massiv UMFORMUNG

DEUTSCHE MASSIV UMFORMUNG
NEUE IDEEN SCHMIEDEN

APRIL 2024

IHRE MEINUNG IST UNS WICHTIG, STIMMEN SIE AB!

LESERBEFRAGUNG
www.massivumformung.de/leserbefragung

ADDITIVE FERTIGUNG
Neue Verfahrenskategorie für hochbelastete Anwendungen

ENERGIE-EFFIZIENZ
Unterstützung für die energieintensive Produktion

AXIALFORMEN
Nachhaltige Realisierung von Schrägverzahnungen

TRANSFORMATION
Wertschöpfungsketten im Antriebsstrang

carlo salvi
A HATEBUR COMPANY

HATEBUR

From the **Past** to the **Future**, only one **Name** for **Quality**:

Hatebur Group

180 years of industrial perfection, together for a **brighter future**. **Hatebur** and **Carlo Salvi**: a **perfect synergy** of experiences and **innovation** at your service.

From **cold forming** to **hot forging**, we give life to **your ambitions** with uncompromising **precision**.

carlosalvi.com

hatebur.com

Our performance. **Your advantage.**

StudioBagAgency.com

Frank Severin

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

Wir freuen uns ...

Liebe Leserinnen und Leser,

wir freuen uns, Ihnen die nächste Ausgabe der massivUMFORMUNG zu präsentieren. 2016 haben wir die derzeitige Aufmachung und Struktur des Magazins entwickelt, dabei waren die Ergebnisse der vorangegangenen Leserbefragung eine wertvolle Basis. Innerhalb des letzten Jahrzehnts verändert sich die Medienwelt stetig, es ist also an der Zeit, diese Zeitschrift erneut auf den Prüfstand zu stellen, um sie in Ihrem Sinne weiterzuentwickeln.

Darum bitten wir Sie um Ihre Meinung und laden Sie herzlich ein, bis zum 15. Juli online an unserer Leserbefragung teilzunehmen. Ihre Teilnahme nimmt lediglich einige Minuten in Anspruch, hilft uns aber sehr, auf Ihre Wünsche und Anregungen zielgerichtet einzugehen. Dies ist unser Weg, den Qualitätsstandard der massivUMFORMUNG hochzuhalten und Ihnen ein zeitgemäßes Magazin in der von Ihnen bevorzugten Form zu bieten. Wir freuen uns auf Ihr Feedback und Ihre Anregungen. Den Zugang per QR-Code und per Direktlink finden Sie auf dieser Seite, auf dem Titel sowie an weiteren Stellen im redaktionellen Teil.

Wir freuen uns auch über die große Bandbreite an Themen, die wir Ihnen in dieser Ausgabe präsentieren können: Wir zeigen, welche Auswirkungen die Transformationsprozesse in der Automobilindustrie auf die Wertschöpfungsketten des Antriebsstrangs haben, und berichten über Digitalisierungslösungen im Umfeld der Maschinenwartung sowie gleich zwei verfahrenstechnische Lösungen zur Herstellung von Schrägverzahnungen.

Die aktuelle Ausgabe reflektiert die additive Fertigung von Schmiedegesenken mit dem Ziel der Innenkühlung und stellen das Radialschmieden vor – ein innovatives Konzept zur Herstellung von wichtigen Komponenten der Elektromobilität. Darüber hinaus beleuchten wir die Herausforderung und Unterstützung der Unternehmen im Gesetzesdschungel der Energieeffizienz und die Nachhaltigkeitsindikatoren in den Unternehmen der Branche.

Wählen Sie die für Ihre Zwecke relevanten Beiträge aus oder lesen Sie – inzwischen eher unüblich geworden – die massivUMFORMUNG einfach von vorne nach hinten durch.

Gleichermaßen freuen wir uns, wenn wir Sie auf der bevorstehenden CastForge 2024 in Stuttgart begrüßen können. Die Fachmesse für Guss- und Schmiedeteile hat sich innerhalb kürzester Zeit für die Hersteller in den genannten Branchen etabliert, um deren Leistungsspektrum zu präsentieren. Zusätzlich zu den ausstellenden Industrieunternehmen finden Sie die Experten des Industrieverbands Massivumformung in Halle 3, Stand 3C38.

Mit dieser Empfehlung wünsche ich Ihnen viel Spaß bei der Lektüre – und versäumen Sie nicht, uns Ihre Meinung mitzuteilen. Herzlichen Dank!

Hier geht es zur Leserbefragung:

www.massivumformung.de/leserbefragung

INHALT

EDITORIAL 3

AM SCHWARZEN BRETT 6

IM RUNDBLICK

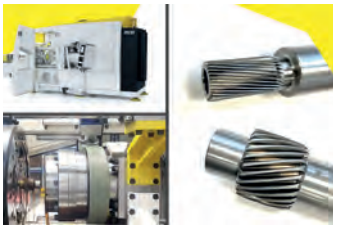
Wie Sie Kosten senken – gesetzlich garantiert! 12

IM FOKUS

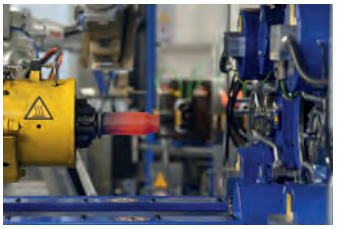
TuWAs – Wissen und Vernetzung für die Zukunft der automobilen Zulieferer 16

AUS DER PRAXIS

Digitales Wartungstool steigert die Verfügbarkeit von Schmiedemanipulatoren 22



Schrägverzahnungen durch Axialformen: Neue und nachhaltige Wege in der Massivumformung 26



LinamaRadial – Ganzheitliche Fertigung aus einer Hand für innovative Produkte 32

WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT

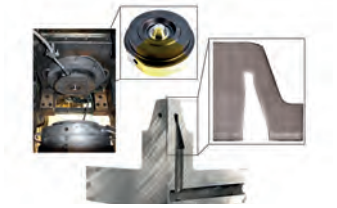
IMU-Energie-Effizienznetzwerk – Orientierung in herausfordernden Zeiten 36

WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT

Umsetzung von Nachhaltigkeitsindikatoren in Unternehmen der Massivumformung 38

TECHNOLOGIE UND WISSENSCHAFT

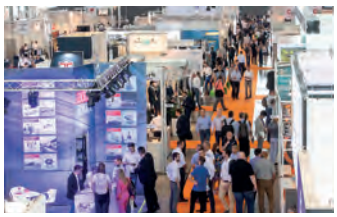
Leichtbau im Antriebsstrang durch Warmwalzen von Schrägverzahnungen auf präzisionsgeschmiedete Halbzeuge 42



Additive Fertigung und oberflächennahe Innenkühlung thermisch hochbelasteter Schmiedegesenke 48

GTMB-Prozess für hochbeanspruchbare Formteile 54

VERANSTALTUNGEN



Weiteres Wachstum für die CastForge – Rekord im Anmeldestand 2024 60

EUROFORGE conFAIR 2024 – Europa lädt die Welt der Massivumformung nach Mailand ein 62

Veranstaltungskalender 64

Titelbild: 626445569 ©Breezze, www.stock.adobe.com

IMPRESSUM 66

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM mit nachhaltiger Stahlproduktion

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM beteiligt sich an der Gestaltung der nächsten Generation der nachhaltigen Stahlproduktion durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz.

Das neue europäische Forschungsprojekt AID4GREENEST hat zum Ziel, eine fortschrittliche und umweltfreundliche Stahlproduktion zu ermöglichen. Hierfür werden sechs KI-basierte Schnellcharakterisierungsmethoden und Modellierungswerkzeuge entwickelt. Diese sollen für das Stahldesign, Prozessdesign, Produktdesign und die Bewertung der Produktleistung eingesetzt werden.

Das Fraunhofer IWM nutzt seine langjährige Expertise in der Charakterisierung und Modellierung des mechanischen Verhaltens und der mikrostrukturellen Entwicklung von hitzebeständigen Stählen unter Schmiede- und Kriechbedingungen. Eine Weiterentwicklung beinhaltet ein maschinelles Lernwerkzeug zur Vorhersage des Kriechverhaltens von großen geschmiedeten Turbinenwellen für den Energiesektor.

Durch die Umsetzung von KI-gestützten Werkzeugen und weiteren Digitalisierungsaspekten sollen die Produktionskosten gesenkt und die Qualität von Stahlprodukten gesteigert werden. Dadurch steigen Wettbewerbsfähigkeit, Rentabilität und Nachhaltigkeit der europäischen Stahlerzeuger.

Das Projekt AID4GREENEST wird von der EU im Rahmen des HORIZON-Programms finanziert.

Installation von Photovoltaikanlage bei PENN

In einem bedeutenden Schritt für Nachhaltigkeit und Umweltschutz hat die PENN GmbH eine Photovoltaikanlage auf den Dächern der Produktionshallen im niederösterreichischen Stratzdorf installiert. Die Anlage bietet eine beeindruckende Leistung von knapp 1.160 kWp und positioniert sich dadurch als eines der führenden Auf-Dach-Kraftwerke in Niederösterreich und unterstreicht somit die Vorreiterrolle des Unternehmens in dieser Region. Das großflächige Generatorfeld erstreckt sich über etwa 7.500 Quadratmeter, wobei für ein kWp etwa 6,5 Quadratmeter benötigt werden.

Pro Jahr produziert die Anlage etwa 1.170 MWh Strom, ausreichend für den Jahresverbrauch von zirka 334 Haushalten oder eine zurückgelegte Fahrtstrecke von 7,8 Millionen Kilometern auf Basis eines Tesla Model 3.

Der Betrieb des Solarkraftwerks ermöglicht eine Einsparung von 495 Tonnen CO_2 pro Jahr im Vergleich zum österreichischen Strommix – vergleichbar mit dem Effekt von rund 39.700 Buchen. Nicht zuletzt kündigt PENN mit Stolz die zweite Aufbaustufe an. Die Leistung der Photovoltaikanlage wird durch die Erweiterung um weitere 1.000 kWp auf dann rund 2.200 kWp erhöht. Damit setzt das Unternehmen konsequent auf grüne Energie und verstärkt die positiven Auswirkungen auf die Umwelt.

CONDAT feiert sein 170-jähriges Bestehen

2024 ist ein besonderes Jahr für CONDAT, denn es markiert das 170-jährige Firmenjubiläum. 1854 begannen die Gebrüder Condat, für die beginnende Industrialisierung Sonderschmierstoffe herzustellen.

Bis heute, mit einem Team von zirka 700 Mitarbeitern, hat das Familienunternehmen stets auf Nachhaltigkeit und dauerhafte Werte gesetzt. Dies bestätigt der langjährige Leitsatz: "Build to last", den das Unternehmen im Jubiläumsjahr auf die Fässer druckt. Der Leitsatz unterstreicht den hohen Anspruch von CONDAT, Verantwortung zu übernehmen und in Verbindung mit "Company in motion" mithilfe innovativer Technologien und Rezepturen respektvollere und ethischere Produktlösungen anbieten zu können.

CONDAT ist im Jubiläumsjahr in 82 Ländern aktiv. Um den hohen Anforderungen seitens Technik und Nachhaltigkeit gerecht zu werden, investiert das Unternehmen fortlaufende Millionenbeträge in neue Laboratoren und Fertigungslinien. So wurde im Oktober 2023 ein zweiter Produktionsstandort in China in Betrieb genommen, um Schmierstoffe lokal zu produzieren.

Seit 2021 firmiert die CONDAT GmbH in Bonn und investiert aktuell mit zwei vakanten Stellen im technischen Vertrieb in die kundennahe und fachbezogene Zusammenarbeit mit seinen Kunden, die ihrerseits vermehrtem Fachkräftemangel ausgesetzt sind.

Thorsten Grah (links) hat als Vice President Corporate Sales am 1. Mai 2024 Armin Ihle abgelöst, der zum 31. Mai 2024 in die Freistellungsphase seiner Altersteilzeit eintreten wird, Bild: Hirschvogel Group

Wechsel in der Vertriebsleitung bei Hirschvogel

Thorsten Grah hat am 1. Mai 2024 die Aufgabe des Vice President Corporate Sales beim Denklinger Automobilzulieferer Hirschvogel übernommen. Er folgt in dieser Position auf Armin Ihle, der nach 27 Jahren im Vertrieb zum 31. Mai 2024 in die Freistellungsphase seiner Altersteilzeit eintreten wird.

Thorsten Grah hat Internationale Betriebswirtschaft studiert und mehr als 20 Jahre Erfahrung in der Automotivebranche. Er begann seine Karriere als Key Account Manager bei Formel D. 2004 trat er beim Automobilzulieferer Faurecia ein, wo er verschiedene verantwortliche Positionen bekleidete. Unter anderem betreute er als Global Account Manager die BMW Group. Nach einem Wechsel zum Valeo-Konzern kehrte er 2019 zu Faurecia zurück und entwickelte im Bereich „Clean Mobility" das Geschäft mit BMW, Daimler und VW. Zuletzt war er als Senior Customer Business Unit Director und Global Account Director für deutsche Kunden sowie für Nutzfahrzeuge tätig.

Armin Ihle kam 1997 als Vertriebsleiter zu Hirschvogel nach Denklingen. Parallel zur Internationalisierung des Unternehmens hat der studierte Maschinenbau-Ingenieur in den letzten 27 Jahren ein starkes, globales Vertriebsteam aufgebaut und gesamtverantwortlich geführt. Er war seit 2012 Vice President Corporate Sales und seit 2021 Mitglied im Executive Committee der Hirschvogel Group.

Joachim Binder, Business Development Manager der Tribo-Chemie GmbH

Joachim Binder ist neuer Business Development Manager bei Tribo-Chemie

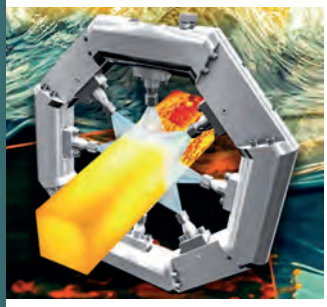
Seit Jahresbeginn 2024 verstärkt Joachim Binder die Geschäftsführung der Tribo-Chemie GmbH in Hammelburg als Business Development Manager bei der strategischen Geschäftsentwicklung. Schwerpunkte seiner Aufgaben liegen zum einen im Aufbau eines weltweiten Händlernetzes und zum anderen in der technischen Begleitung von Produkteinführungen im Schmiedeprozess beim Kunden. Seine langjährige Vertriebserfahrung bei einem führenden Anbieter für Sprühtechnik und der neue Unternehmensfokus auf Schmierstoffe ergänzen sich perfekt, um individuelle Lösungen „made by Tribo-Chemie" zu entwickeln.

„Die außergewöhnliche Flexibilität, immer das Bestmögliche für die Kunden zu erreichen, zeichnet Tribo-Chemie aus und spornt mich in meiner neuen Funktion an", erklärt Joachim Binder. „In einem mittelständischen Unternehmen habe ich die Chance, mich einzubringen und mit meinen Aufgaben zu wachsen." Der neue Business Development Manager teilt die Begeisterung von Tribo-Chemie für die Herausforderungen der Massivumformung. Er betont die faszinierenden Aspekte dieser Branche, darunter die enormen Kräfte, die bei der Umformung wirken, sowie die Suche nach Perfektion und Präzision unter extremen Bedingungen. Dabei spielt auch der richtige Schmierstoff eine wichtige Rolle, den sein neuer Arbeitgeber optimal auf die Kundenbedürfnisse anpasst.

Round Table zum Wasserstoff bei Otto Fuchs

Welche Rolle spielt Wasserstoff bei der zukünftigen Energieversorgung in der Industrieregion Südwestfalen? Gibt es eine Perspektive für leitungsgebunden Wasserstoff? Um diese Fragen zu erörtern, fand am 18. Januar 2024 ein von der OTTO FUCHS KG und der Gesellschaft zur Wirtschafts- und Strukturförderung im Märkischen Kreis mbH (GWS) organisierter runder Tisch mit zahlreichen Unternehmensvertretern der Region statt. Das Ziel: produzierende Unternehmen zu vernetzen, die vor enormen Herausforderungen bei der Energiewende stehen – insbesondere, wenn ihre Prozesswärme aktuell überwiegend mit Erdgas erzeugt wird.

Neben Impulsvorträgen von der OTTO FUCHS KG (Herausforderungen der Energiewende aus Sicht eines Metallverarbeiters für die Automobil- & Luftfahrtindustrie), von der Westenergie AG (Rolle der Verteilnetzbetreiber) sowie von der Fa. Brockhaus (werkseigene Herstellung von grünem Wasserstoff), gab es einen regen Austausch zwischen den Unternehmen. Zur Fortführung des Netzwerkaufbaus sind weitere Veranstaltungen geplant, interessierte Unternehmen können hierzu mit den Organisatoren in Kontakt treten.



Hydraulische Entzunderung,
Bild: Werksfoto SGGT Hydraulik

SGGT Hydraulik erhält zwei Aufträge aus Indien

Die SGGT Hydraulik GmbH hat von zwei indischen Kunden Aufträge über Microline Descaling Anlagen für das hydraulische Entzundern von Knüppeln erhalten.

Eine neue Anlage vom Typ MD 6000 wird bei Ramkrishna Forgings Ltd. in Jamshedpur installiert. Sie wird bis zu 1.500 Millimeter lange Knüppel mit quadratischem Querschnitt bis zu 140 Millimeter sowie runde Querschnitte mit einem Durchmesser bis zu 160 Millimeter entzundern. Die zweite Anlage, eine MD 3000, wird bei Happy Forgings Ltd. in Ludhiana arbeiten. Hier weisen die runden Knüppel Durchmesser bis zu 125 Millimeter bei einer Länge bis zu 900 Millimeter auf.

Beide Hersteller haben sich zum jeweils dritten Mal für Systeme mit hydraulischer Entzunderung entschieden. Die neuen Anlagen arbeiten nach dem Microline Descaling Verfahren von SGGT Hydraulik mit einem Druck von 320 bar. So benötigen sie bei Ramkrishna Forgings Ltd. pro Knüppel lediglich sechs, bei Happy Forgings Ltd. nur 3 Liter je Arbeitsgang.

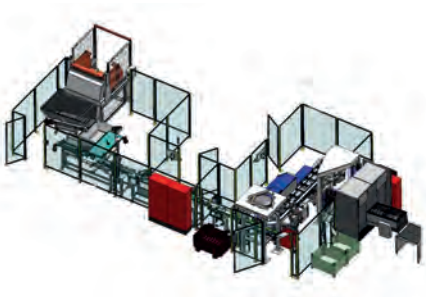
SGGT wird die Anlagen einschließlich aller Fördereinrichtungen zwischen dem Induktor und der Gesenkschmiede sowie der Steuerungstechnik liefern und schlüsselfertig in die vorhandenen Produktionslinien integrieren. Beide Anlagen entzundern im Takt der Produktion, die Transferzeiten sind dank des schnellen Transports der Knüppel minimal. In Kombination mit dem geringen Wasserbedarf ergibt sich eine Temperaturänderung der Knüppel von nur wenigen Kelvin.

Richard Neumayer nimmt neues Hochregallager in Betrieb und erhält TOP100-Siegel

Nach vier Jahren Planung und Bauzeit ist das neue Hochregallager der Richard Neumayer GmbH in Betrieb gegangen. Die ersten Testläufe waren erfolgreich, sodass das nahezu autonome Lagersystem nun fest in den Arbeitsablauf integriert werden kann.

Das automatisierte Hochregallager ist direkt an die Produktion angeschlossen und ermöglicht eine intelligente, automatische Zuführung von Stahlstangen auf die Produktionsmaschinen. Dadurch entfallen komplexe und umständliche Arbeitsprozesse, es entstehen ergonomische Arbeitsplätze und die Materialeffizienz erhöht sich. Mittels der Vernetzung von Maschinen und Anlagen ist auch in den nachfolgenden Prozessen eine fortwährende Analyse der Produktionsdaten möglich, wodurch beispielsweise Probleme frühzeitig erkannt und gelöst werden können.

Zeitgleich wurde die Richard Neumayer GmbH nun als besonders innovatives mittelständisches Unternehmen mit dem TOP100-Siegel 2024 von der renommierten Jury um Prof. Dr. Nikolaus Franke von der Wirtschaftsuniversität in Wien und dem Physiker Ranga Yogeshwar ausgezeichnet. Die Geschäftsführer Dirk Neumayer und Thomas Armbruster freuen sich über die Auszeichnung: „Unser Dank geht an alle, die zu dieser positiven Entwicklung beigetragen haben: unseren innovationsfreudigen Kunden, unseren zuverlässigen Partnern und ganz besonders unseren engagierten Mitarbeitenden. Ihr Engagement, kombiniert mit enormem Ideenreichtum und fundierter Erfahrung, befähigt uns als Unternehmen, innovative Lösungen für aktuelle und zukünftige Herausforderungen zu entwickeln."



Aufbau der neuen Pleuelprüfanlage bei STP

STP investiert 1,8 Millionen Euro in neue Pleuelprüfanlage

Um die gewohnt hohe Qualität zu sichern, hat die Schmiedetechnik Plettenberg GmbH (STP) im Dezember 2023 eine hochmoderne Pleuelprüfanlage in Betrieb genommen.

Die vollständige Automatisierung des Prüfprozesses steigert die Produktivität und unterstützt die Null-Fehler-Strategie der STP. Die Pleuel werden einzeln eingespeist und durchlaufen die Prüfstrecke zweimal, da sie von beiden Seiten gescannt und zu einem präzisen 3D-Modell zusammengeführt werden. Laser-Sensoren überprüfen die Oberflächen detailliert und erkennen Fehler automatisch. Die Wirbelstromprüfung vergleicht jedes Pleuel mit einem Musterstück aus derselben Charge. Nur ein identisches Material wird weiterverarbeitet. Eine Wägezelle kontrolliert das Gewicht; zu schwere oder zu leichte Stücke werden aussortiert. Pleuel werden nur dann der Rissprüfung übergeben, wenn alle Prüfungen erfolgreich durchlaufen wurden.

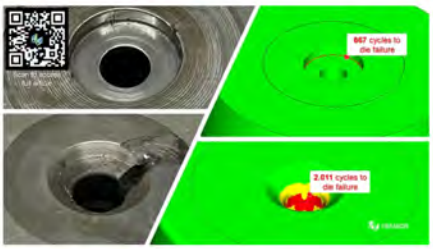
Durch die Implementierung der Prüfanlage erfüllt die STP die hohen Kundenanforderungen und stärkt den Produktionsstandort Deutschland.

Innovativer Schmierstoff für komplexe Schmiedeprozesse von BECHEM

Der Spezialschmierstoffhersteller BECHEM stellt seinen neuen Kühlschmierstoff für die Schmiedeindustrie vor: BECHEM Forge 840 wurde speziell für hochautomatisierte Prozesse in den Bereichen Heiß-, Warm- und Präzisionsschmieden konzipiert und zielt auf die Optimierung in puncto Nachhaltigkeit und Effizienz ab.

BECHEM Forge 840 ist geruchs- und raucharm und zeichnet sich durch seine einzigartige feine Partikelgröße aus, die speziell bei den Anforderungen hochkomplexer Umformteile eine herausragende Produktqualität erzielt. Durch ein spezielles Stabilisierungssystem gewährleistet die wässrige Dispersion nicht nur eine verbesserte Verarbeitung, sondern auch eine erhöhte Zuverlässigkeit im Schmiedeprozess. Dies trägt entscheidend zur Reduzierung von Ausschuss und zur Verbesserung der Gesamtqualität bei.

Die neuartige Rezeptur verbessert das Ablöseverhalten und minimiert den Werkzeugverschleiß. Anwender profitieren von längeren Werkzeugstandzeiten und einer nachhaltigeren Ressourcennutzung. Um eine optimale Schichtdicke auf dem Schmiedegesenk zu erzielen, empfiehlt BECHEM die Anwendung in verdünnter Form durch Sprühanlagen.



Fallstudie: Simulation zur Vorhersage der Werkzeuglebensdauer

Im Mittelpunkt einer neuen, aufschlussreichen Fallstudie steht die Anwendung der Simulationstechnologie zur Vorhersage der Werkzeuglebensdauer. Dokumentiert wird eine Zusammenarbeit zwischen BOLT FASTENERS und NETFORM Engineering. Die Ergebnisse wurden mit dem Die-Life-Modul von Simufact Forming des Unternehmens Hexagon berechnet.

Die Untersuchung konzentriert sich anhand von zwei Beispielen auf tatsächliche Ausfälle von Umformwerkzeugen und ihre simulierte Lebensdauer (Die Life). Die Ergebnisse zeigen eine starke Übereinstimmung der vorhergesagten Werkzeuglebensdauer mit den tatsächlichen Produktionsdaten und betonen, wie wichtig es ist, Werkzeugausfälle frühzeitig vorhersagen zu können.

massiv UMFORMUNG

IHRE MEINUNG IST UNS WICHTIG, STIMMEN SIE AB!

