-Basis. Bedingt durch die von der EU-Kommission eingeführte europäische Chemikalienverordnung REACH [4] und die Forderung nach einem geringeren Energie- und Ressourcenverbrauch wird der Einsatz alternativer und ökologisch vorteilhafter Einschlachtschmierstoffsysteme erforderlich.

Ziel der nachfolgend beschriebenen Untersuchungen ist die Charakterisierung der Leistungsfähigkeit der Einschlachtschmierstoffe und die Ermittlung der Grenzen bei der Umformung rostfreier Stähle. Dies erfolgt in vier Schritten. Nach der Auswahl der Musterprozesse werden die tribologischen Lasten mittels numerischer Simulationen ermittelt. Auf dieser Basis erfolgt die Nachbildung der Lasten und Charakterisierung der Schmierstoffe in Tribometeruntersuchungen. Abschließend werden die erfolgversprechendsten Schmierstoffe in Realversuchen erprobt.

Bild 1 zeigt die für diese Untersuchung gewählten Musterprozesse. Um einen weiten Bereich an tribologischen Lasten abzudecken, werden neben dem Umformverfahren auch die Werkstoffe sowie Bauteilabmessungen variiert. Als Umformverfahren kommen ein Vollvorwärts-, ein Naprückwärts-Fließpressen und ein kombiniertes Fließpressen zum Einsatz. Das untersuchte Werkstoffspektrum besteht aus einem austenitischen Stahl (1.4567) und einem martensitischen Stahl (1.4006). Bei den Bauteilabmessungen werden die Durchmesser von 9 bis 35 mm abgedeckt.

	Kombiniertes-Fließpressen	Napfrückwärts-Fließpressen	Vollvorwärts-Fließpressen
Material	Martensitischer Stahl 1.4008	Austenitischer Stahl 1.4587	Austenitischer Stahl 1.4587
Abmessungen	Ø 35 mm x 64 mm	Ø 18 mm x 32 mm	Ø 9 mm x 44 mm
			

Bild 1: Musterprozesse

Zur Nachbildung der tribologischen Lasten wird als Tribometer der Gleitstauchversuch verwendet, welcher speziell für die Lasten der Massivumformung entwickelt wurde [5]. Der Versuchsablauf des Tribometers ist in Bild 2 dargestellt. Die zylindrische Probe, die mit dem zu untersuchenden Schmierstoff beschichtet ist, wird auf der Gleitplatte positioniert. Die Gleitplatte bildet die Werkzeugoberfläche nach, sie ist gehärtet und poliert. Die Gleitplatte und der Stempel bilden zusammen das Werkzeug. Im ersten Schritt staucht der Stempel die Probe mit einer vorgegebenen Kraft. Beim Stauchen werden die für die Untersuchung vorgesehenen Oberflächenvergrößerungen und Kontaktnormalspannungen eingestellt. Im zweiten Schritt erfolgt unter Aufrechterhaltung der Stauchkraft die Relativbewegung zwischen den Reibpartnern, indem die Gleitplatte unter der Probe verfährt. Durch die Aufzeichnung der Stauchkraft sowie der Kraft, die benötigt wird, um die Platte zu verfahren, kann der Reibkoeffizient nach dem Coulombschen Reibgesetz über den gesamten Gleitweg bestimmt werden.

Acht Schmierstoffsysteme kommen in der Untersuchung zum Einsatz: Drei der Systeme basieren auf der Verwendung einer Oxalatschicht in Kombination mit den Schmierstoffen Chlorparaffin, Molybdändisulfid (MoS_2) und Polymer. Die eingesetzten fünf Einschichtschmierstoffsysteme werden auf Basis von Polymer, MoS_2 sowie Salz-Wachs mit integrierter Schmierung eingesetzt.

Insgesamt werden sieben Lastvarianten mit je drei Wiederholungen im Gleitstauchversuch nachgebildet. Die Varianten stellen eine Kombination aus den Lastkollektiven Kontaktdruck, Oberflächenvergrößerung, Kontakttemperatur und Gleitgeschwindigkeit dar und orientieren sich an den tribologischen Lasten der Musterprozesse. Die Parameter sind in Bild 3 dargestellt.

Der untere Teil des Bilds stellt die Ergebnisse der Tribometeruntersuchungen dar. Die Symbole zeigen dabei die Anzahl der erfolgreich durchgeführten Versuchswiederholungen bei der jeweiligen Lastvariante. Ein Versuch gilt als bestanden, wenn alle drei Wiederholungen ohne ein Schmierstoffversagen und daraus resultierendem Abbruch des Versuchs durchlaufen werden.

Ein Schmierstoffsystem hat versagt, wenn es bereits beim ersten Durchlauf zu einem Schmierstoffversagen mit Abbruch des Versuchs kommt. Bei Lastvariante 1, die die geringsten tribologischen Lasten abbildet, versagte während der drei Versuchsdurchläufe die Schmierstoffschicht bei drei der acht Schmierstoffsysteme. Das Versagen führt zu einem adhäsiven Verschleiß der Probe. Bei steigenden Lasten zeigt sich, dass die Schmierstoffsysteme mit einer Konversionsschicht aus Oxalat den Einschichtschmierstoffen überlegen sind. Von den Einschichtschmierstoffen ist das Polymer_1 am leistungs-

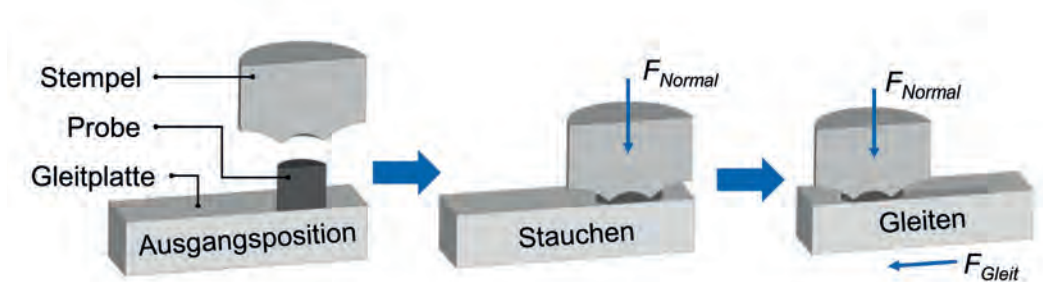


Bild 2: Schematischer Ablauf des Gleitstauchversuchs nach [5]

Parameter Gleitstauchversuch							
Variante	1	2	3	4	5	6	7
Kontaktdruck [MPa]	1.800	1.800	1.800	1.800	2.500	2.500	2.500
Oberflächenvergrößerung [-]	4,3	4,3	6,7	6,7	18	18	18
Kontakttemperatur [°C]	164	256	216	340	211	320	274
Werkzeugtemperatur [°C]	22	22	150	150	22	22	22
Gleitgeschwindigkeit [mm/s]	20	120	20	120	20	120	120
Schmierstoffsystem							
Oxalat + Chlorparafin	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Oxalat + MoS ₂	✓	✓	✓	✓	~	✗	-
Oxalat + Polymer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
Polymer_1	✓	✓	✓	✗	✓	~	✓
Polymer_2	~	~	✗	✗	✗	✗	-
MoS ₂ _1	~	~	✗	✗	✗	✗	-
MoS ₂ _2	✓	✓	~	✗	✗	✗	-
Salz-Wachs	~	~	~	✗	✗	✗	-
Erfolgreiche Versuchsdurchläufe:	✓ 3/3		~ 1/3 2/3		✗ 0/3		

Bild 3: Tribologische Lasten sowie Ergebnisse der Tribometeruntersuchungen

stärksten und stellt eine Alternative für die Systeme mit einer Oxalat-Konversionsschicht dar. Der Schmierstoff kann die Lastvarianten 5 und 6 mit Kontaktdrücken von 2.500 MPa und Oberflächenvergrößerungen von 18 erfolgreich durchführen. Die Kontakttemperatur stellt bei diesem Schmierstoffsystem den limitierenden Faktor dar. Die bei Lastvariante 4 auftretenden Temperaturen von 340 °C sind zu hoch, und es kommt zum Versagen. Lastvariante 6 liegt mit einer Kontakttemperatur von 320 °C im Grenzbereich, wodurch die Wiederholungen teilweise durchgeführt werden können. Durch eine Pause zwischen Stauchen und Gleiten und eine resultierende Reduzierung der Kontakttemperatur auf 274 °C bei Lastvariante 7 sind die Versuchswiederholungen wieder erfolgreich. Die einschichtschmierstoffe auf MoS₂-Basis zeigen eine starke Abhängigkeit von der auftretenden Oberflächenvergrößerung. Die Steigerung der Oberflächenvergrößerung von 4,3 auf 6,7 führt bei beiden Schmierstoffen zu einer Verschlechterung ihrer Leistungsfähigkeit. Dieser Effekt ist auch mit einer zusätzlichen Konversionsschicht zu beobachten.