Machen Sie mit bei der Leserbefragung zu unserer massivUMFORMUNG und helfen Sie uns, das Medium in Ihrem Sinne weiterzuentwickeln. Ihre Teilnahme dauert nur wenige Minuten. Wir freuen uns auf Ihr Feedback und Ihre Anregungen.

Industrieverband Massivumformung e. V.

www.massivumformung.de/leserbefragung

Neuer Schmiedehammer kombiniert modernste Technik mit höherer Schlagkraft

Die Schmiedag GmbH in Hagen hat insgesamt rund sieben Millionen Euro in ihre Schmiedehammeranlage investiert. Damit erweitert sie sowohl ihre Produktionskapazität als auch ihr Produktportfolio. Das Unternehmen der GMH-Gruppe kann nun zuverlässiger produzieren und verbessert seine CO_2-Bilanz.

Im Zentrum dieser Investitionsmaßnahme stehen die Anschaffung einer neuen Reckpresse mit 630 Tonnen Presskraft sowie die Installation eines 400-kJ-Schmiedehammers (DG 40 Gegenschlaghammer). Die Anlage ermöglicht es, Bauteile mit einem Stückgewicht von bis zu 750 Kilogramm – statt bisher 450 Kilogramm – zu schmieden.

Das Unternehmen kann somit sein Angebot auch bei schwereren Komponenten erweitern und neue Märkte adressieren, die bislang technologisch nicht erreichbar waren. Dies betrifft beispielsweise Spezialanwendungen in der weiterhin stark aufstrebenden Lebensmittelindustrie, Komponenten für moderne Energiegewinnungsmotoren sowie Komponenten für große Bergbaumaschinen.

„Durch die kreisförmige Anordnung unserer neuen Hammeranlage und durch die neue Reckpresse sind wir nun deutlich flexibler. Die effiziente Nutzung der Anlagengruppe führt darüber hinaus zu deutlich verbesserten CO_2-Emissionswerten", erklärt Schmiedag-Geschäftsführer Heinz Klenen. Herausfordernd war bei diesem Projekt insbesondere, den Aufstellungsort des Schmiedehammers innerhalb der bereits bestehenden Hammeranlage vorzubereiten.

Die Presse ist mit dem kinetischen Energierückgewinnungssystem KERS ausgestattet, das bis zu 40 Prozent einsparen kann. Bild: Schuler

PARSAN nimmt Schuler-Schmiedepresse in Betrieb

Der türkische Hersteller PARSAN hat eine Schmiedelinie mit einer 5000-Tonnen-Presse von Farina und Schuler in Betrieb genommen, die vor knapp zwei Jahren bestellt wurde. Sie ist mit dem kinetischen Energierückgewinnungssystem KERS ausgestattet, das Einsparungen von bis zu 40 Prozent sowie einen geringen Verschleiß und weniger Ausfallzeiten durch Wartungsarbeiten ermöglicht. Der Schwerpunkt der gesamten Anlage liegt auf hoher Geschwindigkeit, Flexibilität, Effizienz, Nachhaltigkeit, auf Schmiedevorgängen in vertikaler und horizontaler Richtung sowie auf Warm- und Heißschmiedeverfahren.

PARSAN und das Schwesterunternehmen OMTAŞ wurden 1968 als integrierte Werke für die Verarbeitung von Schmiedestahl und die mechanische Bearbeitung in der Nähe von Istanbul gegründet. Rund 70 Prozent der Produkte, die zwischen einem und 400 Kilogramm wiegen, werden an die internationale Automobil-, Landwirtschafts-, Energie-, Bergbau-, Eisenbahn-, Luft- und Raumfahrt- sowie Maschinenbauindustrie geliefert.

Der Roboter setzt das Teil in der Strahlkammer ab, die Fixierung erfolgt durch einen in die Anlage integrierten Klemmmechanismus. Der Programmieraufwand wird dadurch auf ein Minimum reduziert.

Rösler: Kompakte Wendekammer-Strahlanlage mit Roboterbeschickung

Unternehmen haben es heute schwer, ihren Bedarf an Fachkräften zu decken. Das betrifft auch vergleichsweise einfache, immer wiederkehrende Tätigkeiten wie das Be- und Entladen von Strahlanlagen. Geht es dabei um Strahlaufgaben, bietet die Wendekammerstrahlanlage RWK 6/12-2 mit automatisiertem Teilehandling von Rösler entscheidende Vorteile. Das Einsatzspektrum reicht vom Entsanden, Entzundern und Reinigen über das Homogenisieren von Oberflächen bis zu Shot-Peening-Anwendungen. Die Bandbreite der bearbeitbaren Werkstücke beinhaltet unter anderem Guss- und Schmiedeteile sowie technische Federn.

Die kompakte Anlage kann durch ihren geringen Flächenbedarf platzsparend in Fertigungslinien integriert werden. Dabei ermöglichen vorbereitete Schnittstellen die einfache Einbindung in übergeordnete Steuerungssysteme. Das Teilehandling erfolgt durch einen handelsüblichen Industrieroboter, der die Bauteile in der Strahlkammer absetzt und wieder entnimmt. Für diese Aufgabenstellung ist nur ein vergleichsweise geringer Programmieraufwand erforderlich. Die Teilefixierung in der Strahlkammer erfolgt durch einen speziellen Klemmmechanismus der Anlage. Serienmäßig ist die Anlage für Bauteile mit bis zu 600 Millimeter Durchmesser und 1.200 Millimeter Höhe ausgelegt. Die Ausführung als Zweikammersystem ermöglicht, dass das Be- und Entladen parallel zum Strahlprozess stattfindet.

Manuela Knoch, Referentin Geschäftsstelle im Industrieverband Massivumformung e. V.

Manuela Knoch ist neu im IMU-Team

Seit 1. Februar 2024 unterstützt Manuela Knoch als Assistenz den Geschäftsführer des Industrieverbands Massivumformung e. V., Tobias Hain. Die gelernte Industriekauffrau verfügt über viele Erfahrungen in der metallverarbeitenden Branche und weist langjährige Vertriebskenntnisse vor. Mit der Zuarbeit und Unterstützung von Führungspersonen bewegt sie sich somit auf einem ihr bekanntem Terrain.

Im Industrieverband verstärkt Manuela Knoch das Team vorrangig in administrativen Aufgaben. Sie ist Ansprechpartnerin für die Mitglieder und kümmert sich unter anderem um deren administrative Aufnahme in den Industrieverband. Darüber hinaus ist sie für die Planung und Organisation verschiedener Projekte zuständig. Dazu zählt zum Beispiel die jährliche ordentliche Mitgliederversammlung sowie die Vorstands- und Beiratssitzungen.

Abteilungsübergreifend unterstützt die Planung und Durchführung im Bereich Veranstaltungen.

Wir wünschen Manuela Knoch einen weiterhin guten Einstieg und viel Erfolg auf dieser wichtigen Position des Verbands.

Ariane Gayed, Referentin Forschung & Technik im Industrieverband Massivumformung e. V.

Ariane Gayed verstärkt den Industrieverband

Seit dem 1. April 2024 verstärkt Ariane Gayed den Industrieverband Massivumformung e. V. im FSV Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. Vor Aufnahme der neuen Tätigkeit war sie als Revisorin im Bereich des Forschungsförderprogramms Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) bei der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke" e. V. (AiF) am Standort Köln beschäftigt und bringt somit beste Voraussetzungen mit. In dieser Aufgabe folgt Ariane Gayed Ihrer Vorgängerin Anna Mertens, die nach 16 Jahren als Referentin Forschung & Technik im IMU neue Herausforderungen gefunden hat.

Seit 2008 unterstützte Anna Mertens den Industrieverband und war neben der Tätigkeit als Referentin Forschung & Technik auch verantwortlich für die FSV Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V., in der Sie die Bearbeitung der Forschungsförderanträge an der Schnittstelle zur AiF verantwortet hat.

Tobias Hain und das IMU-Team freuen sich über die Verstärkung und auf die zukünftige Zusammenarbeit mit Ariane Gayed.

massiv UMFORMUNG

IHRE MEINUNG IST UNS WICHTIG, STIMMEN SIE AB!

Machen Sie mit bei der Leserbefragung zu unserer massivUMFORMUNG und helfen Sie uns, das Medium in Ihrem Sinne weiterzuentwickeln. Ihre Teilnahme dauert nur wenige Minuten. Wir freuen uns auf Ihr Feedback und Ihre Anregungen.

Industrieverband Massivumformung e. V.

www.massivumformung.de/leserbefragung

Wie Sie Kosten senken – gesetzlich garantiert!

Die Einführung der steuerlichen Forschungsförderung in Deutschland 2020 markierte einen Wendepunkt für Unternehmen aller Größen und Branchen, die in Forschung und Entwicklung (F&E) investieren. Dieses innovative Förderinstrument hat sich als entscheidender Hebel erwiesen, um die Innovationskraft zu stärken und gleichzeitig eine bedeutende Kostenentlastung zu bieten. Mit der Möglichkeit, bis zu 3,5 Millionen Euro jährlich als Steuererleichterung zu erhalten, setzt die Bundesregierung einen starken Anreiz, in zukunftsweisende F&E-Projekte zu investieren. Der Clou dabei: Unternehmen, die die festgelegten Voraussetzungen erfüllen, haben einen gesetzlichen Anspruch auf diese Forschungszulage, was Planungssicherheit und finanziellen Spielraum schafft. Fast drei Viertel der F&E-aktiven Unternehmen nutzen dieses Instrument noch nicht und zahlen damit freiwillig zu viele Steuern – auch Sie?

AUTOR

Alexander Gawritschkow

ist Projektleiter
Innovation & Steuerliche Forschungsförderung
im Steinbeis Transferzentrum Ressourceneffizienz
in Dortmund

Die maximale Forschungszulage pro Jahr liegt bei 3,5 Millionen Euro pro Unternehmen. Die Förderhöhe richtet sich nach den förderfähigen Aufwendungen für F&E-Vorhaben, wobei ein Fördersatz von bis zu 25 Prozent (35 Prozent für KMU) für Eigenforschung und von bis zu 17,5 Prozent (24,5 Prozent für KMU) für Auftragsforschung gilt. Bei der Eigenforschung zählen in erster Linie die lohnsteuerpflichtigen Arbeitslöhne zu den förderfähigen Aufwendungen, aber auch die Eigenleistungen des Einzelunternehmers. Bei der Auftragsforschung wird das an die externe Einrichtung und teilweise an die AFA gezahlte Entgelt, beispielsweise die externe Entwicklung von neuartigen Prüfständen als förderfähige Aufwendung herangezogen.

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (FuE) sind das Rückgrat der Innovationskraft. In Deutschland müssen FuE-Vorhaben, um von der Forschungszulage zu profitieren, drei wesentliche Kriterien erfüllen: Neuartigkeit, technisches Risiko und Planmäßigkeit.

- Neuartigkeit: Das Projekt muss darauf abzielen, neue Erkenntnisse zu gewinnen oder bestehende Technologien, Produkte oder Verfahren wesentlich zu verbessern. Es geht darum, über den aktuellen Stand der Technik hinauszugehen und etwas zu schaffen, das in dieser Form noch nicht existiert hat.
- Risiko/Ungewissheit: Ein wesentliches Element von FuE-Projekten ist die Ungewissheit bezüglich des Ausgangs oder Erfolgs des Vorhabens. Es müssen technische Herausforderungen bestehen, deren Lösung zu Beginn des Projekts nicht garantiert werden kann. Diese Unsicherheit unterscheidet FuE-Projekte von Routineentwicklungen, bei denen das Ergebnis bereits bekannt ist.
- Planmäßigkeit: Trotz der inhärenten Unsicherheit müssen FuE-Projekte systematisch und zielgerichtet durchgeführt werden. Dies beinhaltet eine klare Definition der Projektziele, eine strukturierte Vorgehensweise und eine angemessene Ressourcenplanung. Die Planmäßigkeit gewährleistet, dass das Projekt trotz der bestehenden Risiken in einer strukturierten und nachvollziehbaren Weise angegangen wird.

ÜBERBLICK ÜBER DAS FORSCHUNGSZULAGENGESETZ

Die steuerliche Forschungsförderung in Deutschland basiert auf dem Forschungszulagengesetz (FZulG). Ziel des Gesetzes ist es, Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten von Unternehmen durch steuerliche Anreize zu fördern. Die Förderung

Vereinfachte Vorgehensweise

steht allen steuerpflichtigen Unternehmen offen, unabhängig von ihrer Größe oder Branche. Das Antragsverfahren für die Forschungszulage ist zweistufig aufgebaut.

Im ersten Schritt beantragen Unternehmen eine Bescheinigung bei der Bescheinigungsstelle Forschungszulage (BSFZ). Diese prüft, ob das spezifische FuE-Vorhaben den Kriterien entspricht. Sobald die BSFZ den Förderanspruch bestätigt, hat das Unternehmen Planungssicherheit hinsichtlich der Förderung für das spezifische Projekt. Den Förderanspruch prüfen kann man vor, während aber auch im Anschluss an ein FuE-Vorhaben. Förderfähige Vorhaben können bis zu vier Jahre zurückliegen.

Nach Erhalt der Bescheinigung von der BSFZ kann das Unternehmen im zweiten Schritt beim Finanzamt einen Antrag auf Festsetzung der Forschungszulage stellen. Die Zulage wird im Rahmen der nächsten Einkommen- oder Körperschaftsteuerfestsetzung angerechnet. Ergibt sich ein Überschuss, wird dieser ausgezahlt. Die Auszahlung der Forschungszulage erfolgt somit nicht sofort, sondern nachträglich für das entsprechende Steuerjahr.

In den Jahren 2020 bis 2022 wurden laut Angaben der Bescheinigungsstelle insgesamt 11.790 Anträge für die Forschungszulage für insgesamt 15.606 Vorhaben eingereicht. Für knapp 11.000 Vorhaben, also rund 70 Prozent, wurde eine positive Bescheinigung ausgestellt, die dann beim Finanzamt vorgelegt werden kann. Bemerkenswert ist, dass 74,5 Prozent der Anträge von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) eingereicht wurden, wobei gut die Hälfte aller Anträge von Kleinunternehmen mit maximal 50 Beschäftigten stammte. Fast ein Viertel kam von Unternehmen mit bis zu zehn Beschäftigten. Dies verdeutlicht die hohe Relevanz der Forschungszulage für KMU, die gut 99 Prozent aller wirtschaftsaktiven Unternehmen in Deutschland ausmachen und etwa 86 Prozent der FuE-treibenden Unternehmen repräsentieren.

Die zunehmende Anzahl von Anträgen über die Jahre hinweg zeigt ein wachsendes Bewusstsein und Interesse an dieser Förderung. Im Jahr 2020 gingen etwa 600 Anträge ein, 2021 waren es bereits rund 4.500 und im Jahr 2022 mehr als 6.600. Die durchschnittlich im Antrag geltend gemachten F&E-Aufwendungen beliefen sich ab dem 1. Oktober 2021 auf 782.000 Euro, was die finanzielle Bedeutung der Forschungszulage unterstreicht.

VERGLEICH VON STEUERLICHER FORSCHUNGSFÖRDERUNG UND PROJEKTFÖRDERUNG

Die Forschungszulage bildet gegenüber Projektförderungen (zum Beispiel ZIM-Projekte, IGF-Vorhaben, BMBF-Fördervorhaben) eine ernstzunehmende Alternative (eine Doppelförderung ist ausgeschlossen). Die Beantragung der Forschungszulage ist themenoffen und zu jedem Zeitpunkt eines Projekts möglich – also auch nach Projektabschluss. Unternehmen besitzen zudem einen Rechtsanspruch auf diese Förderung.

Im Gegensatz dazu muss die Projektförderung grundsätzlich vor Beginn eines F&E-Vorhabens beantragt werden, ist oft thematisch begrenzt und erfolgt im Wettbewerb mit anderen Antragstellern. Die Erfolgswahrscheinlichkeit bei der Förderung von Verbundprojekten durch das BMBF liegt tendenziell im einstelligen

tribo-chemie®
Trennen wie geschmiert

MIT
Graphit

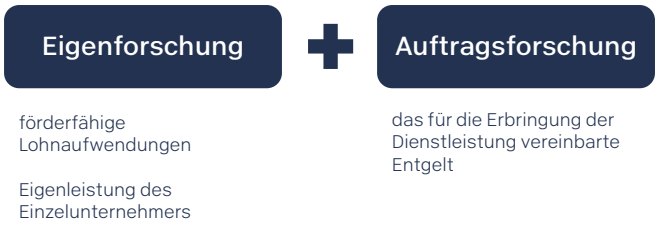
GRAPHITEX®
Umformschmierstoffe

Hier liegen Sie immer richtig.
Egal ob schwarz oder weiß.

OHNE
Graphit

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

Folgen Sie uns!



Förderfähige Aufwendungen

Prozentbereich. Die Forschungszulage bietet Unternehmen somit eine höhere Planungssicherheit. Allerdings müssen Unternehmen in Vorleistung treten und die Förderquote ist tendenziell niedriger als bei einer Projektförderung.

HERAUSFORDERUNGEN BEI DER ANTRAGSSTELLUNG

Eine Studie des Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) zeigt, dass im Januar 2023 die Bewilligungsquote für die steuerliche Forschungsförderung mit über 80 Prozent sehr hoch war. Dennoch haben im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus lediglich 55 Prozent der potenziell förderfähigen Unternehmen einen Antrag gestellt. Die Studie führt dafür vielfältige Gründe an: Ein erheblicher Teil der Unternehmen ist über die Möglichkeiten und Bedingungen der steuerlichen Forschungsförderung unzureichend informiert. Das Verfahren zur Beantragung der Forschungszulage wird oft als zu komplex und zeitaufwendig empfunden. Besonders kleinere Unternehmen ohne Erfahrung in direkter F&E-Förderung sehen den bürokratischen Aufwand als Hürde. Über ein Drittel der Unternehmen gibt an, aufgrund fehlender personeller Ressourcen keinen Antrag zu stellen. Zudem sind sich viele unsicher, ob ihre F&E-Aufwendungen förderfähig sind, und ein weiterer Teil ist überhaupt nicht über die Existenz der Forschungszulage informiert.

Zur Unterstützung im Antragsverfahren stehen Unternehmen verschiedene Ressourcen zur Verfügung. Laut einer Umfrage der BSFZ aus dem Frühjahr 2023 nutzen 58 Prozent der Unternehmen Beratungen, 57 Prozent informieren sich auf der Website der BSFZ, und 28 Prozent ziehen das Forschungszulagengesetz direkt heran. Beratungen, die der Reduktion des eigenen bürokratischen Aufwandes dienen, spielen somit eine wesentliche Rolle für den Erfolg bei der Forschungszulage.

FALLBEISPIEL

Die Mustermann AG, ein renommierter Hersteller von Metallerzeugnissen, hat im Jahr 2023 erstmals von der Möglichkeit der Forschungszulage Kenntnis erlangt. Daraufhin nahm das Unternehmen Kontakt mit einem Fördermittelberater auf, um die Förderfähigkeit seiner Projekte seit der Einführung der steuerlichen Forschungsförderung im Jahr 2020 zu überprüfen. In enger Zusammenarbeit wurden zwei abgeschlossene Einzelprojekte mit einem Gesamtvolumen von 1,2 Millionen Euro sowie ein laufendes Projekt im Wert von 350.000 Euro identifiziert. Der Fördermittelberater unterstützte die Mustermann AG bei allen administrativen und unternehmensfernen Prozessen der Antragsstellung, der erforderlichen Dokumentation und den Nachweispflichten.

Die Prüfung durch die Bescheinigungsstelle Forschungszulage (BSFZ) ergab, dass eines der abgeschlossenen Projekte sowie das aktuell laufende Projekt förderwürdig sind. Die Mustermann AG konnte somit die steuerliche Forschungsförderung für die abgeschlossenen Projekte und die Aufwendungen aus dem Jahr 2022 für das laufende Projekt in Höhe von insgesamt 180.000 Euro geltend machen. Diese Angaben werden in der nächsten Einkommen- beziehungsweise Körperschaftsteuererklärung berücksichtigt, wobei der Förderbetrag mit der kommenden Steuerfestsetzung verrechnet wird. Die Kosten für den Fördermittelberater fielen in diesem Fall ausschließlich für die bewilligten Projekte an, da dieser lediglich eine erfolgsbasierte Provision erhebt.

Durch die Inanspruchnahme der Forschungszulage konnte das Unternehmen nicht nur finanzielle Vorteile realisieren, sondern auch seine Innovationskraft durch Reinvestition in die F&E-Leistung stärken. Die Kooperation mit Fördermittelberatern eröffnete einen risikoarmen Weg, um diese zusätzlichen Ressourcen zu mobilisieren.

Steinbeis Transferzentrum Ressourceneffizienz
Kohlweißlingsweg 15
44269 Dortmund
E-Mail: info@forminginnovations.de
Telefon: +49 231 969 642 69

https://innoplus.jetzt/
https://www.gesetze-im-internet.de/fzulg/
https://www.bescheinigung-forschungszulage.de/

Finger, L.; Schmitt, J.; Stenke, G. (2023). Drei Jahre Forschungszulage: Ein erstes Fazit zur Resonanz. Stifterverband. https://www.stifterverband.org/sites/default/files/2023-06/drei_jahre_forschungszulage_ein_erstes_fazit_zur_resonanz.pdf

BESTE QUALITÄT IST UNSER OBERSTES ZIEL – seit 1863

Unser umfangreiches Angebot an klassischen Werkzeugmaschinen für die Umformtechnik umfasst z. B. **hydraulische Pressen, Gesenkschmiedehämmer, Gegenschlaghämmer, Spindelpressen, Vorformaggregate, Schmiede- und Querkeilwalzen**.
Ein weiterer Schwerpunkt ist die **Maschinen- und Anlagenautomatisierung**.

Your needs. Our solutions.

Aktuelle Anwendungsbereiche:

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

LASCO Umformtechnik GmbH
Hahnweg 139 · 96450 Coburg · Deutschland · Tel +49 9561 642-0

LASCO.COM

TuWAs – Wissen und Vernetzung für die Zukunft der automobilen Zulieferer

Bild: 478338227 ©panuwat, www.stock.adobe.com

Die Automobilindustrie befindet sich in einem bisher nicht gekannten Umbruch. Zentrale Triebkräfte wie die Mobilitätswende (E-Antriebsstrang, Downsizing), die Nachhaltigkeitswende, die Digitalisierung und eine dynamische Veränderung der Arbeitswelt führen zu einschneidenden und notwendigen Transformationsprozessen in der Automobilindustrie. Die sehr heterogene Gestalt dieser Branche ist unterschiedlich stark von diesen Prozessen betroffen. Den wohl größten Handlungsdruck haben Akteure in Wertschöpfungsketten des Antriebsstrangs und hier speziell die Unternehmen, die sehr große Stückzahlen sowie eine große Bauteilvielfalt abdecken. Dominant sind hierbei umformtechnische Wertschöpfungsketten.

AUTOREN

Dipl.-Ing. Rainer Labs

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

Abdulkerim Karaman, M.Sc.

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

Marco Lohrey, M.Sc.

ist Projektmanager Smart Mobility
im Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) e. V.
an der RWTH Aachen

Eva Walbröl, M.Sc.

ist Projektmanagerin Smart Work
im Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) e. V.
an der RWTH Aachen

Julian Zerbin, M.A.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
des Fachbereichs Advanced Systems Engineering
im Heinz Nixdorf Institut
der Universität Paderborn

Dr.-Ing. Markus Bergmann

ist Projektmanager und Forschungsgruppenleiter
am Fraunhofer IWU –
Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik
in Chemnitz

Dr.-Ing. Markus Mörtl

ist akademischer Oberrat
am Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau
an der TU München

Das Forschungsprojekt „TuWAs – Transformations-Hub für umformtechnische Wertschöpfungsketten im Antriebsstrang" fokussiert diesen zentralen Teil der Industrie. Involviert sind fünf Forschungspartner, die ihre jeweiligen Kompetenzen in das Projekt einbringen: Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen- und Umformtechnik (IWU) in Chemnitz, das Labor für Massivumformung (LFM) der Fachhochschule Südwestfalen in Iserlohn, das Heinz Nixdorf Institut mit der Fachgruppe Advanced System Engineering (ASE) der Universität Paderborn, das Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) an der RWTH Aachen und der Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau (LPL) der Technischen Universität München (TUM). Gemeinsam wollen sie mit TuWAs-Hub einen signifikanten Beitrag zur erfolgreichen Transformation der betroffenen Unternehmen leisten und wichtige Impulse für den Erhalt von Arbeitsplätzen, Know-how sowie Fertigungsnetzwerken in Deutschland und Europa geben. Dafür entwickeln sie auf den Unternehmenskreis zugeschnittene Wissenstransfer- und Vernetzungsangebote, strukturieren Forschungs- und Entwicklungsergebnisse und skalieren sie über die Wertschöpfungskette hinweg und implementieren mit TuWAs-Hub eine branchenoffene, frei zugängliche Drehscheibe für Wissen und Angebote.

FLEXIBILISIERUNG VON FERTIGUNG UND PRODUKTION

Die Flexibilisierung der Produktion im Automobilzulieferbereich, insbesondere von Bauteilen des Antriebsstrangs, hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dies liegt vor allem an den sich ständig ändernden Anforderungen und Trends in der Automobilindustrie, etwa der steigenden Nachfrage nach Elektro- und Hybridfahrzeugen. Die Zulieferindustrie steht dabei vor der Herausforderung, flexibel und „just in time" auf Bauteilabrufe zu reagieren, wobei die Trends deutlich in Richtung kleinerer Stückzahlen und Losgrößen zeigen.

Die hierfür benötigte Flexibilisierung der Fertigung ist entscheidend für eine robuste und zukunftsorientierte Unternehmensaufstellung. Um dieser Anforderung gerecht zu werden, müssen Zulieferunternehmen in der Lage sein, ihre Produktionsprozesse flexibel anzupassen und verschiedene Bauteile des Antriebsstrangs effizient herzustellen. Eine zentrale Rolle spielt hierbei die Implementierung von modularen Fertigungssystemen. Sie ermöglichen es, verschiedene Bauteile auf einer einzigen Produktionslinie zu fertigen. Ebenso wichtig ist die Nutzung flexibler Montage- und Automatisierungstechnologien.

Durch Flexibilisierung ihrer Produktion können Automobilzulieferer beispielsweise schneller auf Marktanforderungen reagieren, ihre Kosten senken und die Effizienz steigern. Diese Anpassungsfähigkeit ist entscheidend, um in einem sich ständig wandelnden Marktumfeld konkurrenzfähig zu bleiben und langfristigen Erfolg zu sichern. Auf Basis einer Branchenstruktur-Analyse wurden im Projekt TuWAs Lösungsansätze für die Flexibilisierung der Fertigung erarbeitet. Auf den ermittelten Bedarf der Unternehmen zugeschnittene Bausteine werden von TuWAs systematisiert und den Unternehmen in aufbereiteter Form über den Hub zur Verfügung gestellt.

Bild 1:
Change-Management

WEB-BASED-TRAININGS ALS DIGITALE TRANSFERTOOLS AM BEISPIEL CHANGE-MANAGEMENT

Eine besondere Rolle spielt im zunehmend agileren Umfeld der Automobilindustrie die Qualifizierung der Mitarbeitenden für neue Anforderungen und hier insbesondere die Vermittlung von neuem Wissen. Um Wissen, Erfahrungen und Methoden in relevanten Teilgebieten effizient im Unternehmen zu teilen, wurden im Rahmen des Forschungsprojekts TuWAs mehrere Formate evaluiert und umgesetzt. Web-Based-Trainings sind dabei ein Instrument, um Lerninhalte interaktiv und anschaulich zu vermitteln. Sie werden über eine webbasierte Lernplattform bereitgestellt, sodass Mitarbeitende orts- und zeitunabhängig darauf zugreifen können. Durch Einbindung in das unternehmensinterne Wissensmanagement oder Lernmanagementsysteme lassen sich Schulungen gezielt für verschiedene Abteilungen und Personen aufsetzen und terminlich planen. Die Fortschritte der Mitarbeitenden lassen sich erfassen und im Verlauf der Lerneinheiten kontinuierlich überprüfen. Das ermöglicht es Führungskräften, Lerninhalte passend zum Kompetenzlevel der jeweiligen Mitarbeitenden direkt zuzuweisen und über die Lernplattform ein konsequentes Kompetenzmanagement zu gewährleisten. Anhand von Übungen können die Mitarbeitenden erworbenes Wissen direkt anwenden und unmittelbar überprüfen. So bleibt es länger im Gedächtnis und eine Übertragbarkeit in den beruflichen Alltag fällt leichter.

Im Rahmen von TuWAs entwickelte das FIR an der RWTH Aachen ein Web-Based-Training, das Kenntnisse zu den wichtigen Führungsprinzipien im Change Management vermittelt. Die Transformationsprozesse in Unternehmen werden anhand von verschiedenen Phasenmodellen beschrieben. Für jede Phase erhalten die Mitarbeitenden die passenden Managementmethoden an die Hand. Die einzelnen Schritte werden anhand eines Beispiels zur Einführung von Künstlicher Intelligenz (KI) veranschaulicht. Industrielle Praxisbeispiele untermauern die vorgestellten theoretischen Modelle, etwa die Ausstattung eines Presswerks der BMW-Group mit KI. Dies ermöglicht die digitale Erfassung von Platinen, wodurch die Anlageneffektivität sowie die Stundenleistungen gesteigert werden konnten (Bild 1). Interessierte können unter https://tuwas-hub.de/weiterbildungsangebote/ kostenfrei auf das Web-Based-Training mit einer Lerneinheit zum Thema Change Management zugreifen und es online durchlaufen.

DAS TRENDRADAR FÜR STRATEGISCHE RICHTUNGSENTSCHEIDUNGEN

Ein zukunftsfähiges Unternehmen benötigt nachhaltige Produkte und eine ebensolche digitalisierte Produktion sowie eine resiliente Belegschaft, die über die Fähigkeiten und Qualifikationen verfügt, die für einen erfolgreichen Wandel notwendig sind. Dies erfordert die schon eingangs beschriebene strategische Neuausrichtung der Unternehmen in der Automobilindustrie. Doch wie genau erfolgt eine Ausrichtung entlang der bestimmenden Megatrends Mobilitätswende, Digitalisierung, Nachhaltigkeit und Wandel der Arbeitswelt?

Der TuWAs-Hub unterstützt die Neuausrichtung unter anderem mit einem Trendradar (Bild 2). Dies ermöglicht Unternehmen eine erste Orientierung innerhalb der vier Megatrends.

Innerhalb der übergeordneten Megatrends wurden bis jetzt 28 für die Automobilbranche relevante Trends beziehungsweise Handlungsfelder identifiziert und hinsichtlich ihrer zeitlichen

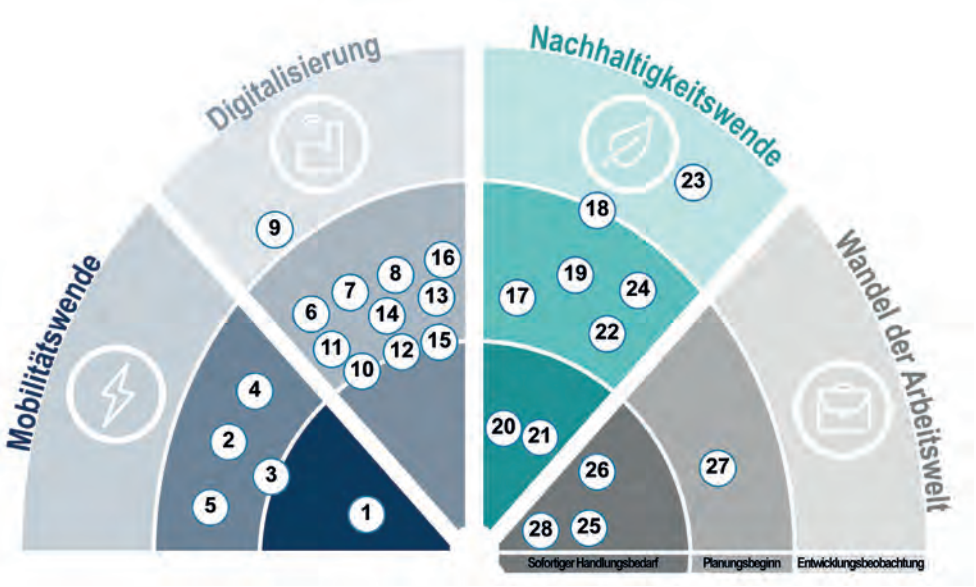


Bild 2: das TuWAs-Trendradar

Dringlichkeit bewertet: Trends, die ein sofortiges Handeln erfordern, Trends, bei denen mit der Planung begonnen werden sollte und Trends, bei denen noch kein Handlungsbedarf besteht, aber deren weitere Entwicklung beobachtet werden sollte. Mit einem Blick auf das Trendradar kann ein Unternehmen die für sich relevanten Trends identifizieren und erste Anhaltspunkte für seine strategische Neuausrichtung gewinnen. Darüber hinaus können die identifizierten Trends auch Grundlage für weitere Formate sein, die Unternehmen aktiv bei der Transformation unterstützen.

Das Trendradar ist als ein lebendes Dokument zu verstehen, das sich stetig weiterentwickelt. Im Rahmen einer anonymen Umfrage können Unternehmen ihr Feedback zum Trendradar geben und so dazu beitragen, dass aktuelle Herausforderungen adressiert werden. Die Umfrage sowie das aktuelle Trendradar sind unter https://tuwas-hub.de/trendradar-2/ zugänglich.

KOSTENMANAGEMENT IN DER PRODUKTENTWICKLUNG: ERFOLGSFAKTOREN FÜR EFFIZIENZ UND RENTABILITÄT

Kostenmanagement ist ein entscheidender Aspekt in der Produktentwicklung, der direkten Einfluss auf die Rentabilität eines Unternehmens hat. Unternehmen stehen diesbezüglich in einem ständigen Spannungsfeld: Einerseits müssen sie Kundenanforderungen erfüllen, andererseits Qualitätsstandards einhalten und Kosten begrenzen. Dabei gilt es, den optimalen Kompromiss zwischen wettbewerbsfähigen Produkten und gleichzeitig hoher Kosteneffizienz zu finden. Ein erfolgreiches Kostenmanagement in der Produktentwicklung erfordert einen ganzheitlichen Ansatz, der frühzeitig Kostenaspekte berücksichtigt, kontinuierlich überwacht und gezielt optimiert.

Auf diese Weise vorbereite, lassen sich potenzielle Kostentreiber rechtzeitig identifizieren und gezielt minimieren. Eine detaillierte Kostenanalyse in der Konzeptphase hilft dabei, realistische Kostenziele zu definieren und eine solide Grundlage für die weiteren Entwicklungsaktivitäten zu schaffen. Dabei sollten nicht nur direkte Entwicklungs- und Produktionskosten oder Kosten in indirekten Bereichen berücksichtigt werden, sondern auch Folgekosten wie Wartung, Reparatur und Entsorgung über den gesamten Lebenszyklus hinweg.

Ein weiterer entscheidender Erfolgsfaktor ist die kontinuierliche Überwachung und Optimierung der Kosten. Hierbei kommen verschiedene Instrumente und Methoden zum Einsatz, etwa Kostenkalkulationsmodelle, Wertanalyse und Target Costing. Durch eine proaktive Herangehensweise können potenzielle Kostenüberschreitungen frühzeitig erkannt und entsprechende Gegenmaßnahmen rechtzeitig ergriffen werden. Zudem ermöglicht es eine regelmäßige Kostenkontrolle, Einsparpotenziale gezielt zu identifizieren und Fertigungsprozesse zu optimieren. Die Nutzung kostengünstiger Materialien sowie die Optimierung der Fertigungsschritte können dazu beitragen, Produktionskosten erheblich zu senken, ohne dabei die Qualität und Leistung des Produkts zu beeinträchtigen. Ein internes Bewusstsein über das Entstehen von Kosten über alle Abteilungen hinweg fördert die Identifizierung von Einsparpotenzialen frühzeitig und nachhaltig. Schulungen sowie eine transparente Kommunikation aller Kostenaspekte unterstützen die effektive Zusammenarbeit.

Kostenmanagement sichert den anhaltenden Unternehmenserfolg, indem es kontinuierlich einen optimalen Kompromiss aus Qualität, Kundenbedürfnissen und Kosteneffizienz des Produktportfolios findet. Es ist der Schlüssel zur langfristigen Rentabi-

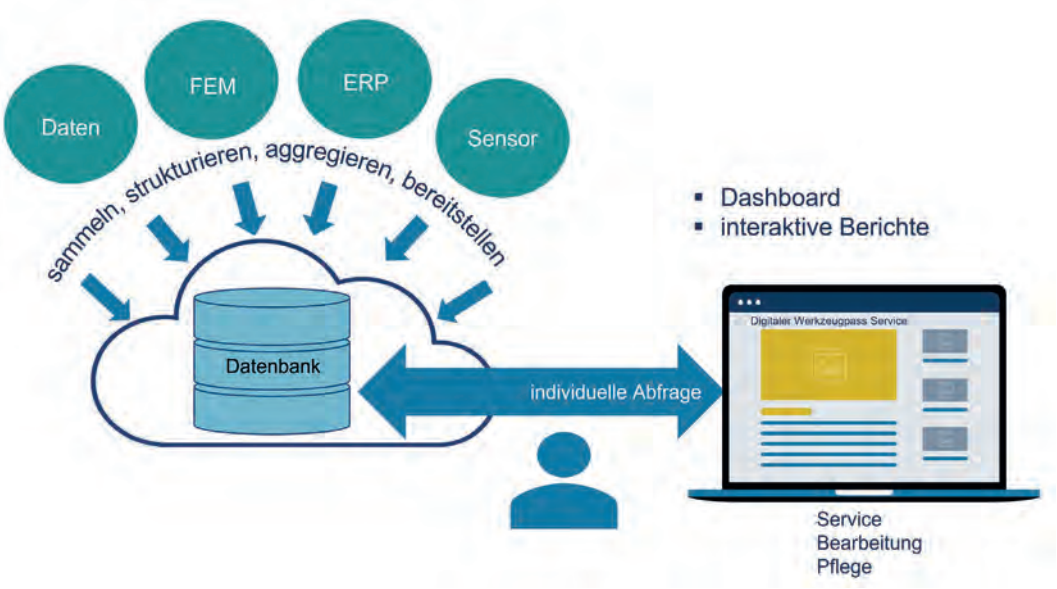


Bild 3: Workflow "Digitaler Werkzeugpass", Bilder: Autoren

lität und Wettbewerbsfähigkeit. TuWAs bietet zu diesem Thema eine Vielzahl von Vorträgen, Seminaren sowie Workshops an und unterstützt Unternehmen während des gesamten Transformationsprozesses mit seiner Expertise.

DIGITALER WERKZEUGPASS ALS INSTRUMENT FÜR MEHR EFFIZIENZ IN DER PRODUKTION

Ermüdungsrisse und -brüche von Werkzeugen in der Massivumformung sind oft schwer vorhersehbar und führen zu unerwarteten, mitunter teuren Ausfällen. Ein adaptives Prognosemodell, entwickelt vom TuWAs-Partner Fachhochschule Südwestfalen, ermöglicht es, die Lebensdauer von Werkzeugen besser einzuschätzen und Kosten effizient planen.

Standmenge und Effizienz von Massivumformwerkzeugen werden durch eine Vielzahl kritischer Faktoren bestimmt. Diese reichen von der Auswahl des Materials und der Oberflächenbehandlung, die Eigenschaften wie Härte und Haltbarkeit definieren, bis hin zu den Prozessparametern während der Produktionsprozesse. Ein digitaler Werkzeugpass hilft, all diese relevanten Daten zu dokumentieren und auszuwerten. Dazu werden zunächst Daten aus diversen Quellen mithilfe von innovativen ETL-Prozessen (Extrahieren, Transformieren, Laden) zusammengetragen und anschließend sorgfältig in strukturierten Datenbanken sowie in Data Warehouses organisiert, um eine effiziente Analyse und Zugänglichkeit zu gewährleisten. Der gezielte Einsatz modernster IoT-Technologien und Sensoren ermöglicht die Echtzeit-Datenerfassung (Bild 3). Dieses Vorgehen macht alle werkzeugbezogenen Daten transparent und erlaubt es, Entscheidungen auf einer soliden, datenbasierten Grundlage zu treffen. Die Vorteile eines solchen Systems sind vielfältig. Dazu gehören unter anderem eine signifikant erhöhte Lebensdauer der Werkzeuge, optimierte Wartungspläne, eine gesteigerte Produktionseffizienz und die präventive Erkennung potenzieller Fehler. Zudem unterstützt der digitale Werkzeugpass aktiv die Ziele der Industrie 4.0, indem er die Vernetzung und Digitalisierung der Produktionsprozesse fördert.
Im Rahmen von TuWAs wird ein kostenloser Workshop angeboten, der sich speziell mit dem Thema des digitalen Werkzeugpasses auseinandersetzt. Dieser Workshop richtet sich an Unternehmen, die ein digitales Überwachungskonzept für ihre Schmiedewerkzeuge implementieren möchten. Teilnehmende erhalten wertvolle Einblicke in die neuesten Technologien und Methoden, die zur Digitalisierung und effizienten Verwaltung ihrer Werkzeuge beitragen können.

Weitere Informationen sowie Möglichkeit zur Kontaktaufnahme unter:
https://tuwas-hub.de
https://www.linkedin.com/showcase/tuwas

Die Autoren bedanken sich beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz für die Förderung des Projekts „TuWAs" als Teil des Programms „Aufbau und Umsetzung von Transformations-Hubs zur Unterstützung von Transformationsprozessen in Wertschöpfungsketten der Automobilindustrie"

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

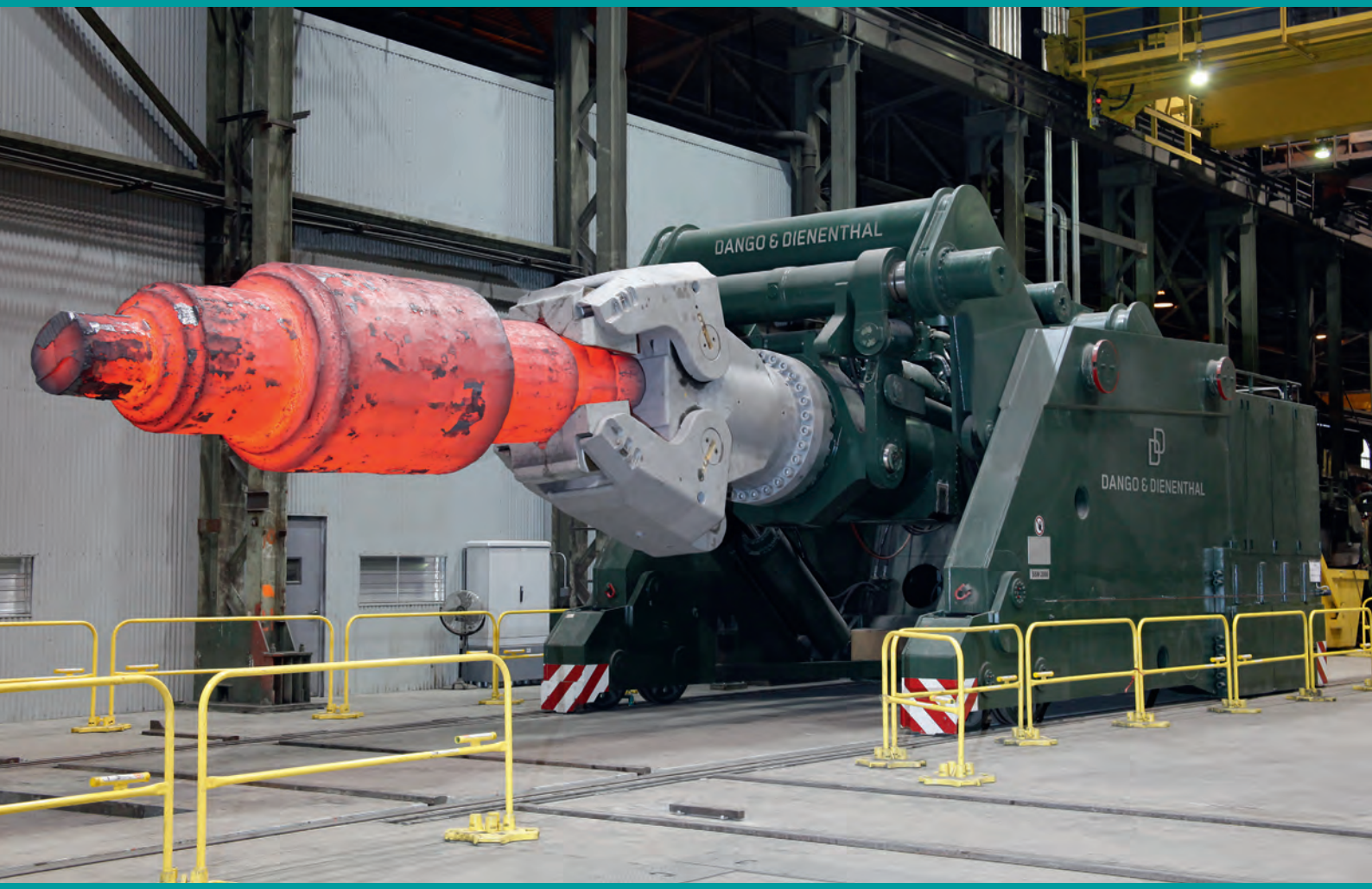
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ELO-FORGE 4.0 – DER NEUE BENCHMARK IN DER SCHMIEDEINDUSTRIE

Energieeffizienz und Erhöhung der Produktivität durch Reduzierung von Ausschuss sind von hoher Bedeutung bei der Anschaffung von neuen Anlagen. Unsere weiterentwickelten Erwärmungsanlagen sind in der Lage Ihnen genau diese Vorteile anzubieten. Unsere Schmiedeerwärmungsanlagen können beispielsweise bis zum letzten Teil leergefahren werden und der Warmhaltebetrieb sichert Ihnen ein energieeffizientes Schmieden zu. Auch die Standzeit unsere Induktoren haben wir um bis zu 50% erhöht, wodurch Sie sich auf deutlich geringere Rüstzeiten und -kosten und Reparaturkosten freuen können. Durch unsere konsequente modulare Bauweise, können unsere Anlagen aufgerüstet werden, um bei veränderten Produktionsbedingungen für Sie energieeffizient und effektiv weiter zu produzieren.

www.sms-elotherm.com

ELOTHERM
SMS group



Digitales Wartungstool steigert die Verfügbarkeit von Schmiedemanipulatoren

Neben den hydraulischen Pressen sind die Manipulatoren die zentralen Komponenten jedes Schmiedebetriebs. Ein ungeplanter Stillstand dieser hochdynamischen Maschinen führt nicht nur beim Schmieden selbst, sondern auch in den nachgelagerten Prozessen zu Produktionsunterbrechungen und Folgekosten. Deshalb hat DANGO & DIENENTHAL das neue digitale Wartungstool für schienengebundene Schmiedemanipulatoren entwickelt. Mit einem digitalen Kalender, präventiver Wartung und vorausschauender Instandhaltung steigert es die Effizienz der Schmiedelinie.

AUTOR

Boris Marcukaitis

ist Senior Sales Engineer bei der
DANGO & DIENENTHAL Maschinenbau GmbH
in Siegen

Wenn in einem Schmiedebetrieb der Manipulator ausfällt, muss das Schmiedegut später wieder erwärmt werden. Auch in der Wärmebehandlung und der mechanischen Bearbeitung entstehen kostspielige Unterbrechungen der Produktion.

Höchste Produktivität können die Manipulatoren nur erzielen, wenn die Hydrauliksteuerung und alle sieben Achsen zuverlässig und präzise arbeiten. Deshalb kommt der optimalen Instandhaltung eine hohe Bedeutung zu. Dies betrifft nicht nur die in regelmäßigen Intervallen auszuführenden Wartungsarbeiten, sondern auch den rechtzeitigen Austausch oder die Reparatur von Komponenten, bei denen sich Verschleiß oder ein Versagen ankündigt.

Um ungeplante Stillstände zu verhindern und die Verfügbarkeit der gesamten Schmiedelinie sicherzustellen, hat DANGO & DIENENTHAL sein neues Digitales Wartungstool entwickelt. Es besteht aus drei Modulen:
- Modul 1: Digitaler Wartungskalender
- Modul 2: Präventive Wartung
- Modul 3: Vorausschauende Instandhaltung

MODUL 1 – DIGITALER WARTUNGSKALENDER

Eine regelmäßige Wartung ist Grundvoraussetzung für eine hohe Verfügbarkeit und lange Lebensdauer des Manipulators und damit für effiziente und ungestörte Prozessabläufe.