Im Anschluss an die Tribometeruntersuchungen wird eine Auswahl der einschichtschmierstoffsysteme in realen Fließpressversuchen sowohl im Labor als auch im Industriemaßstab validiert. Im Labormaßstab werden die Versuche der drei Musterprozesse auf der institutseigenen Servomotorpresse durchgeführt. Dabei kommen Umformgeschwindigkeiten zwischen

22 mm/s und 170 mm/s zum Einsatz. Zusätzlich wird die Matrize beim Vollvorwärts-Fließpressen nicht nur bei Raumtemperatur, sondern auch bei 100 °C und 150 °C genutzt. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse dargestellt.

Die Versuche des Vollvorwärts-Fließpressens sind mit zwei der vier Schmierstoffe ohne Verschleißerscheinungen erfolgreich. Bei den Schmierstoffen Polymer/MoS₂_1 und Polymer/MoS₂_2 ist eine Umformung möglich, es sind jedoch deutliche abrasive Verschleißerscheinungen auf den Proben zu erkennen, die über die Wiederholungen vermehrt aufgetreten sind. Bei den beiden Schmierstoffen MoS₂_1 und Polymer_1 ließen sich alle Parametervariationen ohne Verschleißerscheinungen und Schmierstoffversagen erfolgreich durchführen. Die Werkzeugtemperatur hat auf beide Schmierstoffe einen signifikanten Einfluss. Bild 4, links zeigt die Kraft-Weg-Verläufe für die beiden Schmierstoffe MoS₂_1 und Polymer_1 bei Werkzeugtemperaturen von 25, 100 und 150 °C. Beim Polymer-Schmierstoff sinkt die Umformkraft bei einer Werkzeugtemperatur von 150 °C um 50 Prozent im Vergleich zur Raumtemperatur. Die Kraftreduktion ist mit 25 Prozent beim MoS₂-Schmierstoff etwas schwächer ausgeprägt. Eine Erklärung hierfür kann das Temperatur-Viskose-Verhalten der Schmierstoffe sein. Aufgrund der Werkzeugtemperaturen von 100 °C und 150 °C hat der Schmierstoff direkt zu Beginn der Umformung eine niedrigere Viskosität, die dem Schmierstoff unter anderem

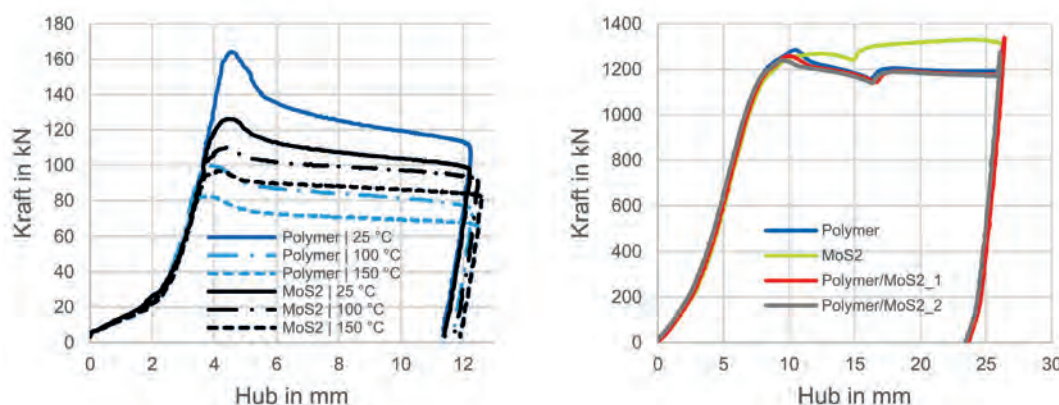


Bild 4: Kraft/Weg-Verlauf vom Vollvorwärts-Fließpressen (links) und kombinierten Fließpressen (rechts)
Bilder: Autoren

seine Reibeigenschaften gibt. Bei Raumtemperatur wird diese Viskosität erst später erreicht, wenn der Schmierstoff durch die Umformenergie erwärmt wird.

Die Versuche beim Napfrückwärts-Fließpressen und beim kombinierten Fließpressen sind mit allen Schmierstoffen möglich, ohne dass Verschleißerscheinungen auftreten. Beim kombinierten Fließpressen ist aufgrund des höheren Reibkoeffizienten des MoS₂-Schmierstoffs im Vergleich zu den drei Polymer-Schmierstoffen die Umformkraft höher, zusätzlich ändert sich der Ablauf der Umformung (Bild 4, rechts). Der Knick im Kraftverlauf entsteht, wenn die Umformung des Zapfens beim Vollvorwärts-Fließpressen abgeschlossen ist und nur noch der Napf ausgeformt wird. Die höhere Reibung verhindert zu Beginn die Umformung des Napfs, wodurch der Zapfen beim MoS₂-1 bereits früher ausgeformt ist.

In den Laborversuchen sind insgesamt knapp 80 Bauteile pro Werkzeug umgeformt worden. Um das Verschleißverhalten und die Leistungsfähigkeit der Einschichtschmierstoffe auch in einem größeren Maßstab zu beurteilen, wurden abschließend Versuche bei einem Projektpartner durchgeführt. Für die Versuche kamen der Prozess des kombinierten Fließpressens sowie die beiden Einschichtschmierstoffe Polymer_1 und MoS₂-1 zum Einsatz. Insgesamt werden bei den Versuchen 1.743 Proben mit einem Werkzeugsatz umgeformt. Alle Proben konnten ohne erkennbaren Verschleiß am Werkzeug umgeformt werden. Ebenso wie bei den Laboruntersuchungen ist die Umformkraft bei dem Polymer-Schmierstoff tendenziell geringer als bei dem Schmierstoff auf MoS₂-Basis.



- [1] Klocke, F.: Fertigungsverfahren 4; Umformen, Springer Berlin, Berlin, s.l. 2017
- [2] Kappes B.: Über den Nachweis tribologischer Effekte mit Hilfe von Modellversuchen im Bereich der umweltfreundlichen Kaltmassivumformung, Shaker, Aachen, 2005
- [3] Informationsstelle Edelstahl Rostfrei: Edelstahl Rostfrei – Eigenschaften, Merkblatt 821, 2015
- [4] European Parliament and Council: REACH, Regulation No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council
- [5] Groche, P.; Stahlmann, J.; Müller, C.: Mechanical conditions in bulk metal forming tribometers – Part two, in: Tribology International 66 (2013), pp. 345 – 351

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der Untersuchung konnte die Machbarkeit der konversionsschichtfreien Kaltmassivumformung rostfreier Stähle nachgewiesen werden. Hinsichtlich der Charakterisierung der Schmierstoffsysteme zeigte sich, dass die Systeme mit Oxalatbeschichtung im Vergleich zu den Einschichtschmierstoffen noch leistungsstärker sind, dass aber einzelne Einschichtschmierstoffe durchaus nahezu ebenbürtig sind. Die Leistungsgrenzen sind bei den Schmierstoffklassen unterschiedlich ausgeprägt. Die Leistungsfähigkeit der Polymer-schmierstoffe und der Salz-Wachse hängt signifikant von der Kontakttemperatur ab. So führen Temperaturen über einem kritischen Punkt zum Versagen, auch wenn die anderen tribologischen Lasten eher moderat sind. Bei der Klasse der MoS₂-Schmierstoffe ist die Oberflächenvergrößerung ein kritischer Faktor.