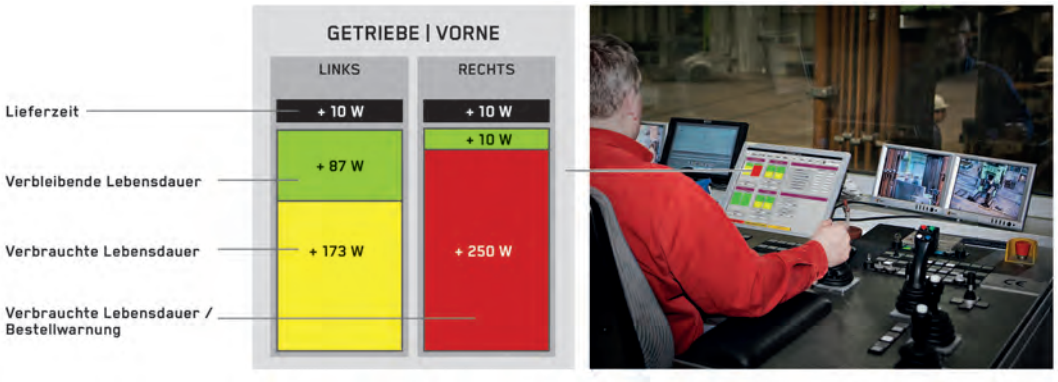
Der Betriebsstundenzähler und der jeweilige Wartungsplan der Maschine liefern die Eingangsdaten für den digitalen Wartungskalender. Dieser ersetzt das händische Protokollieren der regelmäßigen Wartungsarbeiten und gibt die Sicherheit, dass alle Wartungsmaßnahmen fristgerecht erledigt werden. Der Farbumschlag von Rot auf Grün dokumentiert dann den ordnungsgemäßen Zustand der Maschine.

Dem Instandhaltungs-Team wird somit das Planen und Durchführen der erforderlichen Wartungsmaßnahmen erheblich erleichtert. Der digitale Wartungskalender ist auf der Maschinen-Visualisierung abrufbar und beinhaltet:
- Übersicht anstehender Arbeiten
- Quittierung erledigter Arbeitsschritte
- Hinweise auf von DANGO & DIENENTHAL durchzuführende Wartungsarbeiten

MODUL 2 – PRÄVENTIVE WARTUNG

Dieses Modul bezieht zusätzlich Maschinendaten des Manipulators ein und wertet sie aus. So stellt es sicher, dass Komponenten rechtzeitig gewartet, gereinigt oder ausgetauscht werden, bevor deren Ausfall Auswirkungen auf den Betrieb hat. Es nutzt unter anderem Messwerte von Sensoren, die im Manipulator bereits vorhanden sind, zum Beispiel:
- die Betriebsstunden der Pumpen
- die vom Fahrantrieb zurückgelegten Strecken
- die Hübe der Zylinder
- die Umdrehungen von Motoren und Getrieben

Die Daten werden kontinuierlich ausgewertet und mit Informationen über die Wartungsintervalle der einzelnen Kompo-



Daten zur Lebensdauer von Komponenten werden auf der Maschinenvisualisierung angezeigt

nenten, mit ihrer nominellen Lebenserwartung und den Wiederbeschaffungszeiten abgeglichen. Ergebnisse werden in der Visualisierung in Form von farbigen Lebensdauer-Indikatoren dargestellt. Sie geben auf einen Blick Antworten zum Zustand der zentralen Maschinenkomponenten:

- Wie lange ist dieses Bauteil bereits in Betrieb?
- Wie lange kann es noch genutzt werden, bevor es ersetzt werden muss?
- Wann muss das Ersatzteil spätestens bestellt werden, damit es rechtzeitig für den Austausch im Werk eintrifft?

Wenn eine Verbindung zum Internet besteht, werden DANGO & DIENENTHAL auf Wunsch die Messwerte und Auswertungen gespiegelt. In diesem Fall ist auch der Kundendienst jederzeit über den aktuellen Zustand der Manipulatoren informiert. Er kann die Lieferung von Ersatzteilen veranlassen oder Termine für Wartungseinsätze vorschlagen.

MODUL 3 – VORAUSSCHAUENDE INSTANDHALTUNG

Für die vorausschauende Instandhaltung werden weitere Funktionsgruppen des Manipulators mit zusätzlichen Sensoren ausgestattet. Sie erfassen den Zustand wichtiger Komponenten im Detail. Auf diese Weise wird es möglich, aktuellen Wartungsbedarf zu identifizieren und Wartungsarbeiten genau dann durchzuführen, wenn sie wirklich erforderlich sind. Auf diese Weise minimiert das Modul unnötige Stillstandszeiten und maximiert die Effizienz der Instandhaltungsprozesse.
Die zusätzlichen Sensoren erfassen zum Beispiel:

- die Verschmutzung der Hydraulik- und Getriebeöle
- den Durchfluss des Leckölls in den Hauptpumpen sowie in den Fahr- und Zangen-Drehmotoren
- die Schwingungen der Fahrgetriebe und der Pendelrollenlager des Zangen-Drehantriebs
- den Verschleiß der Triebstöcke und Triebstockräder

Die Software nutzt unterschiedliche Datenanalysetechniken, um Anomalien zu erkennen, die auf bevorstehende Ausfälle oder Verschleiß hinweisen könnten. So kann ein frühzeitiges Eingreifen veranlasst werden, wenn außergewöhnliche Sprünge von Messwerten registriert werden oder diese sich vorgegebenen Grenzwerten nähern.

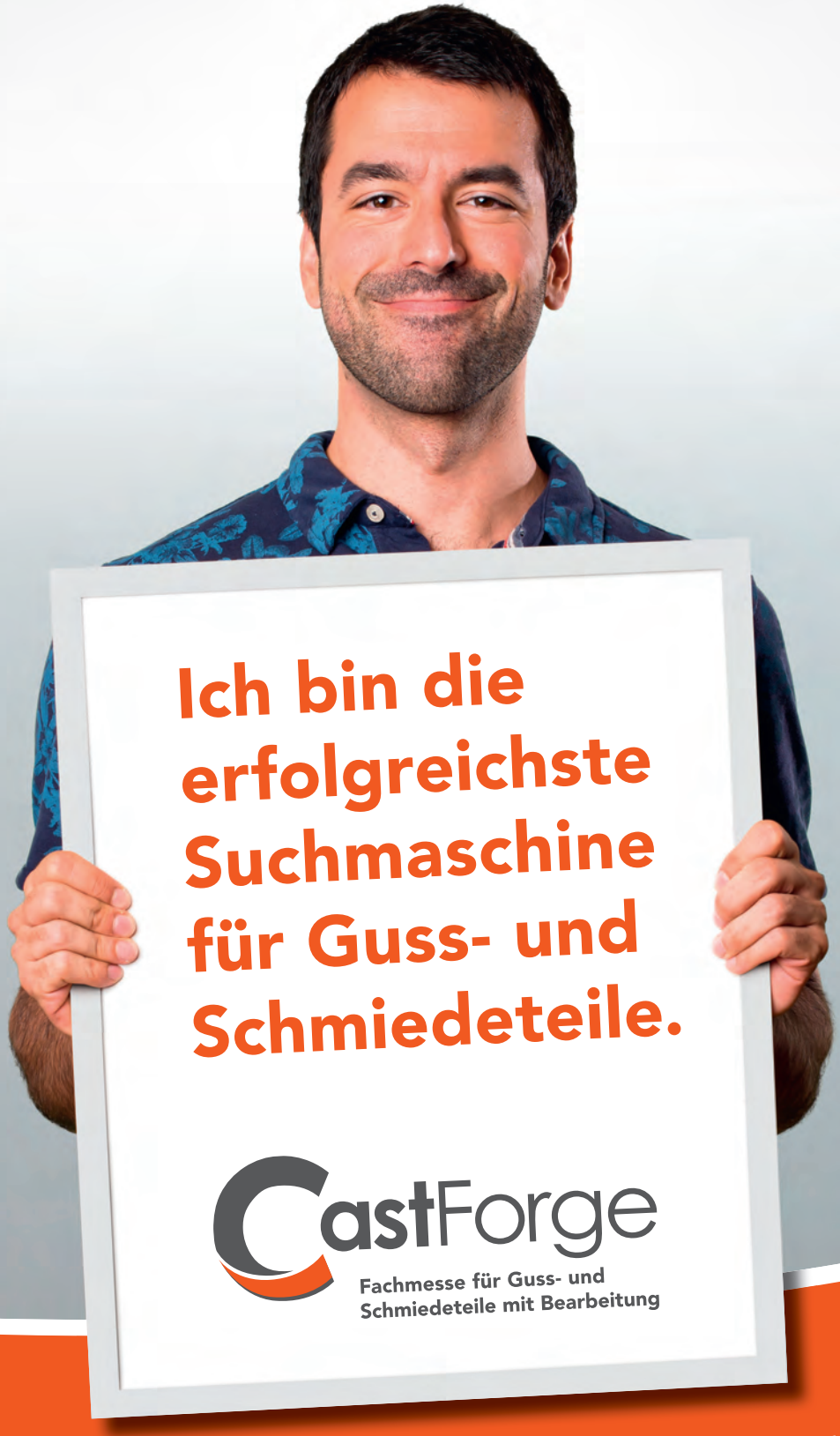
Die Tests werden in der Regel vierteljährlich ausgeführt. Dabei durchläuft die Maschine ein vordefiniertes Bewegungsprofil. Die Messwerte der Sensoren – (zum Beispiel Frequenz-, Druck- und Geschwindigkeitsverläufe) – werden mit denen der Erstinbetriebnahme oder neueren Ergebnissen verglichen. Auf Basis dieser Daten wird die voraussichtliche Restlebensdauer der überwachten Komponenten aktualisiert. In Ergänzung zu Modul 2 basieren sie auf präzisen Messwerten vieler Sensoren und einer differenzierten Datenanalyse.

Das Digitale Wartungstool sichert die hohe Produktivität der schienengebundenen Schmiedemanipulatoren, Bilder: Werksfotos DANGO & DIENENTHAL

FALLBEISPIEL

Bei einer Schmiedeleistung von 15 Tonnen pro Stunde werden im Dreischicht-Betrieb pro Tag 360 Tonnen Material erwärmt. Fällt der Schmiedemanipulator einen Tag lang aus, muss das Schmiedegut, das bereits über Stunden erwärmt wurde, später wieder mit hohem Energieaufwand auf Schmiedetemperatur gebracht werden. Rechnet man allein für den ersten Tag des Stillstands die Kosten für Material, Energie und Personal zusammen, entstehen Ausfallkosten – und somit entgangene Deckungsbeiträge – von mehr als 200.000 Euro, die mit dem Digitalen Wartungstool vermieden werden können.

DANGO & DIENENTHAL Maschinenbau GmbH
Hagener Straße 103
57072 Siegen
Telefon: +49 271 401-4120
E-Mail: boris.marcukaitis@dango-dienenthal.de
Internet: www.dango-dienenthal.de

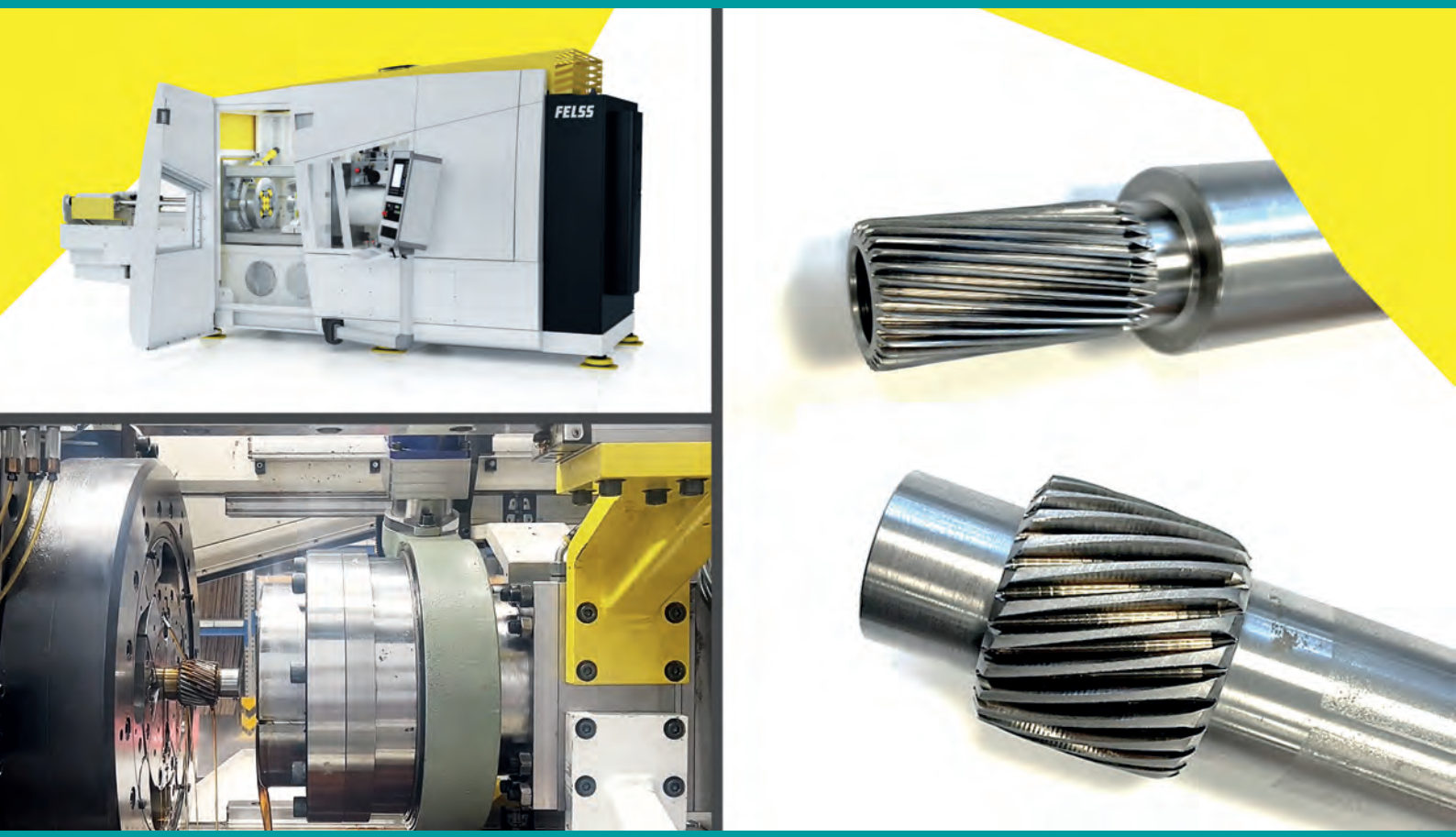


4. bis 6. Juni 2024 Messe Stuttgart

Das Internet ist groß. Viel zu groß, um direkt ans Ziel zu führen, wenn es um spezielle Guss- und Schmiedeteile geht. Schneller fündig werden Sie auf der CastForge: Über 400 Aussteller bieten Produkte und Leistungen vom Rohling bis zum fertigen Bauteil an. Dazu erleben Sie ein produktives Netzwerk für persönlichen Austausch und Wissenstransfer. Jetzt Ticket sichern!

castforge.de/ticket-sichern | **#CastForge**

Schrägverzahnungen durch Axialformen: Neue und nachhaltige Wege in der Massivumformung



Durch politische Vorgaben wie den European Green Deal soll der Fokus schon heute deutlich stärker auf CO_2-neutralen Fertigungsstrategien liegen. Für die energieintensive Massivumformung bedeutet dies einen Drahtseilakt zwischen Materialersparnis und Energieeinsatz, sodass innovative Impulse benötigt werden, um den Umweltvorteil gegenüber konkurrierenden Fertigungsverfahren zu vergrößern. Durch den Einsatz von Axialformen für die Herstellung von Schrägverzahnungen bündelt Felss die Verfahrensvorteile, um gezielt neue Märkte zu erschließen.

AUTORINNEN

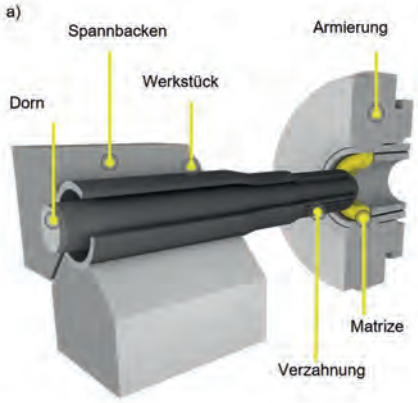
Dr.-Ing. Nadezda Missal

ist Director Technology Center
bei der Felss Systems GmbH
in Königsbach-Stein

Stefanie Schwertel, M.Sc.

ist Prozessentwicklerin Umformtechnik
im Team Innovation Center
bei der Felss Systems GmbH
in Königsbach-Stein

a)



b)

Verzahnungsdaten	Bauteil 1	Bauteil 2
Material	20MnCr5	20MnCr5
Schrägungswinkel [°]	10	22
Zahnhöhe [mm]	2,47	5,01
Außendurchmesser [mm]	Ø 27,02	Ø 45,26
Zähnezahl [-]	30	26
F_α [µm]	28	25
F_β [µm]	38	38
$f_{f\beta}$ [µm]	28	25
$f_{H\beta}$ [µm]	±25	25
F_p [µm]	43	38

Bild 1: a) Aufbau des Axialformprozessses, b) Schrägverzahnte Validierungsgeometrien mit zugehörigen Toleranzen

Die Felss-Gruppe ist ein weltweit bekannter Lösungsanbieter im Bereich der Kaltumformung für die Automobilindustrie. Mit einer 100-jährigen Erfahrung in Nischentechnologien konnte Felss das Rundkneten und Axialformen zielgerichtet zur Reduktion von Bauteilgewichten einsetzen. Als etablierter Leichtbauexperte liegt der Fokus auf der Identifizierung und Umsetzung der jeweils individuellen, optimalen sowie nachhaltigen Lösung für den gesamten Prozess – von der Produktentwicklung über die Maschinen bis hin zum fertigen Bauteil. Angesichts der zunehmenden Wichtigkeit umwelttechnischer Aspekte bündelte Felss die Entwicklungsressourcen der vergangenen Jahre sehr stark auf die Generierung von Kundenvorteilen, die gezielt als Innovationstreiber genutzt wurden. Dazu zählt beispielsweise die Reduzierung des CO_2-Fußabdrucks. Die daraus resultierende Weiterentwicklung der bestehenden Kerntechnologie Axialformen ermöglicht nun die Herstellung von Schräglaufverzahnungen und eröffnet dieser ressourcenschonenden Technologie ein gänzlich neues Marktsegment.

Das Axialformen ist ein Kaltumformverfahren, bei dem ein Rohr oder ein Stab in seinem Querschnitt verjüngt oder ein spezifisches Profil angeformt wird. Den größten Anteil der Axialformprozesse macht die Herstellung von Innen- und Außenverzahnungen aus. Hierbei wird als Umformwerkzeug eine Matrize mit der Negativkontur der gewünschten Verzahnung in axialer Richtung über das Bauteil bewegt und dadurch die Werkzeugkontur präzise auf das Bauteil übertragen (Bild 1 a). Ein Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass mittels des einteiligen Werkzeugs alle Zähne gleichzeitig erzeugt und somit exzellente Teilungsergebnisse bei Verzahnungen erreicht werden. Weiterhin kann das Axialformen durch eine Frequenzmodulation beziehungsweise die rekursive Bewegung als inkrementelles Verfahren ausgelegt werden. Diese rekursive Bewegung des Werkzeugs besteht aus einer stetigen Wiederholung eines Vorhubs, wobei der eigentliche Umformprozess ausgeführt wird, auf den unmittelbar ein geringer Rückhub folgt. Während des Rückhubs wird die Umformzone freigelegt, sodass diese

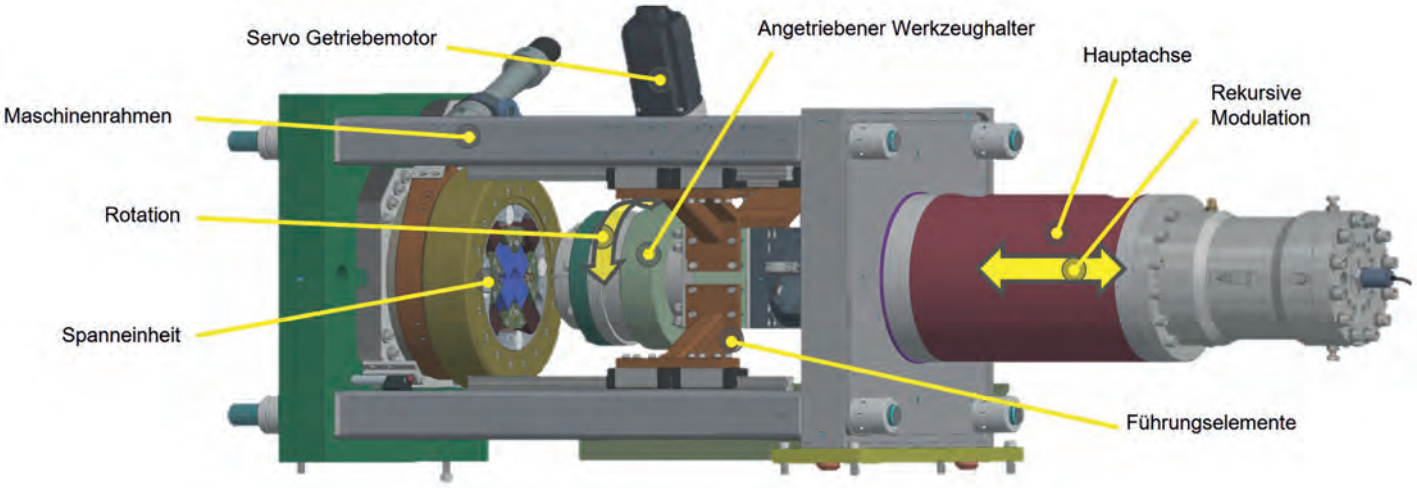


Bild 2: Umgebaute horizontale Axialformmaschine Aximus H02 mit aktiv angetriebenem Werkzeugträger

von dem umströmenden Schmierstoff erneut benetzt werden kann. Bei konventionellen Kaltumformverfahren kann es dahingegen durch die typischen hohen Kontaktspannungen sowie durch die prozessbedingt starke Oberflächenvergrößerung zum Schmierfilmabriss kommen. Durch die permanente Erneuerung des Schmierfilms beim frequenzmodulierten Axialformen lassen sich die tribologischen Prozesseigenschaften verbessern und ein Schmierfilmabriss vermeiden. Somit können die Reibungskräfte in Abhängigkeit vom Schmiermittel, im Vergleich zum Axialformen ohne Frequenzmodulation um bis zu 40 Prozent reduziert werden und bedeuten gleichzeitig auch eine Reduzierung der gesamten Prozesskraft. Dadurch können deutlich filigranere Bauteile mit geringen Wandstärken hergestellt werden, ohne dass es während des Umformens zum Ausknicken oder Stauchen kommt. Das Axialformen mit seinem hohen Leichtbaupotenzial ist derzeit technologisch noch auf die rein axiale Werkzeugbewegung und dementsprechend auf die Fertigung gerade verlaufender Profile wie zum Beispiel Gerad- oder Steckverzahnungen begrenzt.

Aufgrund der steigenden Anforderung hinsichtlich des CO_2-Fußabdrucks werden vermehrt Anfragen zur umformtechnischen Fertigung von schrägverzahnten Wellen wahrgenommen. Um diesen Wünschen gerecht zu werden, hat das Unternehmen ein Entwicklungsprojekt zur Ermittlung der Machbarkeit von axialgeformten Schrägverzahnungen in enger Zusammenarbeit mit drei Kunden gestartet. Die Analyse des Markts und die darauffolgende Literaturrecherche zeigte, dass die stärkste Konkurrenztechnologie in diesem Marktsegment nicht die alternativen umformtechnischen Verfahren ist, wie das Samanta-Verfahren, das Walzen oder Kombinationen aus Quer- und Vorwärtsfließpressen, sondern das spanende Verfahren Wälzfräsen. Anhand dieser Erkenntnis wurden die potenziellen Vorteile identifiziert, die das Axialformen gegenüber dem Wälzfräsen bieten kann:

- vollständige Materialausnutzung durch die Umformung und daraus folgende CO_2-Einsparung
- exzellente Teilung der Verzahnung durch das einteilige Umformwerkzeug
- kompakte Verzahnungsauslegung durch geringen benötigten Verzahnungsauslauf zum nächsten Wellenabsatz

In Anbetracht des aufgeführten Technologienutzens wurde die Machbarkeitsanalyse weiterverfolgt und mit den Projektpartnern die in Bild 1b dargestellten Verzahnungen als Validierungsgeometrien ausgewählt sowie marktübliche Toleranzgrenzen festgelegt.

Für diese Untersuchungen wurde als erster Prototyp eine konventionelle, horizontale Axialformmaschine Aximus H02 mit einem freigelagerten Werkzeugträger ausgestattet, sodass die Drehbewegung der Matrize allein aus dem Werkstoffwider-

Cogne Edelstahl GmbH

ROSTFREIE STAHLSPEZIALITÄTEN 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

stand und der schrägverzahnten Matrizengeometrie resultiert. Während in dieser Versuchsreihe verzahnte Bauteile mit Schrägungswinkeln im einstelligen Bereich erfolgreich erzeugt werden konnten, wiesen die Messprotokolle durchgehend eine Abweichung des Schrägungswinkels im Bereich von 0,5° bis 2° auf. Dieser Winkelversatz konnte zwar experimentell durch das Vorhalten des fehlenden Schrägungswinkels ausgeglichen werden, jedoch ist dieser Vorgang durch die mehrfache geometrische Anpassung der Matrize sehr zeit- und kostenintensiv. Eine Anwendung dieses Herstellungsprinzips mit dem freigelagerten Werkzeugträger auf die Fertigung größerer Schrägungswinkel war technologisch nicht möglich.

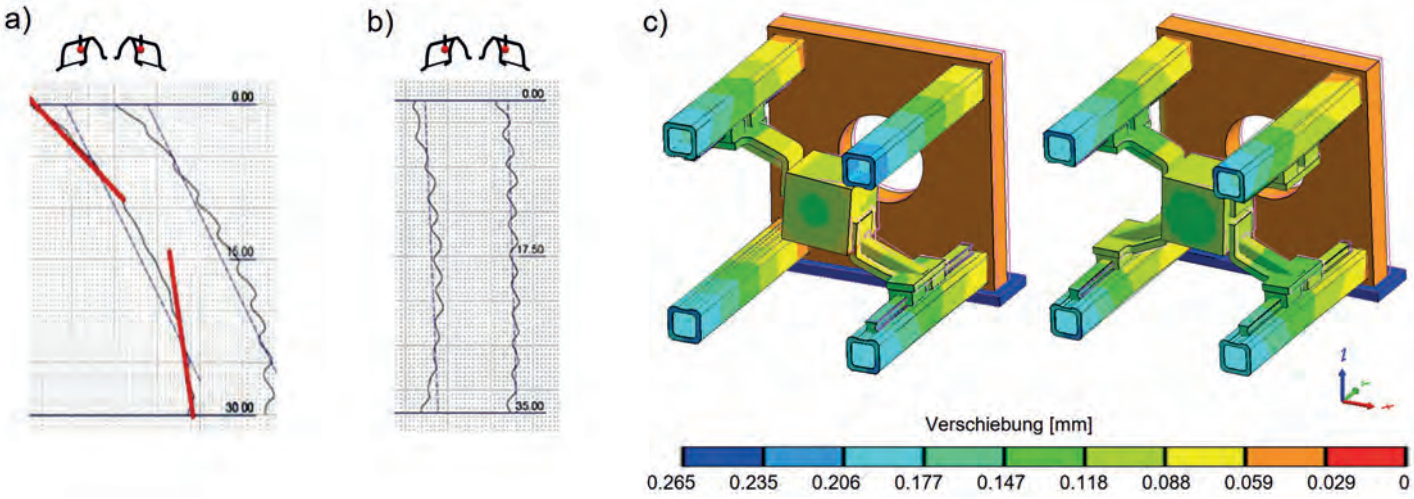


Bild 3: Flankenliniendiagramme der axialgeformten Verzahnung mit der Führung durch a) 2 Arme und b) 4 Arme, c) strukturmechanische Simulation der Torsion des belasteten Führungssystems

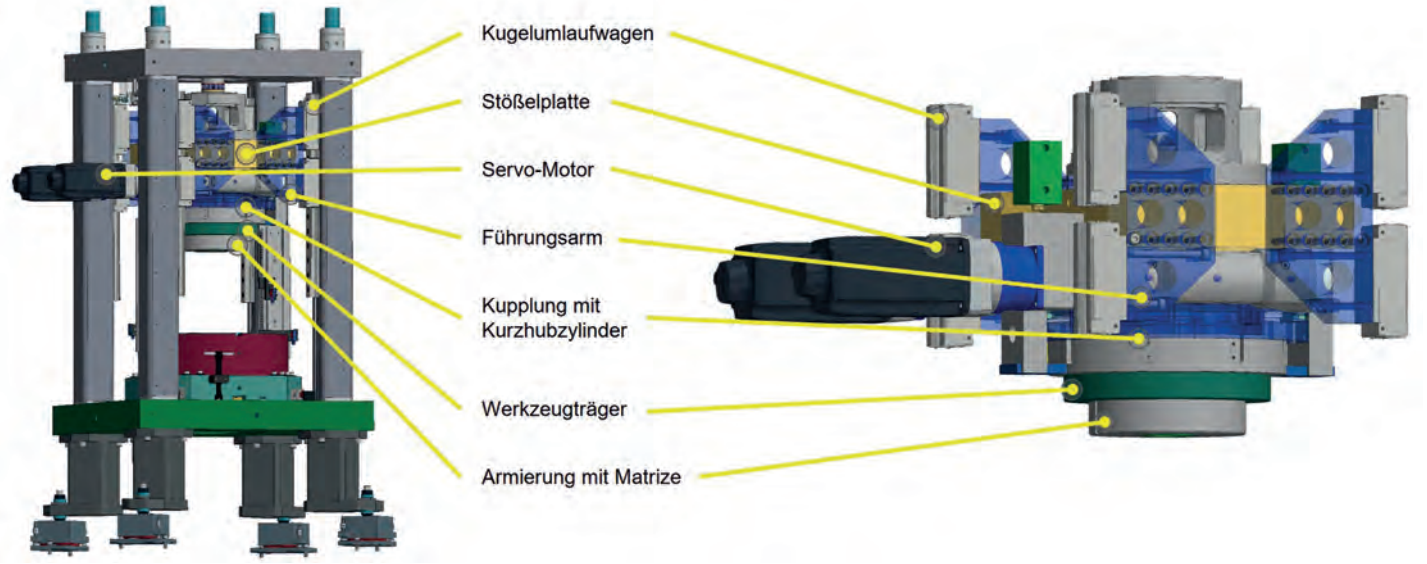


Bild 4: Neu entwickeltes Maschinenkonzept der vertikalen Axialformmaschine zur Herstellung von Schrägverzahnungen, Bilder: Autoren

Um die Wirtschaftlichkeit der Herstellung von Schrägverzahnungen durch Axialformen zu realisieren, wurde die Drehachse um einen elektrischen Antrieb erweitert, sodass die Steuerung des Schrägungswinkels ohne Anpassung der Matrizengeometrie und allein über ein aktiv aufgebrachtes Drehmoment erfolgen kann. Darüber hinaus ermöglicht die Neukonstruktion des Werkzeugträgers aus Servo-Motor und Schneckengetriebe die Fertigung größerer Schrägungswinkel, da die aktive Drehung der Matrize die problematische Scherbelastung auf die Matrizenzähne senkrecht zur Zahnflanke reduziert beziehungsweise in die unkritische Richtung des Schrägungswinkels lenkt (Bild 2). Beginnende Schwierigkeiten, das gewünschte Wegprofil zu realisieren, waren der herausfordernden Synchronisierung des hydraulischen axialen Maschinenantriebs und dem elektrischen Drehantrieb des Werkzeugträgers geschuldet. Dabei bestehen enorme Prozessanforderungen an die Antriebe durch die benötigte hohe Beschleunigung und Genauigkeit unter starken Lasten für die Frequenzmodulation sowie für die entsprechende Dauerfestigkeit.

Diese Verbesserungen und die erreichte Präzision spiegelten sich auch in den Messprotokollen der durchgeführten Versuchsreihe wider, da die geforderten Toleranzbereiche bis auf die Abweichung der Flankenlinie erreicht wurden. Während die Flankenlinien-Winkelabweichung durch die gezielte Übersteuerung des Schrägungswinkels positiv beeinflusst werden kann, bleibt die Flankenlinien-Gesamtabweichung nahezu unverändert und weist über die Verzahnungslänge einen spezifischen Verlauf auf (Bild 3a, rot markiert). Dieser Verlauf kann belastungsbedingt in drei Bereiche unterteilt werden, wobei zu Beginn des Prozesses beim Eintritt und zum Ende beim Austritt der Matrize aus dem Bauteil die Belastung beziehungsweise das Wachstum der Kontaktfläche zwischen Matrize und Bauteil deckungsgleich mit dem Verlauf der Flankenlinienabweichung ist. Während der quasistationären Umformung, wenn die Matrize in vollständigem Eingriff mit dem Bauteil ist, bleibt auch die Abweichung der Flankenlinie konstant, sodass die gemessene Flankenlinien-Gesamtabweichung nicht auf den Umformprozess selbst zurückzuführen ist. Die darauffolgende strukturmechanische Analyse der belasteten Axialformmaschine mit der Simulationssoftware Meshparts bestätigte, dass die Maschine aufgrund des ursprünglichen Anwendungsgebiets eine zu geringe Verwindungssteifigkeit gegenüber Torsionsbelastungen aufweist. Bereits durch eine einfache Verstärkung der Stößelführung mit vier anstelle von zwei Führungsarmen reduzierte sich der numerisch ermittelte Winkelversatz zwischen Werkzeugträger und der Bauteileinspannung unter Volllast von 0,056° auf 0,033° (Bild 3c). Diese Verbesserung um 41 Prozent konnte durch Torsionsversuche an der Maschine und zusätzlich durch die Messergebnisse der Bauteile der nachfolgenden Versuchsreihe bestätigt werden. Der Verlauf der Flankenlinienabweichung unter Anwendung von vier Führungselementen ist deutlich abgeflachter und resistenter gegen Lastveränderungen während der instationären Anfangs- und Endphase des Umformvorgangs geworden (Bild 3b). Ebenfalls konnten mit dieser Versuchsreihe erstmals die geforderten Toleranzbereiche der Validierungsgeometrien eingehalten und die wirtschaftliche Machbarkeit des Axialformens von Schrägverzahnungen bis zu einem Schrägungswinkel von 22,5° nachgewiesen werden [1].

Neben horizontalen Axialformmaschinen bieten vor allem vertikale Axialformmaschinen den Vorteil geringeren Platzbedarfs und eine bessere Zugänglichkeit des Arbeitsraums. Um zukünftig auch größere Verzahnungen mit höheren Schrägungs-

winkeln axialformen zu können, muss zum Erreichen gleichbleibender Toleranzen das gesamte Führungskonzept anhand der erwarteten Drehmomente und Lasten neu entwickelt werden. Mittels der strukturmechanischen Optimierung konnte das Führungskonzept mit der größten Torsionssteifigkeit ermittelt werden (Bild 4). Durch die deutlich massivere Auslegung der Stößelplatte samt Führungsarmen, die nun über acht statt zuvor vier Kugelumlaufwägen auf den Schienen präzise axial geführt werden, konnte die Verwindung des Pressengestells signifikant um 70 Prozent gegenüber der konventionellen vertikalen Axialformmaschine mit vier Führungsarmen reduziert werden. Neben dem Führungskonzept wurde zusätzlich der Drehantrieb des Werkzeugträgers durch einen zweiten Servo-Antrieb verstärkt, der gleichzeitig die Lebensdauer des Schneckengetriebes für die vorgesehene Serienproduktion erhöht. Eine Kupplung zwischen dem Schneckengetriebe und dem Werkzeugträger ermöglicht die ungehemmte Drehung des Umformwerkzeugs über die bereits geformte Verzahnung, sodass eine ungewollte Verformung der präzisen Verzahnung im Rückhub ausgeschlossen werden kann [2].

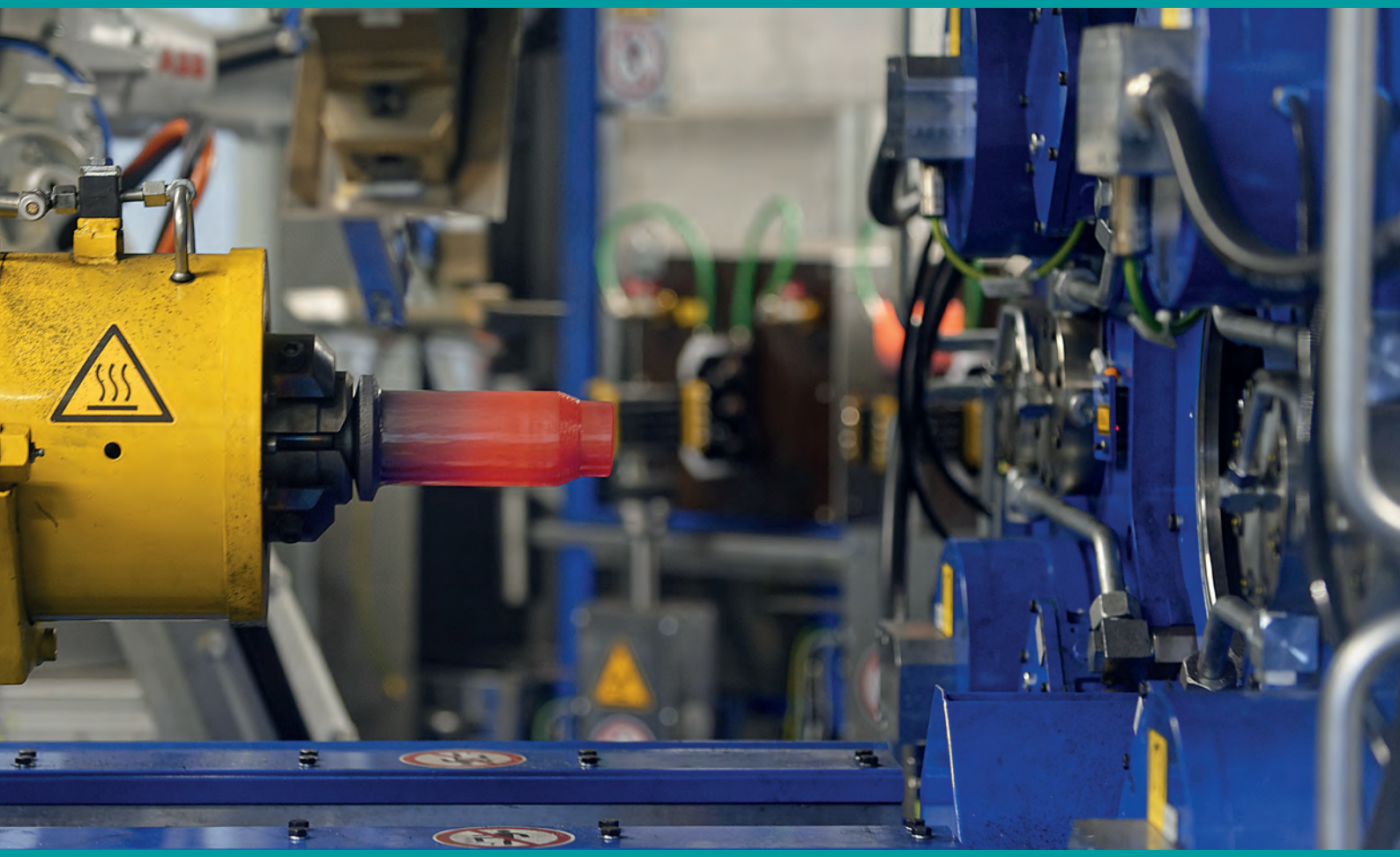
Zusammengefasst konnte das Axialformen zu einer wirtschaftlichen Alternative zur Fertigung von Schrägverzahnungen weiterentwickelt werden. Durch die aktive Einbringung des benötigten Drehmoments und der präzisen Synchronisierung mit der axialen Pressenbewegung konnten schrägverzahnte Wellen mit einem Schrägungswinkel bis zu 22,5° durch das Axialformen mit Frequenzmodulation umformtechnisch gefertigt werden. Die mangelhafte Flankenliniengesamtabweichung konnte auf die fehlende Torsionssteifigkeit zurückgeführt werden und durch eine massive Ausführung des gesamten Führungssystems auf den gegebenen Toleranzbereich limitiert werden. Zusätzlich getroffene Maßnahmen in der Verstärkung der Antriebsleistung sollen zukünftig den Einsatz in der Serienproduktion sowie die Fertigung größerer Verzahnungen bei gleichbleibenden Toleranzbereichen ermöglichen und einen Beitrag zur ressourceneffizienten und umweltfreundlichen Produktion leisten.

[1] Missal, N.; Schwertel, S.: Innovative cold metal forming processes for a sustainable future – Moving forward with helical gear drive components in a resource- and energy-efficient way. Dritev 2023, VDI-Berichte Band 2420, S.295-306, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2023, https://doi.org/10.51202/9783181024201

[2] Missal, N; Schwertel, S.; Ludwig, M.: The next level of axial forming for a sustainable component and process chain design. Tagungsband International Conference on Gears 2023, VDI-Berichte Band 2422, S.1765-1776, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2023, http://dx.doi.org/10.51202/9783181024225-1765

LinamaRadial – Ganzheitliche Fertigung aus einer Hand für innovative Produkte

Die Mobilitätslandschaft befindet sich im Wandel und mit ihr die Ansprüche an die Fertigung von Automobilkomponenten. Insbesondere im Kontext der Elektromobilität steigt die Nachfrage nach effizienten und umweltfreundlichen Herstellungsverfahren. In diesem Zusammenhang hat die Linamar Plettenberg GmbH in ein innovatives Konzept investiert, das sowohl die Fertigung von Rotorwellen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge optimiert als auch einen neuen Standard für integrierte Produktionsprozesse setzt.



AUTOR

Jonas Wecker, B.Eng. (FH)

ist Program & Project Engineer
im Project & Manufacturing Engineering
bei der Linamar Plettenberg GmbH

Die hochmoderne Fertigungskette ermöglicht einen nahtlos integrierten Herstellungsprozess für Rotorwellen: Von der Verarbeitung des Rohmaterials über das Schmieden bis hin zur abschließenden Bearbeitung werden alle Schritte im Unternehmen durchgeführt, wodurch eine vollständige Fertigungstiefe aus einer Hand gewährleistet wird. Diese Investition spart auch Zeit und Ressourcen durch ihre ganzheitliche Betrachtung des Fertigungsprozesses und vereint verschiedene Produktionsschritte. Somit werden sowohl Arbeitsgänge als auch langfristig Kosten eingespart und darüberhinaus eine verbesserte Umweltbilanz ermöglicht. Dieser innovative Ansatz unterstreicht das Plettenberger Engagement für Nachhaltigkeit und Effizienz.

SYNERGIE VON QUALITÄT UND EFFIZIENZ

Die Verbindung der hochwertigen Hatebur-Rohlinge von Linamar mit dem innovativen Prozess des Radialschmiedens schafft eine einzigartige Lösung – LinamaRadial. Das Ergebnis sind Rotorwellen, die nicht nur qualitativ herausstechen, sondern auch wirtschaftlich äußerst kosteneffizient sind.

Rotorwellen bilden einen zentralen Bestandteil in Hybrid- und Elektrofahrzeugen. Sie müssen extremen Anforderungen an Präzision und Genauigkeit im Herstellungsprozess gerecht werden, da sie hohen Drehzahlen standhalten müssen. Dabei sind Toleranzanforderungen im Zehntel- und teilweise sogar Hundertstelmillimeterbereich keine Seltenheit.

Gleichzeitig ist es entscheidend, das Eigengewicht der Welle optimal zu gestalten. Fahrzeughersteller streben permanent danach, das Gesamtgewicht ihrer Fahrzeuge zu reduzieren, um den Verbrauch und die Emissionen zu senken und gleichzeitig – insbesondere bei Elektrofahrzeugen – die Reichweite zu

Bild 1: Das ausgewählte einteilige Produktdesign der Rotorwelle schafft gegenüber einer zweiteilig gefertigten Welle rund 4 Prozent Kosteneinsparung, gegenüber der dreiteiligen Variante sogar 8 Prozent. Das gelingt durch eine hohe Fertigungstiefe und die Optimierung der Prozesskette durch Reduzierung der Prozessschritte.

erhöhen. Dabei kommt es auf die präzise Gewichtsoptimierung jedes einzelnen Bauteils an. In dem konkreten Anwendungsfall von Linamar handelt es sich um zwei verschiedene Rotorwellen für die Elektromotoren eines führenden OEMs (Bild 1). Neben den Rotorwellen können mit dem Radialschmieden auch eine Vielzahl anderer Hohl- und Vollwellen für verschiedenste Anwendungen produziert werden.

RESSOURCENSCHONENDE WERTSCHÖPFUNGSKETTE ERMÖGLICHT EINE DURCHGÄNGIGE EFFIZIENZ

Hauptziel während der zweijährigen Konzeptphase war die Entwicklung einer optimierten und kostengünstigeren Herstellung von einteiligen Rotorwellen beziehungsweise vergleichbaren Produkten. Durch das einteilige Produktdesign sollten deutliche Kostenvorteile im Fertigungsprozess erzielt werden. Ein interner Schwerpunkt lag von Anfang an darauf, die gesamte Wertschöpfungskette vollständig an einem Standort zu behalten.

Die Rotorwellen werden bei w aus einem klassischen Vergütungsstahl gefertigt, der als „komplett grünes" Stangenmaterial direkt am Standort im südwestfälischen Plettenberg von einem nahegelegenen Stahlwerk angeliefert wird. Bereits an dieser Stelle wird auf den CO_2-Footprint geachtet (Bild 2).

Bild 2: Die Hatebur-Rohlinge werden aus vollem Stabmaterial gefertigt. Dabei handelt es sich um grünen Stahl, der aus einem nahegelegenen Stahlwerk angeliefert wird.

Eine hohe Fertigungstiefe im Unternehmen bringt auch wirtschaftliche Vorteile für den Kunden mit sich, da eine Vielzahl von Prozessen an einem Standort durchgeführt wird. Dies steigert die Effizienz und senkt den Stückkostenbeitrag. Zudem wird die technische Abstimmung für den Endkunden deutlich vereinfacht, wenn sich alles „unter einem Dach" befindet.

Dieser Vorteil zeigt sich bereits zu Beginn des Prozesses beim PreForming, wenn der Hatebur-Rohling hergestellt wird. Linamar kann gängige Größen an Rohlingen fertigen, da das Unternehmen sämtliche Maschinentypen von Hatebur-Warmpressen mit Stückgewichten von 24 Gramm bis etwa 6,5 Kilogramm bereithält – diese Bandbreite an Maschinen ist ein Alleinstellungsmerkmal. So entfallen zusätzliche Teilprozesse durch die Integration von Drittanbietern.

Für die Herstellung des Hatebur-Rohlings spielt das Einsatzgewicht eine große Rolle, da auch hier der ressourcenschonende Materialeinsatz durch den Prozess unterstützt wird. Grundsätzlich wird das Volumen des Vorformteils so gestaltet, dass daraus später eine Welle gefertigt werden kann. Der Überlauf am Rohling muss so konzipiert sein, dass beim spanenden Endbearbeitungsprozess der Materialabtrag auf das notwendige Minimum reduziert wird (Bild 3). Deshalb wird die Geometrie des Rohlings nach dem Prinzip „Near-net-shape" bereits in der Entwicklungsabteilung möglichst endkonturnah gestaltet, und der Kunde kann sich bei der Produktoptimierung vollständig auf das Know-how seines Lieferanten verlassen.

Bild 3: Ein Teil des Hatebur-Rohteils wird beim Radialschmieden nicht erwärmt. Lediglich der zu schmiedende Bereich wird partiell erwärmt und beim Radialschmieden nur einmal aufgespannt. Dieser prozesstechnische Unterschied senkt die Zykluszeit und die Kosten.

INVESTITION IN DIE RADIALSCHMIEDEANLAGE: LINAMARADIAL SETZT NEUE MASSSTÄBE

Das Unternehmen hat am Standort Plettenberg eine hochmoderne Anlage zum Radialschmieden installiert, um das optimale Anlagenkonzept in die interne Prozesskette zu integrieren. Nach sorgfältiger Evaluierung wurde schließlich das Umformaggregat des renommierten Herstellers GFM ausgewählt, welches unter dem Namen LinamaRadial vermarktet wird (Bild 4).

Die Umformung des Hatebur-Rohlings erfolgt bei einer Temperatur von zirka 800° C. Die Halbwarmumformung liefert äußerst präzise Umformergebnisse und reduziert gleichzeitig die benötigte Umformenergie. Bei der Anlage wurde außerdem die Option der Kaltumformung berücksichtigt, um eine hohe Flexibilität in der Fertigung zu gewährleisten.

GESAMTFERTIGUNGSPROZESS: VOM ROHMATERIAL ZUR EINBAUFERTIGEN ROTORWELLE

Ein Teil der fertigen Rotorwelle wird bereits im Vorprozess auf der Hatebur-Presse hergestellt. Dieser Bereich wird während des Radialschmiedens nicht erwärmt und bleibt unverändert an der radial geschmiedeten Welle. Lediglich der zu schmiedende Bereich wird partiell erwärmt und – das ist das Besondere – in nur einer Aufspannung radial geformt (Bild 5). Dieser kleine technische Unterschied zur herkömmlichen Technik reduziert die Zykluszeit erheblich und trägt zum positiven Kosteneffekt bei. Die damit einhergehende Energieersparnis wirkt sich zugleich positiv auf die CO_2-Bilanz aus.