Insgesamt besitzen Einschichtschmierstoffe eine ausreichende Leistungsfähigkeit für die in der Kaltmassivumformung rostfreier Stähle auftretenden Lasten. Die genannten Schwächen der Schmierstoffe müssen für den jeweiligen Prozess jedoch einzeln bewertet werden. Durch die Versuche im industriellen Umfeld konnte gezeigt werden, dass mit den Systemen der Einschichtschmierstoffe die Umformung einer größeren Anzahl von Bauteilen ohne Verschleißerscheinungen möglich ist.



Das IGF-Vorhaben 19803 N der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. 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 Abschlussberichtes kann bei der FSV, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.

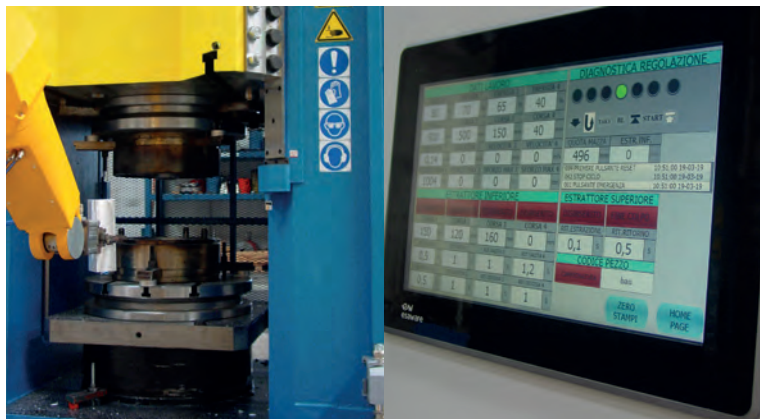
Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie**

IGF
Industrielle
Gemeinschaftsforschung

aufgrund eines Beschlusses
des deutschen Bundestages



screw presses for forging

steel

brass

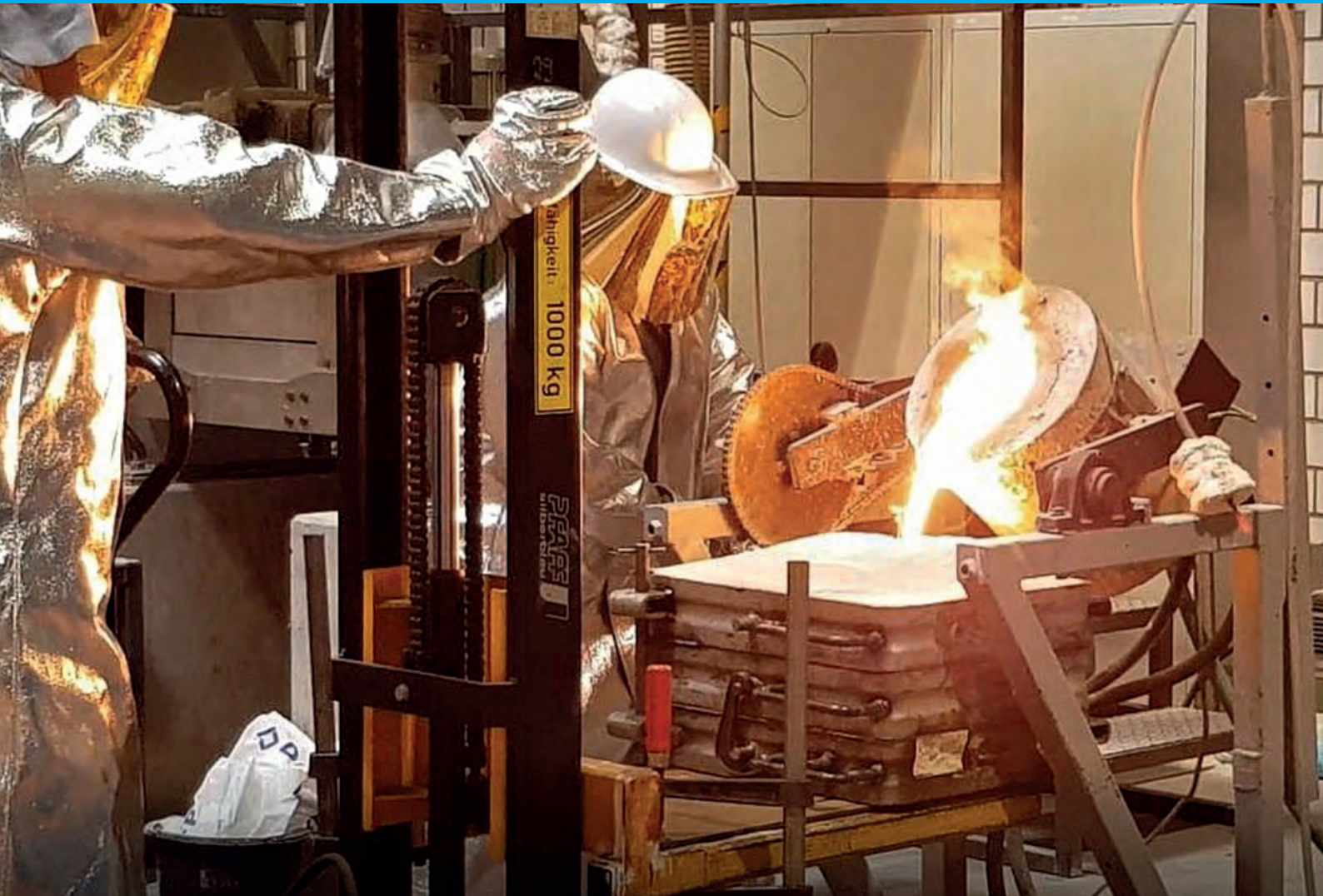
titanium

special alloy

aluminium

copper





Nitrierbehandlung eines zyklisch selbsthärtenden Warmarbeitsstahls

Die Reduktion von Reibung und Verschleiß ist aus ökonomischer und ökologischer Sicht von hoher Bedeutung für die Umformtechnik. Dort betragen die verschleißbedingten Schäden deutschlandweit schätzungsweise mehrere Milliarden Euro [1]. Eine Erhöhung der Standmenge von Schmiedewerkzeugen und eine damit verbundene Effizienzsteigerung sind daher erstrebenswert. Einen vielversprechenden Ansatz bietet die Entwicklung einer neuartigen, an die speziellen Anforderungen angepassten Legierungsmodifikation in Kombination mit einer werkstofftechnisch angepassten Randschichtmodifikation.

AUTOREN



Uwe Lorenz, M. Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
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



Serdal Acar, M. Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Institut für Werkstoffkunde (IW)
der Leibniz Universität Hannover



Dr.-Ing. Sebastian Herbst

ist Bereichsleiter
„Technologie der Werkstoffe“
am Institut für Werkstoffkunde (IW)
der Leibniz Universität Hannover

Das Gesenkschmieden ist ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung poren- und seigerungsfreier Bauteile, die über gute mechanische Eigenschaften verfügen. Prozessbedingt unterliegen die formgebenden Werkzeuge jedoch hohen Wechselbeanspruchungen, die zu Schädigungen an den Gravurflächen führen. Dabei stellt der Verschleiß in Folge der Relativbewegungen zwischen Werkstück und Werkzeugen die häufigste Versagensursache dar. Im Rahmen eines Forschungsvorhabens wurde für Werkzeuge der Warmmassivumformung eine angepasste Legierungsmodifikation mit einem systemimmanenten Verschleißschutzmechanismus entwickelt. Entsprechend der Definition intelligenter Werkstoffe kommt ein Werkzeugwerkstoff zum Einsatz, der seine mechanischen Eigenschaften autonom an sich ändernde Umgebungsbedingungen anpasst. Überschreitet die Gesenkrandschicht im Schmiedeprozess die Austenitstarttemperatur (A_{c1b}), geht das dortige Gefüge in einen teilaustenitisierten Zustand über. Bei raschem Abschrecken, zum Beispiel durch Besprühen mit einer Kühlschmiermittel-Suspension zwischen zwei Schmiedezyklen, wandelt sich das teilaustenitisierte Gefüge in ein sehr hartes und feines martensitisches Gefüge um. Entsprechend zielt das Projekt auf ein Legierungskonzept zur gezielten Absenkung der A_{c1b} -Temperatur ab.

Durch austenitstabilisierende Legierungselemente lassen sich die mikrostrukturellen Gefügeumwandlungen in den Werkzeugrandschichten derart beeinflussen, dass während des Schmiedeprozesses eine zyklische Randschichthärtung stattfindet.

Eine Reduzierung der A_{c1b} -Temperatur des Warmarbeitsstahls 32CrMoV12-28 (Werkstoff-Nr. 1.2365) durch zusätzliche Massenteile von 2 Prozent Mangan und 1,5 Prozent Nickel bewirkt eine sich stetig erneuernde Randschichthärtung, die als Verschleißschutz nutzbar gemacht werden kann. Werkzeuge dieser Legierung weisen in thermomechanisch hochbelasteten Werkzeugbereichen eine deutlich gesteigerte Verschleißresistenz auf [2]. Bei einer reduzierten A_{c1b} -Temperatur des Werkzeugs tritt dieser Effekt bereits bei niedrigeren Temperaturen ein und reicht weiter in das Grundgefüge hinein. Eine wichtige Voraussetzung hierfür sind Schmiedeprozesse mit geeigneten thermomechanischen Bedingungen. Sind diese beispielsweise durch eine unzureichende Erwärmung oder zu geringe Abschreckraten nicht erfüllt, kommt es zu keiner zyklischen Randschichthärtung, sondern lediglich zu Anlasseffekten, die den Verschleiß fördern.

Um in diesen thermomechanisch geringer beanspruchten Werkzeugbereichen dennoch einen effektiven Verschleißschutz zu erreichen, wurde eine Nitrierbehandlung entwickelt, die auf das neue Legierungskonzept angepasst ist. Die Randschichten nitrierter Schmiedegesenke sind sehr hart und korrosionsbeständig und zeigen unter hohen mechanischen, tribologischen und chemischen Beanspruchungen eine gute Verschleißbeständigkeit. Eine ausreichend tiefe Diffusionszone, charakterisiert durch die Nitrierhärte tiefe, steigert die Dauerschwingfestigkeit und wirkt zugleich stützend auf die harte Nitrierzone [3].

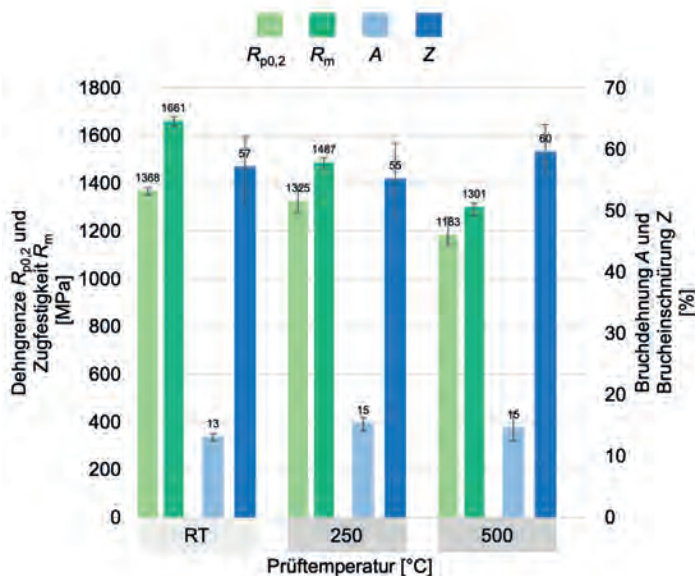


Bild 1: Mechanische Eigenschaften der Legierungsmodifikation 1.2365mod bei verschiedenen Prüftemperaturen

MATERIALCHARAKTERISIERUNG

Mittels Zugversuchen wurde die Legierungsmodifikation auf Basis des Warmarbeitsstahls 1.2365, fortan mit 1.2365mod bezeichnet, bei einer Vergütungshärte von 49 HRC charakterisiert. Zur Erreichung der Härte wurde der 1.2365mod zunächst bei einer Temperatur von 1.040 °C für 30 Minuten austenitiert und anschließend mit einer N_2 -Gasabschreckung (7 bar) gehärtet (Vakuumhärten). Nach dem Abkühlen wurde die Legierungsmodifikation in der 1. und 2. Anlassstufe jeweils bei 550 °C für zwei Stunden und in der 3. Anlassstufe bei 560 °C für eine Stunde angelassen. Die angewendeten Anlasstemperaturen wurden oberhalb des Sekundärhärtemaximums gewählt, um eine hohe Verschleißbeständigkeit und Zähigkeit des 1.2365mod zu gewährleisten. In vorherigen Untersuchungen hat diese Anlassstrategie zu den höchsten Festigkeiten und einer vergleichsweise hohen Duktilität geführt [4].

Der Zugversuch wurde in Anlehnung an die DIN EN ISO 6892-1 durchgeführt. Für die Untersuchungen bei Raumtemperatur und bei erhöhten Temperaturen wurden Rundzugproben der Form C beziehungsweise der Form B nach DIN 50125 verwendet. Die in Bild 1 aufgeführten Ergebnisse zeigen mit steigender Prüftemperatur einen Abfall der Streckgrenze und Zugfestigkeit und gleichzeitig leicht gesteigerte sowie konstant bleibende Werte für die Bruchdehnungen und Brucheinschnürungen. Gegenüber den Warmarbeitsstählen 1.2365 und 1.2367 erreicht

die Legierungsmodifikation 1.2365mod verbesserte mechanische Eigenschaften. Die Ac_{1b} -Temperatur des 1.2365mod wurde dabei im Vergleich zum Ausgangszustand des 1.2365 bei einer schmiedetypischen Aufheizrate von 1.000 K/s um bis zu 65 °C (auf 805 °C) reduziert.

ERMITTLUNG EINER ANGEPASSTEN NITRIERBEHANDLUNG

Um die Verschleißbeständigkeit in den Werkzeugbereichen zu erhöhen, die aufgrund der Prozessbedingungen keine zyklische Neuhardtung erfahren, wurden die Verfahren Gas- und Plasmanitrieren untersucht. Für diese wurden jeweils vier Varianten untersucht, wobei sich jeweils die Prozessdauer unterschied. Längere Prozesszeiten führten dabei erwartungsgemäß zu tiefer in den Werkstoff reichenden Nitrierzonen. Anschließend wurden in Zylinderstauchversuchen drei Parameterkombinationen über jeweils 1.000 Schmiedezyklen untersucht und mit den Ergebnissen eine Vorauswahl für eine aussichtsreiche Nitrierbehandlung getroffen. Werkzeuge, die einem Plasmanitrieren für 24 Stunden unterzogen wurden, zeigten keine Rissbildung in der Werkzeuggrandschicht, daher wurde diese Behandlung in der Folge näher betrachtet. Zusätzlich wurde mit dem 8-Stunden-Plasmanitrieren auch eine Variante mit verhältnismäßig kurzer Nitrierdauer und geringer Nitrierhärte betrachtet. Damit wurde untersucht, ob es nach einem zu erwartenden frühen Abtrag der Nitrierzone in den hoch beanspruchten Werkzeugbereichen zur Neuhardtung des Gefüges kommt. In Anlehnung an industrielle Standards wurde zusätzlich als Referenz der Stahl 1.2367 mit einer 24-Stunden-Gasnitrierung untersucht.

SERIENSCHMIEDEVERSUCHE AN MODELLWERKZEUGEN

Anhand eines Modellschmiedeprozesses wurde die für den Verschleißschutz maßgeblich verantwortliche Nitrierzone auf ihre Beständigkeit untersucht. Dabei wurden rotationssymmetrische, konturierte Modellgeometrien zum Schmieden mit Grat eingesetzt. Die Schmiedeversuche erfolgten unter konstanten Versuchsbedingungen auf einer vollautomatisierten Spindelpresse Lasco vom Typ SPR 500. 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 1.000 °C erwärmt und durch einen Roboter in den Pressenraum transportiert. Zurückbleibender Zunder wurde mit Druckluft entfernt. Anschließend erfolgte die Kühleinschmierung durch das Besprühen der Werkzeuggravur mit einer Wasser-Graphit-Suspension. Die Taktzeit betrug 29 Sekunden.