Bild 4: Um das erarbeitete Konzept intern umsetzen zu können, war eine Investition notwendig. Die Wahl fiel auf eine Radialschmiedemaschine des Herstellers GFM.

Nach dem Radialschmiedeprozess wird jedes Bauteil einer Wärmebehandlung unterzogen – genauer gesagt: es wird vergütet. Anschließend erfolgt die spanende Endbearbeitung. An verschiedenen modernen Bearbeitungszentren werden diverse Dreh- und Fräsoperationen durchgeführt, Bohrungen eingebracht, jedes Bauteil wird geschliffen, und eine eingebrachte Steckverzahnung wird induktiv gehärtet. Der Herstellungsprozess wird durch das Waschen und die Aufbringung eines DataMatrix-Codes abgeschlossen.

INNOVATIVES KONZEPT FÜR GANZHEITLICHE FERTIGUNG AUS EINER HAND

Die strategische Implementierung von LinamaRadial ist das Ergebnis eines innovativen Konzepts, dessen erste Frucht die Produktion von Rotorwellen ist. Mit LinamaRadial unterstreicht Linamar eindrucksvoll die Leistungsfähigkeit einer ganzheitlichen Fertigung aus einer Hand. Durch eine intelligente Prozessgestaltung und die klare Strategie wird deutlich, wie eine effiziente Umsetzung dieses Konzepts nicht nur möglich ist, sondern auch zu nachhaltigem Erfolg führt. Spezifische Fertigungskompetenzen von Linamar, wie der Einsatz von hochwertigem Stabmaterial, die optimierte Herstellung konturnaher Hatebur-Rohlinge, die partielle Erwärmung für das Radialschmieden sowie die zusätzliche mechanische Bearbeitung sind entscheidende Details. Das entwickelte einteilige Produktdesign ermöglicht weitere signifikante Kosteneinsparungen im Vergleich zu mehrteilig gefertigten Rotorwellen.

Bild 5: Nach der automatisierten Entnahme im Prozess ist zu erkennen, dass lediglich der untere Bereich partiell erwärmt wurde,
Bilder: Linamar Plettenberg GmbH.

AUSBLICK: WEITERENTWICKLUNG VON LINAMARADIAL

Zukünftig strebt das Unternehmen an, täglich bis zu 2.500 Rotorwellen zu fertigen, was eine beeindruckende Steigerung der Produktionskapazität darstellt. Als logische und strategische Maßnahme plant das Unternehmen die Erweiterung von LinamaRadial mit zwei weiteren Anlagen. Dieser Schritt zielt darauf ab, zusätzliche innovative und wettbewerbsfähige Produkte auf den Markt zu bringen und die Position als Branchenführer weiter zu festigen.

Bild: 604469995 ©CandyRetriever, www.stock.adobe.com

IMU-Energie-Effizienznetzwerk – Orientierung in herausfordernden Zeiten

Seit dem Herbst 2021 im Vorfeld des Kriegs gegen die Ukraine ist dem Einsatzfaktor Energie eine noch bedeutsamere Rolle in der Massivumformung zuzuordnen. Durch die langfristige Transformation wird die energetische Weiterentwicklung auch zukünftig einen hohen Stellenwert in den Betrieben einnehmen. Hier bietet das Energie-Effizienznetzwerk Orientierung und Hilfestellungen.

AUTOR

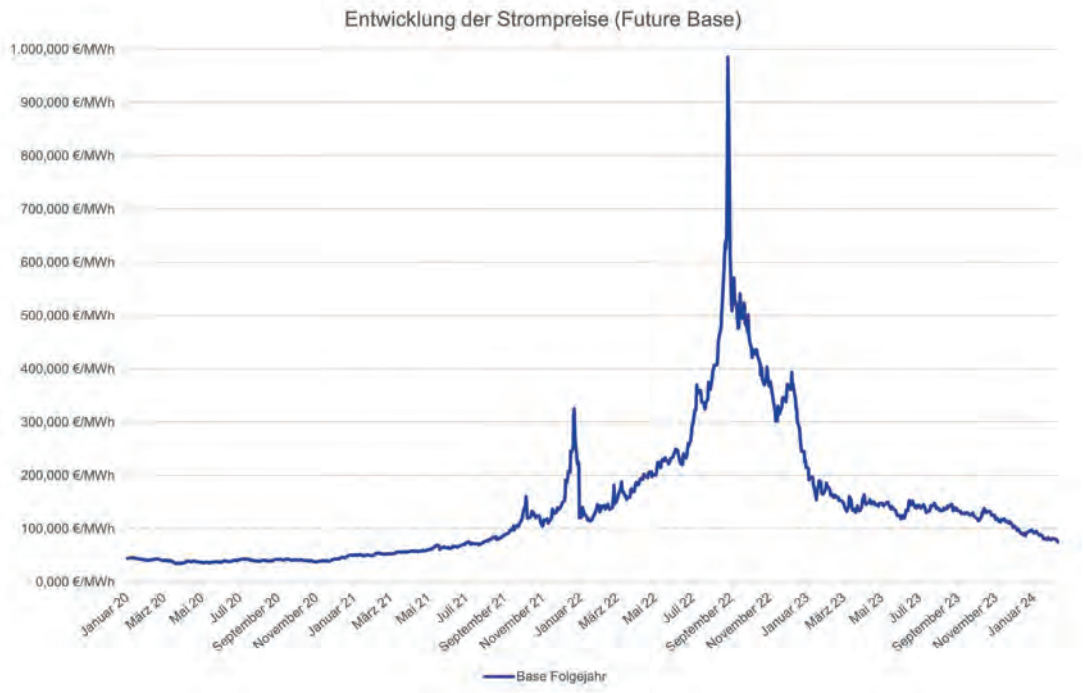
Joshua Wagener

ist Leiter
im Fachbereich Betriebswirtschaft
des Industrieverbands Massivumformung e. V.
in Hagen

Während sich die massivumformenden Unternehmen am Standort Deutschland in der Vergangenheit lange auf einen vergleichsweise stabilen Energiemarkt verlassen konnten, entwickelten sich die Preise an den weltweiten Energiemärkten aufgrund der zunehmenden Unsicherheiten aufwärts. Der Angriff auf die Ukraine sowie die damit einhergehenden Sanktionen gegenüber Russland führten zunächst zu einer Reduzierung und schließlich zu einem Wegfall der russischen Gasimporte im Frühjahr 2022. Die folglich drohende Gasmangellage bedingte wiederum drastische Verteuerungen für Erdgas und Strom. Durch die Merit-Order sind Strom- und Gaspreisentwicklung unmittelbar aneinandergekoppelt. Im August 2022 erreichten diese Preissteigerungen ihren Höhepunkt. So stiegen die Strompreise (Future Base) für das Bezugsjahr 2023 auf 985 Euro je Megawattstunde. Neben diesen außergewöhnlichen Umständen im Energieeinkauf waren die Betriebe außerdem mit der Herausforderung konfrontiert, Notfallpläne hinsichtlich eines Blackouts für die kommende Heizperiode zu entwickeln. Als energieintensive Branche belasten diese Entwicklungen die Massivumformung besonders stark.

Im Kontext dieser Energiekrise wurde der Arbeitskreis IMU Energie Effizienznetzwerk neu aufgesetzt. Die Austauschrunde richtet sich an die verantwortlichen Personen in den Mitgliedsunternehmen aus den Bereichen Energieeinkauf, -management und -effizienzmaßnahmen. Das Format verfolgt einerseits die Zielsetzung, über Neuerungen im Energiekontext zu informieren. Hierbei nehmen die gesetzlichen Anforderungen derzeit einen besonderen Stellenwert ein. Andererseits zielt das Energie Effizienznetzwerk auf den Austausch zu spezifischen Themen zwischen den Verantwortlichen in den Betrieben.

Aufgrund der hohen Dynamik in der Gesetzgebung und der Vielzahl an akuten Handlungsfeldern tagt der Arbeitskreis derzeit quartalsweise. Die Sitzungen finden digital per Videokonferenz statt. Das IMU-Energie-Effizienznetzwerk startet jeweils mit dem Update zum Energiemarkt. Dieses wird abwechselnd von den beiden Energiemarktexperten Holger Ade (Leiter Energiepolitik, WSM Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung e. V.) und Michael Feldmann (Senior Consultant, VIA Consult) präsentiert. Im anschließenden Round Table berichten die Teilnehmer über die aktuellen energiebezogenen



Aktivitäten und Maßnahmen in den Unternehmen. Ein Expertenvortrag zu einem von den Teilnehmern ausgewählten Spezialthema rundet die Veranstaltung ab.

Besonders im Fokus steht das neue Energieeffizienzgesetz, das umfassende Auswirkungen auf einen Großteil der massivumformenden Betriebe hat. Das Gesetz ist ein Baustein im Rahmen des EU Green Deal und der Klimaneutralitätsziele der deutschen Bundesregierung. Da bis zum Jahr 2030 bereits ein Meilenstein mit einer beachtlichen Treibhausgaseinsparung um 55 Prozent angestrebt wird, wurde das Gesetz als Element der nationalen Anstrengungen zur sektorübergreifenden Verringerung des Energieverbrauchs umgesetzt. Das Gesetz ist zum 18. November 2023 in Kraft getreten und betrifft alle Betriebe mit einem jährlichen Gesamtenergieverbrauch von mehr als 2,5 Gigawattstunden.

In einem Stufenmodell mit den Grenzen von jährlich 2,5 und 7,5 Gigawattstunden sind betroffene Betriebe von verschiedenen Anforderungspaketen betroffen. So müssen Unternehmen Abwärmeströme untersuchen und diese erstmals zum 1. Juli 2024 an die Bundesstelle für Energieeffizienz melden. 20 Monate nach Inkrafttreten des Gesetzes zum 18. Juli 2025 müssen die Betriebe mit einem Gesamtenergieverbrauch über 7,5 Gigawattstunden ein Energiemanagementsystem gemäß DIN EN ISO 50001 eingeführt haben. Des Weiteren besteht zum November 2026 für alle betroffenen Unternehmen die Verpflichtung, Umsetzungspläne hinsichtlich Energieeffizienzmaßnahmen zu veröffentlichen. Als Berechnungsgrundlage ist hier eine Bewertung nach der Norm DIN EN 17463 (ValERI) vorzunehmen.

Die Haushaltskrise zum Jahreswechsel 2023/2024 wirkte sich auf die Bezuschussung der Netzentgelte aus. In der Folge haben die Betreiber der Stromübertragungsnetze die Entgelte für die Netznutzung zum Jahresbeginn 2024 von 3,12 auf 6,43 Cent je Kilowattstunde erhöht. Ebenso wurde von Seiten der Bundesregierung der CO_2-Preis für Benzin, Heizöl und Gas je Tonne auf 45 Euro angehoben. Im kommenden Jahr ist eine weitere Erhöhung auf 55 Euro geplant.

Die Anforderungen des Energieeffizienzgesetzes stellen für die massivumformenden Betriebe eine weitere Mehrbelastung dar. Dabei befinden sich die mittelständischen Schmieden ohnehin in einer Phase vieler struktureller sowie konjunktureller Herausforderungen. Aufgrund des Gesetzesumfangs bedarf es bereits heute einer Planung der Umsetzung im Unternehmen mit der Bereitstellung entsprechender Ressourcen. Hierbei können als Grundlage implementierte Managementsysteme und durchgeführte Energie-Audits genutzt werden. Die einzelnen Elemente des Gesetzes werden in den kommenden Sitzungen des IMU-Energie-Effizienznetzwerk thematisiert. Dabei werden sowohl die Austauschrunden als auch die Expertenvorträge die einzelnen Elemente wie Abwärmeidentifikation, Maßnahmenplangestaltung oder die ValERI-Berechnung kontinuierlich aufgreifen.

Parallel bleibt der Handlungsdruck im Hinblick auf die Energiebeschaffung hoch. Wenngleich sich die Märkte zuletzt etwas beruhigt haben, sind angesichts der globalen Unsicherheiten und geopolitischen Spannungen kurzfristige Preissprünge jederzeit möglich. Daher gilt es, Beschaffungsmodell und -zeitpunkt für die jeweiligen Energieträger festzulegen. Ebenso schreitet die technologische und regulatorische Entwicklung bei der Energieeigenerzeugung voran. Während in den vergangenen Jahren bereits einige Unternehmen Photovoltaikanlagen installiert haben, werden perspektivisch etwa die Möglichkeiten im Bereich Windkraft weiter zunehmen. Auch diese Fragestellungen werden im Rahmen des IMU-Energie-Effizienznetzwerks diskutiert.

Das aktuelle Treffen des IMU-Energie-Effizienznetzwerks fand am 17. April 2024 statt. Der Schwerpunkt lag auf dem Feld Abwärmekataster. Außerdem hielten die Experten von ecoPLUSS System einen Vortrag zum Thema Optimierung der energiebezogenen Arbeitsprozesse. Neben dem Energie-Effizienznetzwerk hat der IMU die Aspekte der Transformation und energiepolitischen Entwicklungen auf verschiedenen Ebenen in die Verbandsarbeit integriert. Unter EMMA – Emissionsneutrale Massivumformung hat der Verband eine Projektinitiative zur Verringerung von Treibhausgasemissionen in diesem Jahr gestartet. Auch auf politischer Ebene setzt sich der Industrieverband Massivumformung e.V. zusammen mit seinen Schwesterverbänden für die Anliegen seiner energieintensiven Mitglieder ein.

Umsetzung von Nachhaltigkeitsindikatoren in Unternehmen der Massivumformung

Die neue EU-Richtlinie 2022/2464 (Corporate Sustainability Reporting Directive [CSRD]) wird bis Mitte 2024 in nationales Recht umgesetzt werden. Damit wird die Pflicht, Informationen über die Nachhaltigkeitsleistungen zu veröffentlichen, auf weitere Unternehmen ausgeweitet. Für Unternehmen der Massivumformung haben Nachhaltigkeitsziele ohnehin schon einen hohen Stellenwert. Die Ergebnisse einer im März 2023 durchgeführten Befragung zeigen bei den im Verband organisierten Unternehmen eine vielfältige Aktivität auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit und lassen erkennen, wie deren sinnvolle Weiterentwicklung unterstützt werden kann.

AUTORIN

Heidi Enzmann, B.Eng.

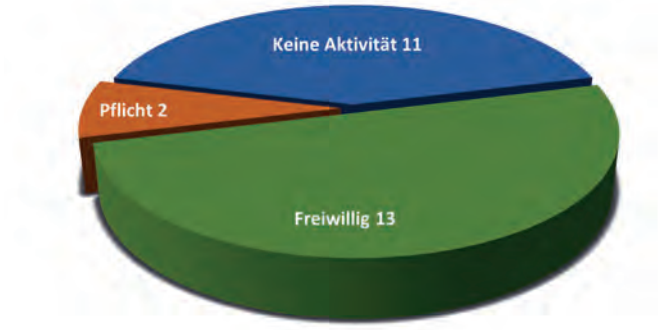
ist Masterstudentin
im Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen
an der Hochschule Mannheim

Nachhaltiges Handeln wird von Unternehmen gesellschaftlich erwartet und zunehmend gesetzlich gefordert. Mit der Richtlinie (EU) 2022/2464, die bis Mitte 2024 in nationales Recht umgesetzt werden wird, werden zunehmend auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) erstmalig dazu verpflichtet, Informationen über ihre Nachhaltigkeitsleistungen zu veröffentlichen. Für Unternehmen mit hohem Energie- und Rohstoffbedarf muss Nachhaltigkeit auch unabhängig von gesetzlichen Anforderungen ein Anliegen sein. Für die KMU sämtlicher Branchen in Deutschland ist die inzwischen dritte Gothaer KMU-Studie die einzige aktuelle Studie, die die Bedeutung des Themas Nachhaltigkeit für KMU untersucht hat. Öffentliche Untersuchungsergebnisse zu den Unternehmen der Massivumformung gab es bisher nicht, und auch dem Industrieverband Massivumformung lagen hierzu keine Daten vor. Um diese Lücke zu schließen, wurden im März 2023 Fragebogen an alle Betriebe versendet, die im Industrieverband Massivumformung organisiert sind.

Der Inhalt des Fragebogens orientierte sich stark an den Zielen für nachhaltige Entwicklung, den Sustainable Development Goals, die in der Agenda 2030 der Vereinten Nationen definiert wurden. Diese beziehen sich auf die drei Schlüsselbereiche Umwelt, Soziales und Unternehmensführung (Environmental, Social, Governance: ESG). Die in der Fragebogenaktion erzielte gute Rücklaufquote von 28 Prozent der kontaktierten Unternehmen erlaubte eine sinnhafte Auswertung. Da die Beantwortung aller Fragen freiwillig war und die Beantwortung der Fragen zur Motivation und zur Bedeutung der Nachhaltigkeitsaktivitäten eine Selbsteinschätzung war, kann ein responder bias allerdings nicht völlig ausgeschlossen werden. Insgesamt zeigten die Ergebnisse der Befragung bei den im Verband organisierten Unternehmen eine vielfältige Aktivität auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit. Gleichzeitig geben sie Aufschluss darüber, wie die sinnvolle Weiterentwicklung in diesem Bereich unterstützt werden kann.

HOHER STELLENWERT DER NACHHALTIGKEITSZIELE FÜR DIE UNTERNEHMEN

Bei vielen Unternehmen der Massivumformung ist Nachhaltigkeit nicht nur als abstraktes Ziel definiert, sondern bereits umgesetzt. Nachhaltigkeitsindikatoren werden von 58 Prozent der Unternehmen erfasst, die sich an der Fragebogenaktion beteiligt haben. Bemerkenswert erscheint, dass dies ganz überwiegend freiwillig erfolgt. Von den Unternehmen,



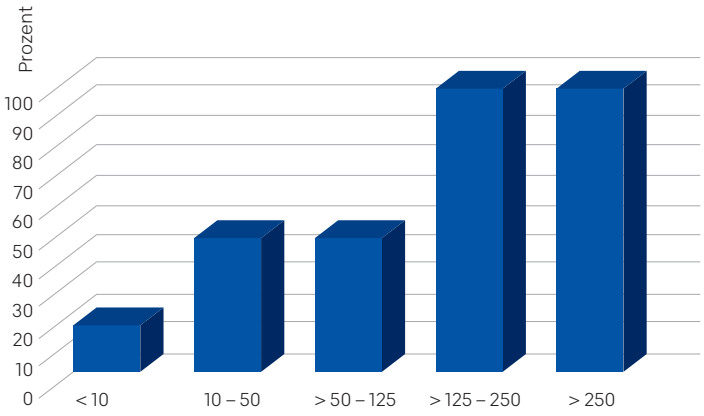


Bild1: Erhebung von Nachhaltigkeitsindikatoren abhängig von Berichtspflicht und nach Jahresumsatz

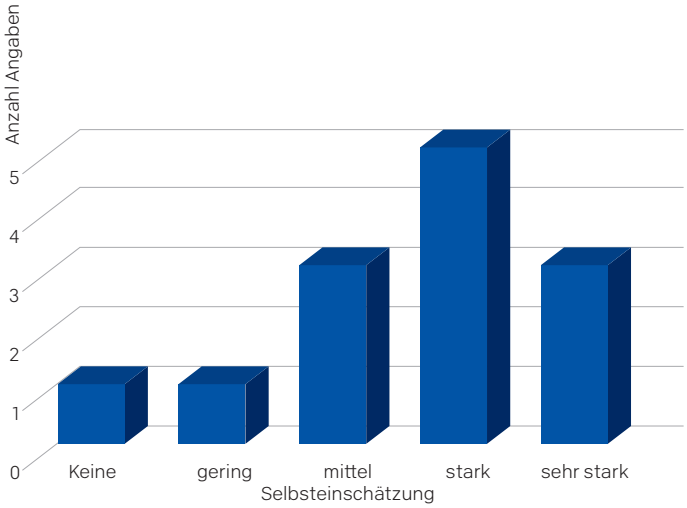


Bild 2: Einfluss der Nachhaltigkeitsziele auf Unternehmensentscheidungen (Selbsteinschätzung)

die Nachhaltigkeitsindikatoren erfassen, waren nur 13 Prozent nach dem seit 2017 geltenden CSR-Richtlinie-Umsetzungsgesetz berichtspflichtig (Abbildung 1). Es zeigte sich, dass vor allem kleine Unternehmen (noch) keine Nachhaltigkeitsindikatoren erfassen, während diese bei allen erfassten Unternehmen mit einem Jahresumsatz von mehr als 125 Millionen Euro. bereits erhoben werden (Bild 1).

Die hohe Bedeutung der Nachhaltigkeitsziele für Unternehmen der Massivumformung zeigt sich auch daran, dass diese auffällig häufig direkt der Geschäftsführung zugeordnet und bereits in vielen Abteilungen präsent sind. Übereinstimmend damit zeigte sich bei der Abschätzung des Einflusses der Nachhaltigkeitsziele auf Unternehmensentscheidungen eine durchschnittliche Bewertung von 3,6 auf einer Skala von 1 bis 5, was einen spürbaren Einfluss von Nachhaltigkeitszielen auf Unternehmensentscheidungen bedeutet (Bild 2).

GEWICHTUNG DER VERSCHIEDENEN ESG-FAKTOREN IN DEN UNTERNEHMEN

Auf die drei ESG-Schlüsselbereiche Umwelt, Soziales und Corporate Governance werden bei den Nachhaltigkeitsaktivitäten unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt (Bild 3). Die meisten Aktivitäten finden sich in den Schlüsselbereichen „Umwelt" (98 Nennungen) gefolgt von „Soziales" (80 Nennungen), vergleichsweise weniger auf dem Gebiet der „Unternehmensführung" (53 Nennungen), wobei diese Gewichtung für überwiegend kleine und mittlere Unternehmen mit hohem Energiebedarf naheliegend ist. Bei der Erhebung von konkreten Daten ist der Bereich Umwelt dominierend. In nur 15 Prozent der Antworten gaben die Befragten an, dass keine Daten für das Gebiet Umwelt erfasst werden.

Während zwei von drei Unternehmen für Indikatoren aus dem Bereich „Soziales" konkrete Daten erheben, werden im Bereich „Corporate Governance" von mehr als der Hälfte der Unternehmen die Kriterien ausschließlich mit Leitlinien adressiert. Für die häufige Beschränkung der Governance-Aktivitäten auf Leitlinien ohne Überprüfung der Wirksamkeit durch Daten mag der hohe Anteil an kleinen und mittleren Unternehmen in der Sparte der Massivumformung eine Rolle spielen. Hier sind jedoch Verbesserungsmöglichkeiten erkennbar.

Bei der Abfrage, welche der ESG-Kriterien von den Unternehmen als wettbewerbsrelevant betrachtet werden, waren klare Schwerpunkte erkennbar (Bild 4a). Mit den mit Abstand am häufigsten genannten Kriterien „Energieverbrauch", „Emissionen" und „Ressourceneinsatz" liegt die größte Aufmerksamkeit offensichtlich auf diesen betriebswirtschaftlich wichtigen und exakt quantifizierbaren beziehungsweise routinemäßig gemessen Parametern. Auf diese folgen, mit gewissem Abstand, verschiedene Kriterien aus dem Schlüsselbereich „Soziales".

ESG-Kriterien, die ausschließlich durch Leitlinien, das heißt ohne Datenerfassung adressiert werden, sind eher sogenannte weiche Kriterien wie beispielsweise „gute Arbeitsbedingungen", „Gleichstellung" und „ethisch vertretbare Unternehmensführung". Im Schlüsselbereich „Soziales" war auffällig, dass für die wichtigsten Kriterien Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sehr häufig die Erfassung von Daten, jedoch eher selten die Arbeit mit Leitlinien angegeben wurde. Es erscheint plausibel, dies auf die Existenz der detaillierten gesetzlichen Regelungen im Bereich des Gesundheitsschutzes und der Arbeitssicherheit zurückzuführen, wodurch zusätzliche Leitlinien unnötig erscheinen.

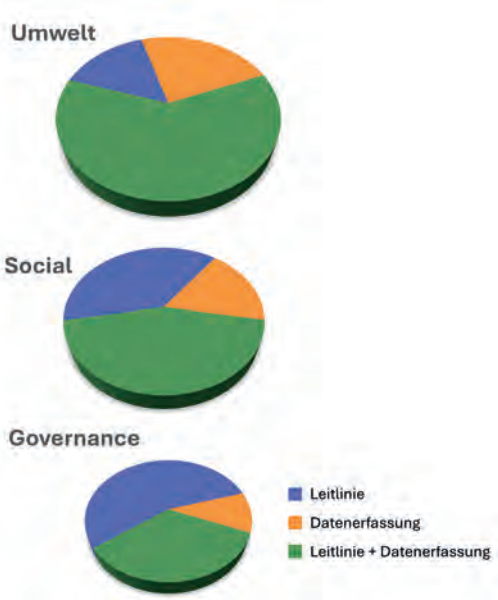


Bild 3: Erfassung der ESG-Kriterien Umwelt, Soziales und Corporate Governance (als Leitlinie, als reine Datenerfassung und als Kombination)

Die Gründe, aus denen Unternehmen der Massivumformung sich um ESG-Kriterien kümmern, sind vielschichtig. Bild 4b zeigt eine Reihe von nahezu gleichbedeutenden Motivationsfaktoren.