BANNING®

Innovation, Efficiency, Competitiveness

Ringwalzwerke KFRWt

Für die Produktion von kleinen Ringen mit einem Außendurchmesser bis 500 mm sowie einem maximalen Gewicht von 40 kg hat BANNING Ringwalzwerke konzipiert, die hoch produktiv und sehr kostengünstig arbeiten.



Ringwalzwerke ERW

Für die Produktion von Ringen, Scheiben und Profilen bietet BANNING eine neue Generation von elektromechanischen Ringwalzwerken an. Diese ERW Ringwalzwerke können Werkstücke bis zu einem Außendurchmesser von 8.000 mm und einer Höhe von 1.500 mm walzen.



Hydraulischer Schmiedehammer HDA

Unsere BANNING HDA Hydraulikhämmer sind auf dem neuesten Stand der Technik und überzeugen durch eine U-Schabotte und ein in den Hammerkopf integriertes Antriebssystem.



Keilrammen KERA

Die pneumatisch angetriebene BANNING KERA Keilramme treibt durch eine schnelle Bewegung mit dem Schlagkopf die Keile ein und aus.



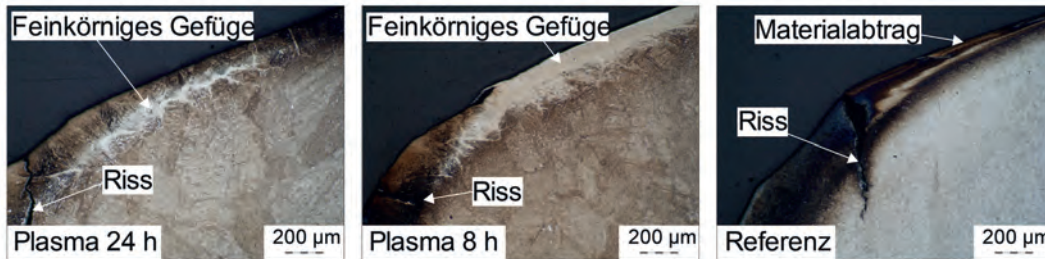


Bild 2: Randzonengefüge am konvexen Dornradius nach 1.000 Schmiedezyklen

Bild 2 zeigt Schlichtbilder zum Randzonengefüge nach 1.000 Schmiedezyklen. Alle Werkzeuge zeigten dabei Risse, Kornverfeinerungen und Materialabtrag aus der Nitrierzone. Bei dem für 24 Stunden plasmanitrierten Werkzeug aus dem modifizierten Warmarbeitsstahl 1.2365mod wurde ein stark fortgeschrittener Materialabtrag aus der Werkzeugrandschicht sowie eine Bildung von feinkörnigem, martensitischem Gefüge unterhalb der Nitrierzone sichtbar. Die Nitrierzone des für 8 Stunden plasmanitrierten Werkzeugs ist komplett abgetragen, und es hat sich eine Schicht aus feinkörnigem Gefüge gebildet.

Neben dem Dornradius ist die Nitrierzone noch sichtbar vorhanden und schützt die thermomechanisch unzureichend beanspruchten Bereiche vor Verschleiß. Das für 24 Stunden gasnitrierte Werkzeug aus dem Referenzstahl 1.2367 zeigt ebenfalls einen starken Materialabtrag aus der Randschicht.

Ein für den Verschleißwiderstand maßgeblicher Kennwert ist die Härte eines Werkstoffs. Ermittelt wird diese durch eine Härteprüfung nach Vickers HV 0,1 in der Werkzeugrandzone. Bild 3 zeigt die Mikrohärtetiefenverläufe in der Werkzeugrandschicht der untersuchten Parameterkombinationen im unbelasteten Zustand (links) und nach 1.000 Schmiedezyklen (rechts). Die Grundhärte aller Werkzeuge liegt dabei im unbelasteten Fall mit durchschnittlich 530 HV 0,1 auf einem ähnlichen Niveau. Nach 1.000 Schmiedezyklen zeigt das für 24 Stunden plasma-

nitrierte Werkzeug aus 1.2365mod einen inhomogenen Härteverlauf in der Randschicht, was auf eine noch partiell vorhandene Nitrierzone schließen lässt. Diese scheint die homogene Ausbildung einer darunter befindlichen, neugehärteten Schicht zu unterbinden. Das für 8 Stunden plasmanitrierte Gesenk aus dem Stahl 1.2365mod zeigt einen konstanten Härteanstieg zur Randschicht, hervorgerufen durch die zyklische Neuhärtung des Randschichtgefüges. Das für 24 Stunden gasnitrierte Werkzeug aus 1.2367 zeigt ebenfalls eine hohe Randschichthärte, aber darunter einen starken Abfall der Härte bis auf unter 300 nach HV 0,1, was auf eine verschleißfördernde entfestigte Zone unterhalb der Werkzeugrandschicht schließen lässt.

FAZIT UND AUSBLICK

Im Rahmen des Forschungsvorhabens IGF 19602 N wurde ein intelligenter Warmarbeitsstahl mit zyklischer Randschichthärtung mit einer werkstoffspezifisch angepassten Nitrierbehandlung kombiniert, um dessen Verschleißbeständigkeit zu verbessern. Nachdem der modifizierte Warmarbeitsstahl 1.2365mod charakterisiert war, wurden verschiedene Nitriervarianten untersucht und die aussichtsreichsten Prozessparameter in Serienschmiedeversuchen erprobt. Die Ausbildung eines Neuhärtebereichs wurde dabei nach Abtrag der Nitrierzone aus thermomechanisch hochbelasteten Werkzeugbereichen nachgewiesen. Zudem zeigt sich, dass die Bildung von hartem, martensitischem Gefüge bereits unterhalb der

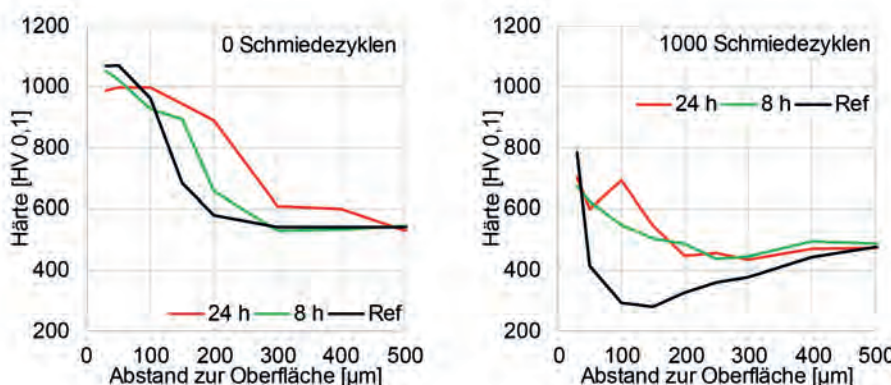


Bild 3: Mikrohärtetiefenverläufe der Werkzeugrandschicht im unbelasteten Zustand (links) und nach 1.000 Schmiedezyklen (rechts) Bilder: Autoren



LUBRODAL

Spezialschmierstoffe für die Schmiedeindustrie

LUBRODAL-Umformschmierstoffe minimieren Reibung und Verschleiß bei allen gängigen Umformverfahren und verwandten Anwendungen. Sie sorgen für höchste Bauteilequalität, 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

Nitrierzone erfolgt. Bei dem gewählten Referenzstahl 1.2367 mit einer 24-Stunden-Gasnitrierung war dieser Effekt nicht in gleicher Weise nachzuweisen, und es kam zur Ausbildung einer verschleißfördernden entfestigten Zone. Der ermittelte Verschleiß lag nach 1.000 Schmiedezyklen bei den unter-

suchten Werkzeugen auf einem vergleichbaren Niveau. Geplant sind weiterführende Untersuchungen an dem plasmanitrierten 1.2365mod in Schmiedeversuchen im industriellen Umfeld.