Die beiden Kategorien „Kundennachfrage" und „von Abnehmern/Geschäftspartnern gefordert", die inhaltlich verknüpft werden können, sind zusammen offensichtlich sehr starke Motivationstreiber, wohingegen der klassisch ökonomische Faktor „Umsatzsteigerung" erst auf siebter Stelle rangiert. Hervorzuheben ist, dass „Rechtsvorschriften" erst an fünfter Stelle rangieren. Dies ist jedoch gut nachvollziehbar, da die große Mehrzahl der Unternehmen in der Befragung nicht der Berichtspflicht unterliegen, sondern aus eigener Entscheidung in die verschiedenen ESG-Kriterien investieren.

ORGANISATION DES NACHHALTIGKEITSMANAGEMENTS IN DEN UNTERNEHMEN

Die Verantwortlichkeit für das Nachhaltigkeitsmanagement innerhalb der Unternehmen ist sehr heterogen (Bild 5). Während in manchen Unternehmen eine klare Zuordnung zu einer Abteilung erfolgt – bevorzugt dem Umweltmanagement oder der Geschäftsführung – gaben andere Unternehmen an, dass bis zu neun Abteilungen beteiligt sind. Während eine derart breite Streuung für die Erhebung der Nachhaltigkeitskennzahlen sinnvoll sein kann, könnte dies für die effiziente Steuerung der Nachhaltigkeitsziele möglicherweise zu komplex sein.

Während drei Großunternehmen ein eigenes Nachhaltigkeitsmanagement eingerichtet haben, wird es in KMU häufig der

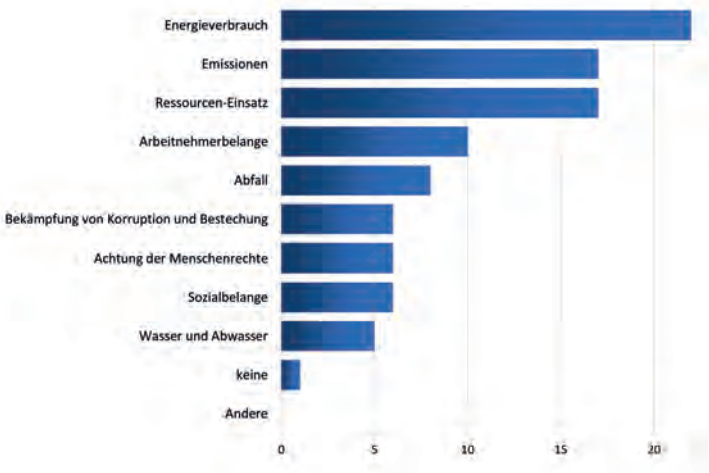


Bild 4a: Als wettbewerbsrelevant eingeschätzte ESG-Kriterien – Häufigkeit der Nennungen

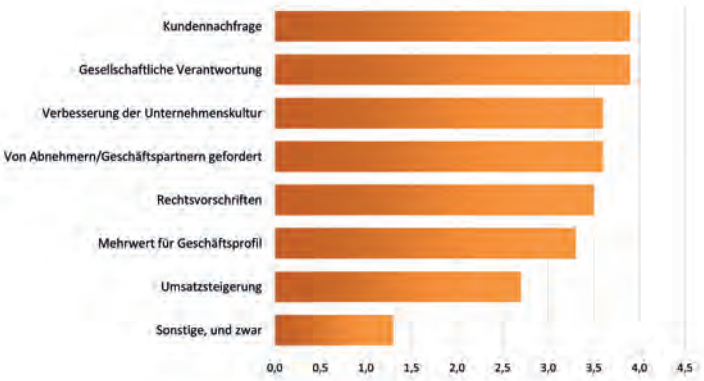


Bild 4b: Bewertung der Motivationsgründe nach Kategorie – Mittelwerte bei einer Skala von 1 bis 5

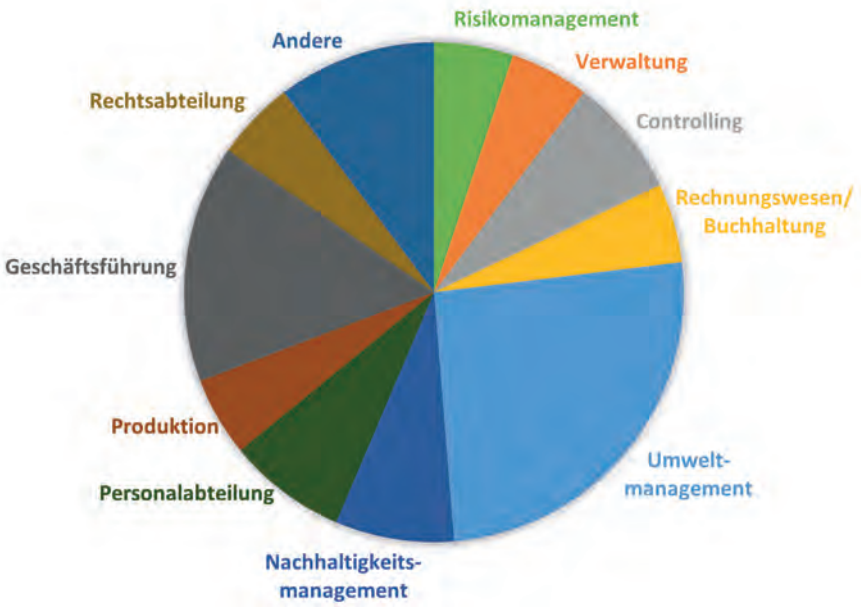


Bild 5: Organisatorische Zuordnung des Nachhaltigkeitsmanagements, Bilder: Autorin

Geschäftsführung zugeordnet. Auch von Unternehmen, die angaben, dass das Nachhaltigkeitsmanagement dem Controlling zugeordnet ist, wurde immer zusätzlich die Geschäftsführung als beteiligt genannt. Dies unterstreicht, dass viele Unternehmen der Massivumformung der Nachhaltigkeit sehr hohe Bedeutung zumessen.

IDENTIFIZIERTER HANDLUNGSBEDARF UND MÖGLICHE VERBESSERUNGSANSÄTZE

Die Untersuchung zeigte bei den befragten Unternehmen der Massivumformung ein klares Bewusstsein für die Notwendigkeit wirtschaftlicher und unternehmerischer Nachhaltigkeit und zahlreiche, ganz überwiegend aus Eigeninitiative etablierte Nachhaltigkeitsaktivitäten.

Das vom Industrieverband Massivumformung e. V. entwickelte Tool FRED wurde gut angenommen und gilt als das überwiegend genutzte Tool zur Erhebung von Nachhaltigkeitskennzahlen. Bei vielen Unternehmen besteht darüber hinaus der Wunsch nach Unterstützung bei einem weiteren Ausbau der Nachhaltigkeitsaktivitäten. In 80 Prozent der Antworten wurde der Wunsch nach Unterstützung in Form von Seminaren und Beratung bei der Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten oder der Entwicklung von Nachhaltigkeitskonzepten zum Ausdruck gebracht.

Im Vergleich zu Aktivitäten in den ESG-Schlüsselbereichen „Umwelt und Soziales" steht „Grundsätze der Unternehmensführung" bisher weniger im Fokus der Unternehmen. Auch hier könnte weitere Beratung möglicherweise hilfreich sein.

Bei der Einbettung des Nachhaltigkeitsmanagements in die Organisationsstruktur der verschiedenen Unternehmen wurden sehr unterschiedliche Ansätze verwirklicht. Daher bestehen hier Optimierungsmöglichkeiten. Ein auf Branchen- oder Verbandsebene organisierter Austausch über die Erfahrungen mit den unterschiedlichen Herangehensweisen kann helfen, die effizientesten Konzepte zu erkennen.

Die Autorin bedankt sich bei Herrn Prof. Frank Schneider für die Betreuung der Bachelorarbeit, bei Herrn Tobias Hain für die Unterstützung bei der Umfrage sowie bei allen Unternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben.

United Nations 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Abgerufen am 10.03.2023 von https://sdgs.un.org/2030agenda

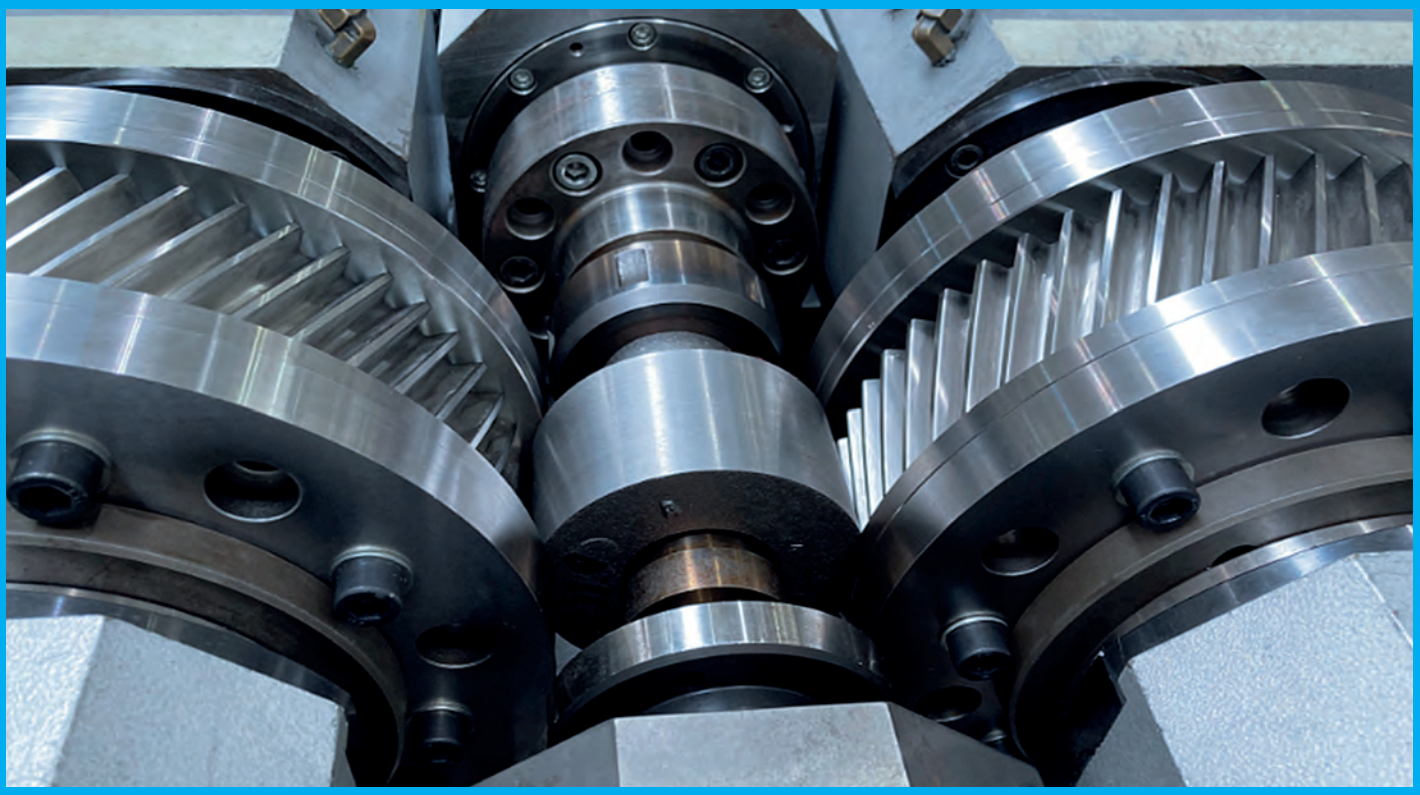
Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). Abgerufen am 25.04.2023 von https://www.csr-in-deutschland.de/DE/CSRAllgemein/CSR-Politik/CSR-in-der-EU/Corporate-Sustainability-Reporting-Directive/corporate-sustainability-reporting-directive-art.html„

Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie." Herausgeber: Presse- und Informationsamt der Bundesregierung. 2023.

Endenich, C.; Trapp,R.: Controlling – Aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen. Herausgeber: B. Feldbauer-Durstmüller und S. Mayr. Wiesbaden: Springer Gabler, 2019.Gothaer. (19. 04 2023)

KMU Studie 2023: Nachhaltige Transformation des Mittelstands erfordert Zeit, Geld und Know-how

McCalla-Leacy, J.; Shulman, J.; & Threlfall, R.: Big Shifts, Small Steps. Survey of Sustainability Reporting 2022. (KPMG, Hrsg.) (10.2022)



Leichtbau im Antriebsstrang durch Warmwalzen von Schrägverzahnungen auf präzisionsgeschmiedete Halbzeuge

Durch die Forschungs- und Entwicklungsergebnisse der vergangenen zwanzig Jahre am Fraunhofer IWU Chemnitz war es möglich, getriebetypische Pkw-Laufverzahnungen ins volle Material kalt zu walzen. Bei gleichzeitiger Nutzung der Vorteile der Warmumformung konnte dem Verzahnungswalzen die Chance auf ein industriell interessantes Teilesortiment in Form von großmoduligeren Schrägverzahnungen aus dem Nutzfahrzeugsektor erschlossen werden.

AUTOREN

Dr.-Ing. Udo Hellfritzsch

ist Gruppenleiter Präzisionsverfahren am Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) in Chemnitz,

Dipl.-Ing. Mike Lahl

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) in Chemnitz

Dipl.-Ing. Matthias Milbrandt

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) in Chemnitz,

Im Forschungsvorhaben WWSV hat das Fraunhofer IWU Chemnitz zwei Demonstratoren (D1: Welle m4 z22 sowie D2: Losrad m4 z49) mit Halbzeugen aus 20MnCr(B)5 der Schmiedeunternehmen Schmiedetechnik Plettenberg GmbH & Co. KG sowie Hammerwerk Fridingen GmbH ermittelt. Durch eine Vielzahl weiterer vorhabenbezogener Aufwendungen der Wirtschaft innerhalb des projektbegleitenden Ausschusses ließen sich alle Werkzeug- und Vorrichtungsfertigungsprozesse, Hilfsmedien, Beratungen sowie notwendige Veredelungs- und Fertigbearbeitungsprozesse sicherstellen. Das Ziel war, die resultierenden Fertigteileigenschaften, speziell die Zahnfußdauerfestigkeit, unter dem Aspekt einer neuen, warmumformintegrierten Prozesskette der Verzahnungsherstellung zu untersuchen und mit der herkömmlichen, rein zerspanenden Prozesskette zu vergleichen. Von entscheidender Bedeutung der fertigbearbeiteten Verzahnungen (nach anschließender Wärmebehandlung, dem Einsatzhärten sowie Hartfeinbearbeitung, dem Schleifen) war der Einsatzfall unter Last. Dieser wurde im Vorhaben durch Untersuchungen auf einem Hydropulser mit speziell konzeptionierter Vorrichtung für den Demonstrator D1 umgesetzt.

AUSGANGSPOSITION

Das bisher eingesetzte Verzahnungswalzen [1], [2], [3] zählt zu den abwälzenden Querwalzverfahren, speziell zum Profil-Querwalzen mit außenverzahnten, runden Werkzeugen. Hierbei wird der Umformvorgang durch eine Achsabstandreduzierung zwischen zwei symmetrisch ausgebildeten und synchron laufenden Zahnwalzen eingeleitet. Die Abwälzbewegung zwischen dem Werkzeugprofil und der zu walzenden Evolventenflanke realisiert die Formgebung des zu walzenden Zahnrads.

Der Walzprozess im Rundrollenverfahren wird in drei Phasen gegliedert: (1) das Anwalzen der Werkzeugkopfteilung auf den Vordrehdurchmesser des Werkstücks, (2) das Eindringen der Walzwerkzeuge in die Werkstückausgangsform bis zum geforderten Parameterbereich (Fußkreis- und Kopfkreisdurchmesser) der Werkstück-Verzahnung sowie (3) das Kalibrieren der fertigen Verzahnung, um eine vollständige Ausformung aller Zähne der Verzahnung über den Werkstückumfang symmetrisch und konzentrisch zu realisieren.

THEORETISCHE BETRACHTUNGEN/ VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Im Vorfeld der Konstruktion, der Werkzeugfertigung sowie der Umformversuche wurden FEM-Simulationen (Software Transvalor Forge) bezüglich der Erwärmungs- sowie Warmwalzprozesse beider Demonstratoren D1 und D2 durchgeführt. Um die Rechenzeit im Sinne eines dreidimensional geometrisch-vereinfachten Ersatzmodells für den Eingriffsbereich eines 45°-Segments der Werkzeuge (Realisierung der kontaktbedingten Gesamtüberdeckung) mit den umzuformenden Demonstratoren D1 und D2 während des Warmwalzens zu minimieren, wurde die Ähnlichkeit von Zyklus zu Zyklus hinsichtlich der Belastungs- beziehungsweise Umformgeschichte im Eindringprozess ausgenutzt. Dabei wurden die durchmesserabhängigen Temperaturfelder als netzbezogene Settings von beiden 360°-Modellen auf die Segmente der Vorformen übertragen. Es war hierbei von Bedeutung, diese Temperaturfelder an beiden Demonstratorsegmenten für das Warmwalzen an die Geometrien zu koppeln. Eine anschließende, vollständige 3D-Simulation der Warmwalzprozesse mit hochvernetzter

Bild 1: Warmwalzprozesse D1 – Welle (links) sowie D2 – Losrad (rechts)

Auflösung (Re-Meshing-Elementlänge 0,5 mm) hätte in beiden Fällen zu einer exorbitanten Rechenzeit (4 Monate für D1 und 9 Monate für D2) bei Verwendung aller 32 zur Verfügung stehenden Kerne geführt. Das Hauptaugenmerk der FEM-Simulationen der Warmwalzprozesse lag auf einer optimalen Gesamtvernetzung bei gleichzeitiger Geometrieminimierung, um ebenso exakte Lösungen wie in den vorangeführten Erwärmungen zu erzielen. Mit Bezug zur Maschinenkinematik sowie im Zuge der Implementierung der neuen FEM-Modelle wurden folgende Annahmen getroffen:

Bild 2: Warmgewalzte Demonstratoren D1 – m4 z22 (links) sowie D2 - m4 z49 (rechts)

- Ausnutzung physikalisch zulässiger Vereinfachungen der wandernden Umformzonen (Extrapolationsverfahren: 1/8-Segment der Gesamtumformzone mit Innenbohrungen),
- Verwendung verbesserter Kontakt- und Reibmodelle durch prozessnahe Mischreibung (μ = 0,2 Coulomb, m = 0,4 Reibfaktor),
- Vernetzungsreduktion durch umformungsangepasste Grob- und Feinvernetzung (Elementanzahl Werkstücke nD1 < 150.000/nD2 < 300.000),
- Berechnung mit starren Werkzeugen (fWZ = 0,125 mms-1, nWZ = 20 … 40 min-1, nR = 6, degressiver Eindringverlauf).
-

Für den Demonstrator D1 ließ sich die Rechenzeit des später 62 Sekunden dauernden Realprozesses auf zirka 150 Stunden reduzieren. Analog wurde auch für den Demonstrator D2 mit einer vereinfachten Kinematik sowie 3D-Segmentmodellen gearbeitet. Damit konnte die Rechenzeit (Realprozess: ebenfalls 62 Sekunden) auf ca. 350 Stunden reduziert werden.

Im Anschluss an die Fertigung aller notwendigen Werkzeuge, Spannmittel sowie Halbzeuge wurde mit der umformtechnischen Herstellung der Demonstratoren D1 begonnen. Bei einer Erwärmungszeit von 90 Sekunden konnte eine Oberflächentemperatur von 1250 °C erreicht werden. Der reine Umformprozess variierte bei den Versuchen zwischen 52 und 62 Sekunden bei einer Gesamtzykluszeit (Werkstückeinspannung/induktive Erwärmung/Transfer z-Achse/Warmwalzprozess/Rücktransfer z-Achse/Werkstückentspannung) von 187 Sekunden (siehe Warmumformprozess in Bild 1, links). Nach verschiedenen prozessseitigen Optimierungen wurden 20 identisch warm-

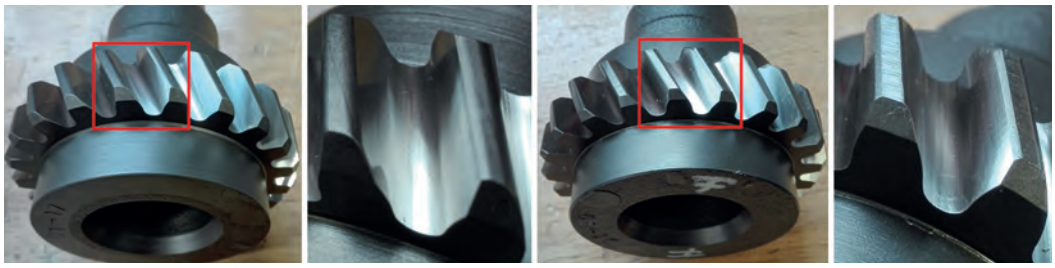


Bild 3: Fertigverzahnte Demonstratoren D1 – warmgewalzt/einsatzgehärtet und geschliffen (links) sowie gefräst/einsatzgehärtet und geschliffen (rechts)

gewalzte Demonstratoren D1 realisiert (twalz = 62 s/tzyklus = 190 s/Fmax = 215 kN/Mmax = 1200 Nm), zudem wurde die Festlegung der vergleichenden Fertigteilzeichnung (Warmwalzen vs. Fräsen/Einsatzhärten/Schleifen) geplant.

Mit der umformtechnischen Herstellung der Demonstratoren D2 wurde nach Abschluss aller Umformversuche D1 begonnen. Dabei konnte eine Oberflächentemperatur von zirka 875 °C in einer Erwärmungszeit von 100 Sekunden erreicht werden. Der reine Umformprozess dauerte ebenfalls 62 Sekunden bei einer Gesamtzykluszeit (vergleiche D1) von 190 Sekunden (siehe Warmumformprozess in Bild 1, rechts). Nach weiteren prozessbedingten Anpassungen wurden sechs Serien warmgewalzter Demonstratoren D2 zu je fünf Bauteilen realisiert [4]. Mit Hilfe der Anpassung der Eindringtiefe der Walzwerkzeuge in Kombination mit einer konkaven Auslegung der Vorformaußenkontur konnten die Verzahnungen von zirka 40 auf zirka 70 Prozent der Bauteilbreite (b = 77 mm) vollständig ausgeformt werden (twalz = 62 s/tzyklus = 185 s/Fmax = 267 kN/Mmax = 750 Nm). Bezogen auf eine maximale Auslastung der Walzmaschine bei 100 Prozent entsprechend F = 400 kN sowie M = 1400 Nm wurden die Versuche ohne Zusatzmedien mit zirka. 65 Prozent der Maximalkraft sowie zirka 45 Prozent des Maximalmoments gefahren. Das realisierte Bauteilspektrum sowie das Größenverhältnis der warmumge-

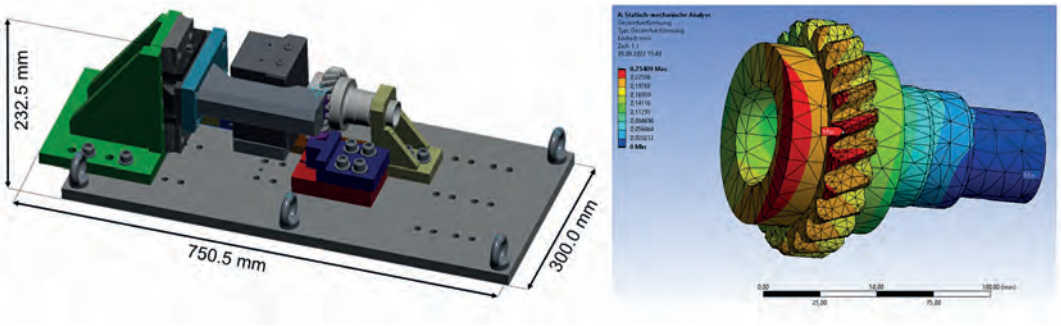


Bild 4: Pulsator-Prüfvorrichtung – CAD-Modell (links) sowie FEM der Verformung (rechts), Bilder: Autoren

formten beziehungsweise vorverzahnten Demonstratoren D1 und D2 wird in Bild 2 ersichtlich.