[1] Gießmann, H.: Wärmebehandlung von Verzahnungsteilen, Effektive Technologien und geeignete Werkstoffe, 2, neu bearbeitete Auflage, Expert Verlag, Renningen-Malmsheim, 2010

[2] Puppa, J.; Dinkel, S.; Behrens, B.-A.; Maier, H. J.: Intelligente Schmiedewerkzeuge – Effizienter Verschleißschutz durch zyklische Randschichthärtung? massivUMFORMUNG, Info-stelle Industrieverband Massivumformung e.V., Hagen, Ausgabe März 2016, S. 44 – 48

[3] Behrens, B.-A.; Bräuer, G.; Paschke, H.; Biströn, M.: Reduction of wear at hot forging dies by using coating systems containing boron Production Engineering – Research and Development 5 (2011) 5, pp. 497 – 506

[4] Acar, S.; Gerstein, G.; Herbst, S.; Lorenz, U.; Malik, I.Y.; Behrens, B.-A.: Characterization of a modified hot-working steel with increased wear resistance. 11th International Tooling Conference, May 12 – 16, Aachen, 2019



Das IGF-Vorhaben „Erhöhung der Verschleißbeständigkeit von Schmiedewerkzeugen durch Einsatz eines intelligenten Warmarbeitsstahls in Kombination mit einer werkstoffspezifisch angepassten Nitrierbehandlung“, IGF-Projekt 19602 N, der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann bei der FOSTA, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf angefordert werden.

Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie**



Industrielle
Gemeinschaftsforschung

aufgrund eines Beschlusses
des deutschen Bundestages



Bild: pixabay – startup - 593343

IMU-Praxisworkshops 2021 – betriebliche Probleme digital lösen

Nach Abschluss des mehrjährigen Forschungsprojekts „EMuDig 4.0“ im November 2020 liegt der Fokus der verbandlichen Aktivitäten des Industrieverbands Massivumformung e. V. auf der Umsetzung digitaler Lösungen in die betriebliche Praxis der Massivumformung. Im Rahmen des bisherigen Arbeitskreises „Massivumformung 4.0“ sind in 2021 vier Praxisworkshops mit anschließenden Pilotprojekten geplant.

Ziel der Praxisworkshops und der daraus abgeleiteten Folgeschritte ist die gezielte Einführung von Digitalisierungsansätzen. Dabei werden unter anderem die Ergebnisse aus dem Verbundprojekt „EMuDig 4.0“ zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und Profitabilität der Unternehmen der Massivumformung berücksichtigt und um Erfahrungswerte der Teilnehmer ergänzt. Insgesamt sollen Digitalisierungsmöglichkeiten im Betrieb greifbar gemacht und bekannte betriebliche Problemfelder gelöst werden, darüber hinaus gilt es, mit diesen Lösungen den zukünftigen Anforderungen der Kunden vollumfänglich und nachhaltig zu entsprechen.

In jedem der vier Workshops wird ein spezifischer Themenschwerpunkt bearbeitet – die Unternehmen werden hierzu gesondert eingeladen. Darüber hinaus sind detaillierte Informationen unter www.massivumformung.de/aktuelles/ abzurufen.

ASK 35 Metallurgie für nachhaltigen Stahl

35. Aachener Stahl Kolloquium 2021

Am 23. und 24. September 2021 richtet der Lehrstuhl für Metallurgie von Eisen und Stahl des Instituts für Eisenhüttenkunde (IEHK) der RWTH Aachen das 35. Aachener Stahlkolloquium (ASK) aus. Die Veranstaltung hat sich zu einem der wichtigsten Diskussionsforen für die stahlerzeugende und weiterverarbeitende Industrie in Deutschland entwickelt. Angesichts derzeitiger und zukünftiger Herausforderungen steht das ASK 2021 unter dem Motto „Metallurgie für nachhaltigen Stahl“.

Die Organisierenden freuen sich auf zwei Tage mit Vorträgen ausgewählter Fachleute aus Industrie und Forschung zu den Themenbereichen „Rohstoffe und Energie“, „Reduktion“, „Stahlmetallurgie“ sowie „Erstarrung“ rund um die Metallurgie von Eisen und Stahl. Darüber hinaus steht neben dem fachlichen Austausch auch der Kontakt zu den Studierenden im Sinne der Förderung des metallurgischen Nachwuchses im Fokus. Detaillierte Informationen sind unter www.ask2021.de abzurufen.

Steels in Cars and Trucks
September 5 – 9, 2021
Milan, Italy



6th International Conference On Steels In Cars And Trucks

„Die Automobil-, Zuliefer- und Stahlindustrie zusammenbringen“ ist eines der beiden Ziele hinter dem SCT 2021, der vom 5. bis 9. September 2021 in Mailand stattfindet. Dieses Motto unterstreicht, worum es in der modernen Stahlindustrie geht: Partnerschaften über Wertschöpfungsketten hinweg, die aus Industrie-, Forschungs- und Entwicklungsexperten bestehen.

Das zweite Motto des SCT 2021 lautet: „Zukünftige Trends in der Stahlientwicklung, Verarbeitungstechnologien und Anwendungen“. Die Fähigkeit, eines der traditionellen und innovativsten Materialien für den industriellen Einsatz stetig zu erneuern, spiegelt sich in der weltweit zunehmenden Menge an Stahl wider. Stahl bietet viele Lösungen für die Lösung zukünftiger globaler Herausforderungen wie Wohnen und Mobilität in Megastädten oder die Schonung von Materialressourcen aufgrund der hervorragenden Recyclingmöglichkeiten von Stahl.

Mit mehr als 160 Vorträgen aus Industrie und Forschung, die in 50 Fachvorträgen zusammengefasst sind, verspricht das gehobene Vortragsprogramm wieder hochinteressant zu werden. Nachhaltige Senkung von Kosten und Energieverbrauch bei gleichzeitiger Verbesserung der Fahrzeugsicherheit bei einer vollständigen Lebenszyklusbewertung durch die optimale Integration von Stahl-, Konstruktions- und Fertigungsprozessen – die Themen des 6. SCT 2021 werden alle Ingenieure aus der Industrie sowie Wissenschaftler aus verwandten Disziplinen, die an der Veranstaltung teilnehmen, interessieren.

Seit nunmehr einem Jahr beeinflusst die weltweite Pandemie den Alltag und die Weltwirtschaft. Die Messe- und Veranstaltungslandschaft treffen die Auswirkungen in besonderem Maß: Noch immer wird die Planung dieser Events erschwert und die Zahl der – auch kurzfristigen – Absagen von Veranstaltungen aufgrund von Präventionsmaßnahmen im Zusammenhang mit dem Coronavirus (COVID-19) ist nach wie vor sehr groß. Wir weisen darauf hin, dass wir keinen Einfluss auf die Absage von nachfolgend aufgeführten Veranstaltungen 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.

**08.04.2021
bis
09.04.2021** **FMEA-GRUNDLAGENSCHULUNG ZUR HARMONISIERTEN AIAG-VDA-FMEA** **ONLINE-ANGEBOT**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

**12.04.2021
bis
16.04.2021** **HANNOVER MESSE DIGITAL EDITION** **HANNOVER**
Führende Wissens- und Networking-Plattform für die produzierende Industrie, die Energiewirtschaft und die Logistik.
Weitere Informationen: www.hannovermesse.de/de/hm-digital-edition/

16.04.2021 **VDA 6.5 QUALIFIZIERUNG ZUM PRODUKT-AUDITOR** **HAGEN**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

**21.04.2021
bis
22.04.2021** **BETRIEBSFESTIGKEIT** **DARMSTADT**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

**21.04.2021
bis
22.04.2021** **ERFOLGSFAKTOR FÜHRUNGSKOMMUNIKATION** **ONLINE-ANGEBOT**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

28.04.2021 **SAUBERKEIT UND ORDNUNG NACH DEM TOYOTA-MODELL (5S-METHODE)** **ONLINE-ANGEBOT**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

**03.05.2021
bis
04.05.2021** **REIFEGRADABSICHERUNG FÜR NEUTEILE (ID602) 07-180** **HAGEN**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

**05.05.2021
bis
06.05.2021** **AUTOMOTIVE CORE TOOLS FÜR SYSTEM- UND PROZESSAUDITOREN (ID417) 02-740** **HAGEN**
Seminar der Schmiede-Akademie
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

**08.06.2021
bis
10.06.2021** **CASTFORGE 2021** **STUTTART**
Internationale Fachmesse für Guss- und Schmiedeteile mit Bearbeitung
Weitere Informationen: www.messe-stuttgart.de/castforge

**14.06.2021
bis
17.06.2021** **ZERTIFIKATSLEHRGANG DATENSCHUTZBEAUFTRAGTER (TÜV)** **STUTTART**
Seminar der TÜV Nord AG
Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen

VERANSTALTUNGEN

15.06.2021 bis 16.06.2021	LAYERED PROCESS AUDIT (LPA) Seminar der TQU International GmbH in Zusammenarbeit mit der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	KÜR TEN
23.06.2021 bis 24.06.2021	LIGHTCON 2021 Kongressmesse für den Leichtbau, weitere Informationen: www.lightcon.info	HANNOVER
05.09.2021 bis 09.09.2021	6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON STEELS IN CARS AND TRUCKS (SCT) Internationale Fachkonferenz des Stahlinstituts VDEh, siehe Mitteilung auf Seite 74 Weitere Informationen: www.sct-2021.com	MAILAND/I
07.09.2021 bis 12.09.2021	IAA MOBILITY 2021 Internationale Mobilitätsausstellung, weitere Informationen: www.iaa.de/de/mobility	MÜNCHEN
15.09.2021 bis 16.09.2021	LAYERED PROCESS AUDIT (LPA) Seminar der TQU International GmbH in Zusammenarbeit mit der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	FELDKIRCHEN
22.09.2021 bis 23.09.2021	EUROFORGE CONFAIR 2021 Europäische Messe und Konferenz für die Schmiedeindustrie, siehe Mitteilung auf Seite 16 Weitere Informationen: www.euroforge-confair.com	BILBAO/E
22.09.2021 bis 23.09.2021	30. AACHENER WERKZEUGMASCHINEN-KOLLOQUIUM 2021 Hybride Konferenz der RWTH Aachen University Weitere Informationen: www.awk-aachen.com	AACHEN
23.09.2021 bis 24.09.2021	35. AACHENER STAHLKOLLOQUIUM Konferenz des Instituts für Eisenhüttenkunde (IEHK) der RWTH Aachen, siehe Mitteilung auf Seite 74 Weitere Informationen: www.ask2021.de	AACHEN
28.09.2021 bis 30.09.2021	ALUMINIUM 2021 Weltmesse der Aluminiumindustrie mit begleitendem Kongress Weitere Informationen: www.aluminium-messe.com	DÜSSELDORF
04.10.2021 bis 06.10.2021	30. AACHEN COLLOQUIUM SUSTAINABLE MOBILITY Kolloquium des Instituts für Kraftfahrzeuge (ika) und des Lehrstuhls Verbrennungskraftmaschinen (vka) der RWTH Aachen University Weitere Informationen: www.aachener-kolloquium.de	AACHEN
04.10.2021 bis 09.10.2021	EMO MILANO 2021 Weltleitmesse für Werkzeugmaschinen und Metallbearbeitung Weitere Informationen: www.emo-milano.com	MAILAND/I
05.10.2021 bis 07.10.2021	INTERNATIONALE ZULIEFERBÖRSE IZB Internationale Zulieferbörse für die Automobilbranche Weitere Informationen: www.izb-online.com	WOLFSBURG

2nd EUROFORGE | conFAIR 2021 • HYBRID the future of forging

Bilbao, Spain • 22–23 Sep 2021



MAIN TOPICS

- NOCARBforging / energy efficiency
- Forging 4.0 / robotics
- Lightweight forging
- E-mobility effects on forging
- New materials in forging
- Forging process re-engineering



Ehemaliger und aktueller Vorsitzender des Industrieverbands Massivumformung: Dr. Frank M. Springorum (links) und Thomas Jörg Hüttenhein

Wechsel im Vorsitz des Industrieverbands Massivumformung

Zum Jahreswechsel 2020/21 übergab der langjährige Vorstandsvorsitzende des Industrieverbands Massivumformung e. V. (IMU), Dr. Frank M. Springorum, Geschäftsführer der Hammerwerk Fridingen GmbH den Staffelstab an seinen Nachfolger Thomas Jörg Hüttenhein, Geschäftsführer der Schlager Industrieofenbau GmbH. Stellvertretender Vorsitzender bleibt Matthias Henke, Geschäftsführer der GKN DrivelineTrier GmbH.

MORE PRECISION

SCHWERLASTROBOTER SLR

GEMACHT FÜR

- ⊕ Große Lasten
- ⊕ Hohe Temperaturen
- ⊕ Schnelle Bewegungsabläufe
- ⊕ Automatische Prozesse

WWW.DANGO-DIENENTHAL.DE

Seit 2012 stand Dr. Frank M. Springorum, geschäftsführender Gesellschafter der Hammerwerk Fridingen GmbH, dem Vorstand des IMU vor. In dieser Funktion leitete er auch den Beirat des Verbands und vertrat die Massivumformung im Präsidium des Wirtschaftsverbands Stahl- und Metallverarbeitung e. V. (WSM). Zum Jahreswechsel hat er den Vorsitz an Thomas Jörg Hüttenhein, Geschäftsführer der Schlager Industrieofenbau GmbH in Hagen übergeben.

1955 in Düsseldorf geboren, zog es Dr. Frank M. Springorum zunächst an die RWTH Aachen, an der er 1983 sein Studium als Diplom-Ingenieur Eisenhüttenkunde abschloss und anschließend auch promovierte. Parallel zur Promotion arbeitete er bereits seit 1983 bei der Thyssen Stahl AG in Duisburg und Krefeld. 1993 wechselte Dr. Springorum als Geschäftsführer zur Baustahlgewerbe GmbH in Düsseldorf, anschließend 1997 zur Kaltwalzwerk Brockhaus GmbH in Plettenberg, wo er bis 2003 die Geschäftsführung innehatte. Seit 2003 ist er Geschäftsführer der Hammerwerk Fridingen GmbH und seit 2005 der HF-Chechforge s.r.o. in Cheb (Tschechien). Neben seinen beruflichen Aufgaben und dem Vorsitz des IMU ist er als Beiratsmitglied der Leiber Group, Vorstandsmitglied des Hochschulcampus Tuttlingen Förderverein e. V. und als Mitglied des Verwaltungsrats Kern Liebers GmbH & Co KG tätig.

Dr. Frank Springorum wird im Mai 2021 die Geschäftsführung beim Hammerwerk Fridingen abgeben und in den Ruhestand wechseln.

Thomas Jörg Hüttenhein wurde 1967 in Gevelsberg geboren. Nach seiner Ausbildung zum Industriekaufmann arbeitete er als Leiter Einkauf und Betriebsorganisation bei der Peter Schöttler GmbH in Hagen. 1995 wurde zum Geschäftsführer der RUD Schöttler Umformtechnik & Systemlieferant GmbH in Hagen berufen. Parallel schloss er im Jahr 2000 sein Studium der Technischen Betriebswirtschaft an der FH Iserlohn ab.

Anfang 2020 wechselte Thomas Hüttenhein zur Schlager Industrieofenbau GmbH, wo er als Geschäftsführer die Bereiche Vertrieb und Finanzen verantwortet. Zusätzlich zu den beruflichen Aufgaben und dem Ehrenamt im Industrieverband Massivumformung ist Thomas Hüttenhein als Prüfer der SIHK Hagen im Ausbildungsberuf Industriekaufmann/-frau aktiv. Er ist Vorstand des Zentrums für Arbeitsmedizin und Arbeitssicherheit e. V., Hagen, ehrenamtlicher Richter am Arbeitsgericht Hagen, Vorstandsmitglied im Verein Deutscher Ingenieure e. V. und Vorstandsmitglied im Märkischen Arbeitgeberverband e. V., ebenfalls in Hagen.

Mit dem Wechsel des Vorstandsvorsitzes erhält die vor einigen Jahren begonnene Modernisierung des IMU ein neues Gesicht. Ebenso wie sein Vorgänger steht Thomas Jörg Hüttenhein für eine klare Ausrichtung des Verbands am Mehrwert der Mitglieder als moderner Dienstleister der Branche.



Betriebliches Gesundheitsmanagement in der Corona-Krise? Digitale Transformation im Mittelstand

Den Nachweis, dass soziale Verantwortung in einem mittelständischen Familienunternehmen im Sauerland groß geschrieben wird, tritt die Schmiedetechnik Plettenberg GmbH & Co. KG (STP) bereits 2017 an. Seit diesem Zeitpunkt arbeiten Geschäftsführung und 580 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an vier Standorten erfolgreich daran, das Unternehmen noch stärker „gesund zu managen“, die Arbeitgeberattraktivität zu steigern und das Betriebsklima zu verbessern.

AUTORIN

**Dipl.-Oecotroph. Katja Müller**

ist externe BGM-Beauftragte
aller vier Standorte der
Schmiedetechnik Plettenberg GmbH & Co. KG



Ausgleichsübungen in der Produktion

Das betriebliche Gesundheitsmanagement (BGM) spielt seither eine zentrale Rolle, es stellt sicher, dass Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nachhaltig gesund und leistungsfähig bleiben. Hierzu wurde ein ganzheitlicher BGM-Prozess in Kooperation mit der Allgemeinen Ortskrankenkasse (AOK) ins Leben gerufen. Zudem installierte die Unternehmensgruppe an allen vier Standorten einen eigenen BGM-Steuerkreis, der den gesamten BGM-Prozess nach dem PDCA-Zyklus koordiniert. Eine externe BGM-Beauftragte moderiert den Steuerkreis in enger Abstimmung mit der Geschäftsführung, weitere Mitglieder sind der Standortverantwortliche, der Betriebsrat, die Betriebsärztin, die Personalleitung sowie die Fachkraft für Arbeitssicherheit. In den jeweiligen Themenkreisen unterstützen Kooperationspartner im Bereich der Ergonomie den Steuerkreis. Die Sitzungen unterliegen seit Beginn einer kontinuierlichen Verbesserung und Weiterentwicklung und finden unter Berücksichtigung neuester Erkenntnisse statt.

Startpunkt des Projekts war eine umfangreiche, vertrauliche Mitarbeiterbefragung, die gemeinsam mit der AOK durchgeführt und anonym ausgewertet wurde. Unter damals knapp 750 Teilnehmenden wurde eine sensationelle Rücklaufquote von 96 Prozent erreicht – dies insbesondere auch durch die Unterstützung des Betriebsrats. Dies führte zu bestmöglichen und sehr repräsentativen Ergebnissen.

Der Mehrwert des strategisch aufgestellten betrieblichen Gesundheitsmanagements wird gerade in den schwierigen

Zeiten der Corona-Pandemie für die Belegschaft sichtbar. Im Rahmen des BGM hat die Pandemie die Arbeitsmedizin ins Rampenlicht gerückt: Die Gruppe richtete einen Corona-Krisenstab ein – in intensiver Zusammenarbeit mit der Betriebsärztin, die die wichtigste Ansprechpartnerin bei der Umsetzung des SARS-CoV-2-Arbeitsschutzstandards ist. Die zeitgleich geschaltete medizinische Corona-Hotline haben die Beschäftigten sehr positiv angenommen.

Mit Blick auf die sonst eher präsenzorientierten BGM-Maßnahmen wurde deutlich: Um den Arbeitsbedingungen während der Corona-Krise gerecht zu werden, müssen Angebote im Augenblick unabhängig von Zeit und Ort sein. Es ist also eine Menge Flexibilität gefragt.

Digitale Angebote wie „STP@Home“, ein digitales Live-Ergonomie-Programm in Kooperation mit der AOK, wurden zu Zeiten des ersten Lockdowns entwickelt. Es sollte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Kurzarbeit sowie im Homeoffice gleichermaßen erreichen, damit sie sich nicht allein gelassen fühlen und sich während dieser besonderen Zeit agil halten. Zwar mussten die bewegten Pausen in der Produktion temporär eingestellt werden, aber für die Verwaltung finden diese online mit den ausgebildeten „STP-Ergoscouts“ statt. So können die Beschäftigten die Ausgleichsübungen bequem im Homeoffice praktizieren, und das gemeinsam im Team der Kolleginnen und Kollegen.



Führungskräfteseminar (das Bild wurde vor Beginn der Corona-Maßnahmen aufgenommen), Bilder: STP

Für die Führungskräfteentwicklung wechselte die Unternehmensgruppe zu „Online-Coachings“. So fanden beispielsweise Vorträge zum Thema „Psychische Gesundheit und Sucht“ statt – ein Themenfeld, das gerade zu Corona-Zeiten große Bedeutung hat. Die Führungskräfte werden im Umgang mit Süchten sensibilisiert, ein Workshop behandelt anonymisierte Praxisfälle. Über eine Kooperation können die Beschäftigten sich zudem an eine mobile Beratungsstelle wenden. Die intensive

Aufklärung, wie wichtig Bewegung ist, steigerte das Interesse vieler Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter am Modell „Businessbike“. Hilfreich waren dabei nicht zuletzt die zahlreichen Fahrradwege in der ländlich geprägten Umgebung der Standorte und der Wunsch nach Naturerkundung und Aktivität im Freien.

Zum Jahresabschluss 2020 rundete eine erneute, erstmals online durchgeführte Mitarbeiterbefragung den BGM-Prozess ab. Die Ergebnisse zeigten – trotz der Corona-Einflüsse – ein positives Stimmungsbild bei den Beschäftigten. Die gilt als Beleg dafür, dass die STP-Gruppe mit ihrem BGM-Projekt einen richtigen Weg eingeschlagen hat, der zur Nachahmung einlädt. Zum Jahresbeginn 2021 ist das BGM-Programm mit „digitalen Gesundheits-Check-ups“ gestartet. Zudem ist eine digitale Plattform in Form einer BGM-App für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter geplant. Zu guter Letzt strebt die Geschäftsführung die neue BGM-Zertifizierung nach DIN 91020 an.



Schmiedetechnik Plettenberg GmbH & Co. KG
Daimlerstrasse 9
58840 Plettenberg
Telefon: +49 2391 816-6
E-Mail: info@stplettenberg.de
Internet: www.stplettenberg.de

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.



**Außen:
Oberfläche
perfekt geschält**

**Innen:
Klima bestmöglich
geschützt**

Unser auf engste Toleranzen geschälter Blankstahl ist nicht nur höchst maßgenau. Er ist auch höchst klimafreundlich. Zum Beispiel, weil wir ihn aus recyceltem Schrott möglichst emissionsarm im Elektrolichtbogenofen erschmelzen und auf kürzesten Wegen effizient weiterverarbeiten.

**Sprechen Sie uns zu unseren nachhaltigen Stahlprodukten an:
sales.gmh@gmh-gruppe.de**





SCHULER DIGITAL SUITE
Die digitalen Produkte von Schuler.
<https://digitalsuite.schulergroup.com>

Innovative Lösungen für die Massivumformung.



www.schulergroup.com/Forging

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

NEUHEITEN IN DER KALT-, HALBWARM- UND WARMUMFORMUNG.

Als führender Systemlieferant der Kalt-, Halbwarm- und Warmumformung bietet Schuler einen entscheidenden Wettbewerbs- und Qualitätsvorsprung. Denn Schuler bietet sowohl Einzellösungen als auch Turn-Key-Anlagen für das Schmieden von Bauteilen verschiedenster Größen. Auch beim Schmieden von Aluminium ist Schuler Ihr erfahrener Partner.

Durch die Lösungen von Schuler zu Vernetzung und Digitalisierung der Umformtechnik wird es möglich, mithilfe von ausgefeilter Sensorik und Aktorik sowie den dadurch gesammelten Daten mögliche Stillstände vorherzusagen und schon im Vorfeld abzuwenden.

SCHULER 

Member of the ANDRITZ GROUP