ZAHNFUSSFESTIGKEITSERMITTLUNG

Für die Prüfung der Zahnfußfestigkeit beziehungsweise der maximal zur Verfügung stehende Pulsator-Nennkraft]] sowie die angepasste Prozesskette wurde eine Verzahnungsbreite von 20 Millimeter sowie ein maximaler Außendurchmesser von 104,4 Millimeter festgelegt, da die vorgefrästen Demonstratoren D1 ebenfalls aus den gleichen Schmiedevorformen (max. Außendurchmesser 105,4 Millimeter) hergestellt werden mussten. Die spanende Vorverzahnungsfertigung der Demonstratoren D1 erfolgte für die folgenden Vergleichsuntersuchungen (Zahnfußfestigkeit) auf dem Drehfräszentrum, ebenfalls am Fraunhofer IWU Chemnitz. In Bild 3 sind die umformtechnisch sowie zerspanend vorverzahnten Demonstratoren D1 nach erfolgter Wärmebehandlung und Fertigbearbeitung gegenübergestellt. Gemäß taktiler Verzahnungsmessungen nach DIN 3962 [5] konnten identische Verzahnungsqualitäten über alle Demonstratoren D1 dokumentiert werden.

Um den Prozesskettenvergleich am Demonstrator D1 durchzuführen, musste eine Vorrichtung zur Bestimmung der Zahnfußfestigkeiten beziehungsweise für Pulsatortests konstruiert, gefertigt und montiert werden. Die zugrunde liegende theoretische Berechnung beruhte auf einer Kombination der DIN 3990-3 [6] mit dem FVA-Heft 833 [7]. Entsprechend der zu erstellenden Wöhlerkurven sowie zu nutzender Oberstempelbewegung mussten folgende Rand beziehungsweise Prüfbedingungen berücksichtigt werden:

- Fertigungsprüfreihen m4 z22 (ZR-Walzteile/ZR-Frästeile),
- konstante Unterkraft: F_u = 2000 N,
- Variation der Oberkraft/Schwingbreite: F_o-F_u = 2000 bis 25000 N (Beispiel: Laststufe 8000 N: F_u = 2000 N, F_o = 10000 N),
- Instron Hydropulser (25 … 50 Hz)/dynamische Oberkraft (50 … 25 kN),
- symmetrische Zahnradeinspannung zwischen Stempeln,
- sinusförmig definiertes Kraftverhältnis (Druck schwellend R = 0,1),
- Testende: maximal 5 x 10^6 Lastwechsel beziehungsweise Zahnfußbruch/minimal 10000 Lastwechsel,
- Erstellung von zwei Wöhlerkurven aus den Bauteilen.

Im Rahmen einer Studienarbeit erfolgte die Auslegung und Konstruktion der einzelnen Vorrichtungsbaugruppen [8] (Bild 4, links). Für das Forschungsvorhaben konnten die notwendigen Vorrichtungsteile für die Zahnfußfestigkeitsprüfung an den Demonstratoren D1 gefertigt und am Fraunhofer IWU Chemnitz montiert werden.

Anschließend wurde die fertig montierte Pulsatorvorrichtung entsprechend der zu prüfenden Biegewechselbelastungen für die Demonstratorverzahnung D1 - m4 z22 in den Hydropulser PL 100 (Instron) eingebaut sowie folgend alle elastischen Ausgangsverschiebungen/Setzungskräfte zwischen den Einzelbaugruppen und -teilen vor den Prüfläufen genullt. Für insgesamt drei Testreihen wurden sowohl im Kurzzeit- als auch im Dauerfestigkeitsbereich Werte für die Demonstratoren D1 ermittelt. Im Vorfeld wurde aufgrund der besseren thermischen Stabilität des Hydraulikaggregates eine maximale Oberkraft von 25 kN sowie eine Frequenz von 50 Hz festgelegt. In den ersten beiden Testreihen erfolgten jeweils 24 Prüfzyklen an gewalzten Demonstratoren D1. In der dritten Testreihe erfolgten ebenfalls 24 Prüfzyklen, jedoch an konturgleich gefrästen Demonstratoren D1. Die maximal zu steigernde Verschiebung pro Laststufe (Treppenstufenversuch) des oberen Drückstempels beziehungsweise der Prüfzahngeometrien wurde vorab mittels Software ANSYS simuliert (Bild 4, rechts) und später in das Steuerungsprogramm des Hydropulsers übertragen. Im Ergebnis der vergleichenden Untersuchungen hat sich für die warmgewalzten Demonstratoren D1 eine 14 Prozenthöhere Zahnfußdauerfestigkeit ergeben. Als Nebenergebnis der Treppenstufenversuche ergab

sich außerdem eine vier Prozent höhere Kurzzeitfestigkeit. Bei der Messdatenaufnahme wurden jeweils zwölf Prüfläufe im Kurz- sowie Dauerfestigkeitsbereich durchgeführt. Die identische Ausgangsprüfwellen-Position wurde vor jedem Testzyklus mit festen Anschlaglinealen beziehungsweise -schablonen überprüft.

LEICHTBAU- UND ENERGIESPARPOTENTIAL

Im durchgeführten Forschungsvorhaben wurden zwei relevante Nfz-Getriebeschrägverzahnungen der Normalmodulgröße von 4,0 Millimetern mittels Warmwalzen als innovativem Vorverzahnungsprozess hergestellt (Bild 2). Bei den Demonstratoren D1 (Wellen) wurden Pulsatorversuche zur Zahnfußtragfähigkeit durchgeführt. Dabei wurde eine um 14 Prozent höhere Dauerfestigkeit an warmgewalzten im Vergleich zu gefrästen Zahnrädern bei fertigbearbeitetem Zahngrund ermittelt, welche für zukünftige Prozessketten- und damit Geometrieanpassungen als Downsizing-Potenzial genutzt werden könnte. Bezüglich der Materialeinsparung infolge verringerter Durchmesserdimensionen bei Walz- zu Frästeilvorformen konnte beim Demonstrator D1 eine Masse von m1 = 0,703 kg sowie beim Demonstrator D2 eine Masse von m2 = 0,851 kg nachgewiesen werden. Bezogen auf eine charakteristische Serie der Demonstratoren D1 von 50.000 Stück könnten insgesamt etwa 35 t Stahl eingespart werden. Dies würde gleichermaßen zu einer Reduzierung von 59,5 t CO_2 führen. Außerdem könnte ein dazugehöriger Energiebedarf von 623 MJ eingespart werden [9]. Bezogen auf eine charakteristische Serie der Demonstratoren D2 von 30.000 Stück könnten insgesamt ca. 25 t Stahl eingespart werden. Dies würde gleichermaßen zu einer Reduzierung von 43,2 t CO_2 führen. Dementsprechend könnte ein dazugehöriger Energiebedarf von 452 MJ eingespart werden [9]

Das IGF-Vorhaben IGF 21698 BR der Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. (FSV) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Forschungsnetzwerk Mittelstand

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

[1] Hellfritzsch, U.; Lorenz, B.; Quaas, J.: Werkzeug und Verfahren zum Querwalzen von Verzahnungen sowie Verfahren zur Herstellung eines Walzwerkzeuges, Patentnummer DE 2000-10066177 A: 20000629

[2] Diekmann, U.; Schmicker, H.; Goldau, H.; Hellfritzsch, U.; Glaß, R.: Verfahren zur Herstellung einer Getriebehohlwelle und Getriebehohlwelle, Patentnummer DE 10 2006 016 099.1

[3] Hellfritzsch, U.: Optimierung von Verzahnungsqualitäten beim Walzen von Stirnradverzahnungen, Dissertation: Berichte aus dem IWU, Band 32, Verlag Wissenschaftliche Skripten, Zwickau, 2005

[4] Rabbaa, M.: Betriebspraktikumsbericht (im technischen Bereich). TU Chemnitz – Fakultät für Maschinenbau/ Fraunhofer IWU, 31.12.2022

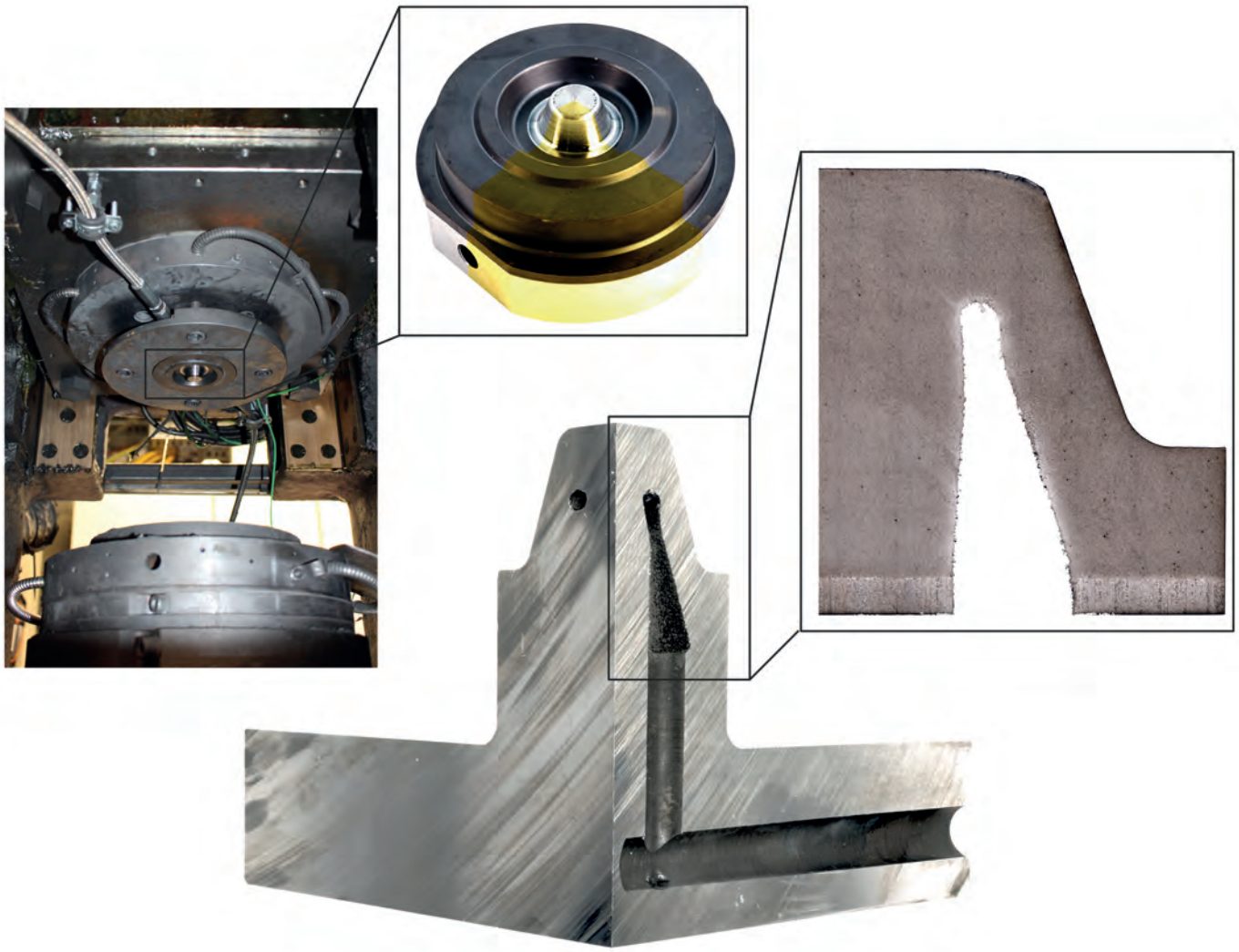
[5] DIN 3692: Toleranzen für Abweichungen einzelner Bestimmungsgrößen von Stirnrädern mit Evolventenverzahnungen, Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, Beuth Verlag GmbH, 1978

[6] DIN 3990-3: Tragfähigkeitsberechnung von Stirnrädern; Berechnung der Zahnfußtragfähigkeit, Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, Beuth Verlag GmbH, 1987

[7] FVA-Heft 833: Zahnfußtragfähigkeit von Hoch- und Schrägverzahnungen. Forschungsvereinigung Antriebstechnik e. V., Frankfurt/Main, 2007

[8] Arnold, E.: Auslegung, Konstruktion und Bau einer Vorrichtung zur Zahnfußfestigkeitsbestimmung an schrägverzahnten Großverzahnungen. Studienarbeit. TU Chemnitz – Fakultät für Maschinenbau, 10.08.2022

[9] FfE München: CO_2-Verminderung in der Metallerzeugung, https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2021/08/CO_2-Verminderung_in_der_Metallerzeugung.pdf, abgerufen am 30.01.2024



Additive Fertigung und oberflächennahe Innenkühlung thermisch hochbelasteter Schmiedegesenke

In den meisten Fällen können die Schädigung und das Ende der Lebensdauer von Schmiedegesenken auf die thermische Beanspruchung als dominierenden Effekt zurückgeführt werden. Im Rahmen des AVIF-Forschungsvorhabens 20780 N „SLM-Gesenke“ wurde zum einen die additive Fertigung für Schmiedegesenke qualifiziert und zum anderen die daraus resultierenden Vorteile der oberflächennahen Innenkühlung für die Lebensdauer von Schmiedegesenken charakterisiert.

AUTOREN

Julius Peddinghaus, M.Sc.

ist Abteilungsleiter Massivumformung
im Institut für Umformtechnik
und Umformmaschinen (IFUM)
der Leibniz Universität Hannover

Martin Siegmund, M.Sc.

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

Janina Siring, M.Sc.

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin im Bereich
Materialcharakterisierung und Simulation
im Institut für Umformtechnik
und Umformmaschinen (IFUM)
der Leibniz Universität Hannover

Jochen Giedenbacher, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
der Fachhochschule Oberösterreich
Forschungs & Entwicklungs GmbH

Prof. (FH) Dr.-Ing. Aziz Huskic

ist Professor für Produktionstechnik
und Umformtechnik
der Fachhochschule Oberösterreich
Forschungs & Entwicklungs GmbH

Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

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

Fortschritte in der additiven Fertigung metallischer Werkstoffe erlauben zunehmend den Einsatz dieser neuen Verfahrenskategorie für hochbelastete Anwendungen. Durch die generative Fertigung können die Grenzen der konventionellen spanenden Fertigung überwunden werden und komplexere Strukturen, vor allem auch mit innenliegenden Konturen hergestellt werden. Insbesondere das Verfahren Selective Laser Melting (SLM) erlaubt durch das Laseraufschmelzen im Pulverbett die Fertigung filigraner Strukturen. Ein wesentlicher Fortschritt in Folge der intensiven Forschung in diesem Bereich in den vergangenen Jahren liegt in der Verarbeitbarkeit von Warmarbeitsstählen. Durch eine Temperierung des Pulverbetts können mit den richtigen Parametern mittlerweile vereinzelte Güten verarbeitet werden [1].

Aus diesen Fortschritten ergibt sich das Potenzial, oberflächen- und konturnah Temperierkanäle in Schmiedegesenke einzubringen. Das komplexe Belastungskollektiv an den Wirkflächen von Schmiedegesenken wird dominiert von der thermischen Belastung in Folge des Kontakts mit dem warmen Rohteil, und es begrenzt die Standmengen [2]. Diese Beanspruchung kann durch Innenkühlung potenziell erheblich herabgesetzt werden, um die Lebensdauer zu steigern. Thermische Einfahrprozesse bis zum Erreichen einer konstanten Werkzeuggrundtemperatur wirken sich beim Schmieden zudem nachteilig auf die Werkzeuglebensdauer und Bauteilqualität aus. Durch eine oberflächennahe Temperierung können diese potenziell reduziert werden. Temperierkanäle bieten daher die Möglichkeit, sowohl die Lebensdauer von Schmiedegesenken zu steigern als auch Ausschuss beim Einfahren zu reduzieren. In Anwendungen mit geringeren oder weniger dynamischen Belastungsfällen, wie dem Druckguss oder dem Strangpressen, wird diese Strategie bereits angewendet. Aus diesen Potenzialen ergeben sich im Wesentlichen zwei Kernfragestellungen:

- Kann das SLM-Verfahren für den Einsatz als Gesenkschmiedewerkzeug qualifiziert werden?
- Welche Vorteile ergeben sich aus der oberflächennahen Temperierung von Schmiedegesenken hinsichtlich der Lebensdauer und hinsichtlich der Einfahrprozesse.

ENTWICKLUNG EINER HYBRIDEN ADDITIVEN FERTIGUNGSROUTE

Zunächst wurde von den Forschern der Fachhochschule Oberösterreich eine Prozessroute entwickelt und charakterisiert, um den für Schmiedegesenke verbreiteten Warmarbeitsstahl 1.2365 additiv mittels SLM zu verarbeiten. Derweil erfolgte am IFUM die Auslegung der Kühlkanäle. Im Anschluss haben die beiden Forschergruppen ihre Erkenntnisse zusammengeführt und die Werkzeuge entsprechend der entwickelten Prozessroute gefertigt, im Laborschmiedebetrieb erprobt und hinsichtlich des Einflusses der Temperierung auf das Einlauf- und Schädigungsverhalten charakterisiert. Abschließend wurde das Potenzial zum Einsatz in Industrieprozessen evaluiert.

	Schutzgas	N^2
	Pulverfraktion	10 – 45 µm
P	Laserleistung	225 W
v	Scangeschwindigkeit	700 mm/s
h	Schichtdicke	0.03 mm
$T_{Vorwärm}$	Pulverbettvorwärmtemperatur	250 °C
E_v	Volumetrische Energiedichte	102 J/mm³

Tabelle: Mittels DoE ermittelte Prozessparameter zur Verarbeitung des Warmarbeitsstahls 1.2365 mittels SLM

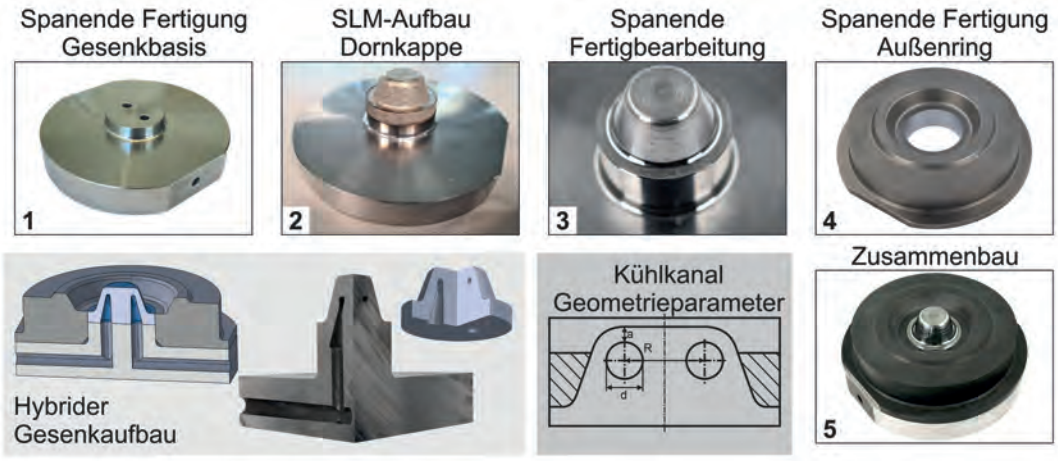


Bild 1: Hybrider Gesenkaufbau und Herstellroute

Die Parametrisierung von SLM-Verfahren für neue Werkstoffe bietet eine Reihe an Herausforderungen und zahlreiche Stellparameter, um diese zu bewältigen. Von entscheidender Bedeutung sind dabei die thermischen Spannungen sowie die Porosität, die sich insbesondere bei Warmarbeitsstählen in Folge des schichtweisen Aufschmelzens ergeben. Aufgrund des breiten Parameterfelds wurde eine mittels Design of Experiments (DoE) entwickelte Studie an einer Anlage vom Typ M2 des Herstellers Concept Laser durchgeführt. Daraus ergaben sich die in Tabelle 1 dargestellten Parameter als entscheidend und zielführend. Anschließend wurden die gefertigten Proben hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften charakterisiert und eine geeignete Wärmebehandlungsroute entwickelt. Es zeigte sich, dass ein Spannungsarmglühen vor dem Vergüten die Rissneigung minimiert und dass sowohl hinsichtlich der Härte und Festigkeit, als auch der Kerbschlagarbeit die Eigenschaften von konventionell hergestelltem 1.2365 übertroffen werden können. Mit einer Porosität von unter 0,1 Prozent und einer mittleren Korngröße von 3,34 µm konnte eine ausgezeichnete Mikrostruktur erreicht werden.

Die aufgenommenen Werkstoffdaten dienten anschließend als Grundlage für die belastungsangepasste numerische Prozessauslegung. Die Gesenkgeometrie ist in Bild 1 dargestellt und angelehnt an eine am IFUM bestehende, primär thermisch beanspruchte Werkzeuggeometrie. Im Rahmen einer mittels DoE ausgelegten FEM-Studie wurden unterschiedliche Geometrieparameter der Kühlkanäle variiert und das Optimum abgeleitet, welches möglichst nah an der Oberfläche und ohne Beeinträchtigung der mechanischen Belastbarkeit ist. Mit einem Abstand von 3,25 Millimetern zur Oberfläche und einem Kanalquerschnitt von 2 Millimetern wurde die ideale Anordnung gefunden.

Da das SLM-Verfahren mit sehr langen Prozesszeiten wirtschaftliche Nachteile gegenüber der konventionellen spanenden Fertigung aufweist [3], wurde das Werkzeug als hybride Struktur gemäß Bild 1 aufgebaut. Der mittels SLM aufgebaute Bereich beschränkt sich dabei auf die Dornkappe, in der die konturnahen Kühlkanäle liegen. Die Basis des Dorns mit der Zu- und Abfuhr des Kühlmediums konnte, ebenso wie

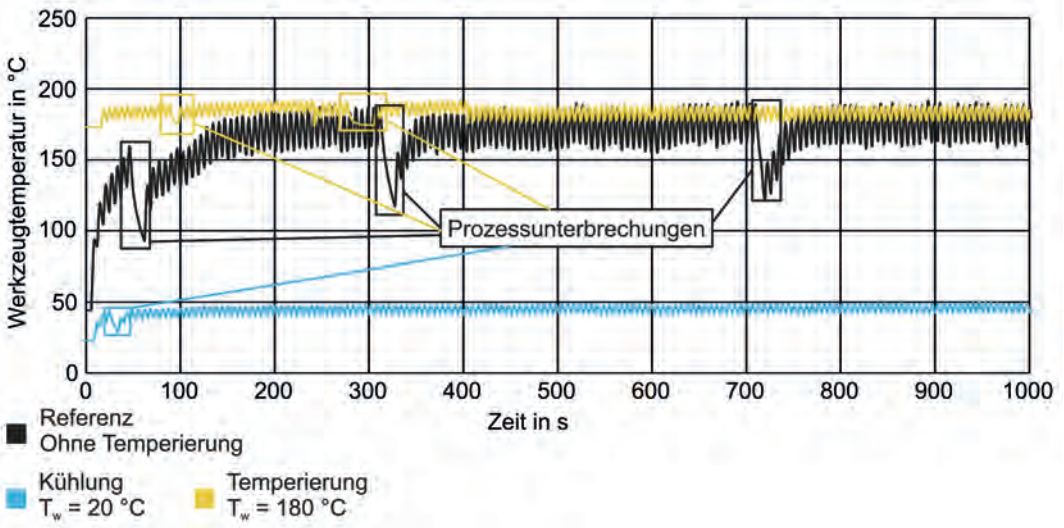


Bild 2: Werkzeugtemperaturverläufe zentrisch 3 Millimeter zur Gesenkoberfläche in Abhängigkeit der Temperierstrategie

der als Ring ausgeführte Außenbereich des Gesenks, konventionell spanend hergestellt werden. Die Dornkappe wurde dabei direkt auf die zuvor spanend gefertigte Basis aufgebaut.

EINSATZVERHALTEN IN SERIENNAHEN SCHMIEDEVERSUCHEN

Nach der Fertigung der hybriden Werkzeuge wurden diese in anwendungsnahen Serienschmiedeversuchen erprobt. Dazu wurden sie an einer vollautomatisierten Schmiedelinie am IFUM über je 1.000 Zyklen eingesetzt. Das Schmieden der Stahllegierung 42CrMo4 erfolgte bei einer Temperatur von 1.200 °C mit einer Taktzeit von sechs Sekunden. In Absprache mit den teilnehmenden Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses wurde als Temperiermedium Wasser eingesetzt, da so die Personen- und Anlagensicherheit auch im Falle von Leckagen sichergestellt werden kann. Zur Regelung der Wassertemperatur wurde ein kommerzielles Temperiergerät des Herstellers HB-Therm eingesetzt. Dieses System mit geschlossenem Sekundärkreislauf ist hochdruckfähig, um das Wasser auch bei Temperaturen über 100 °C im flüssigen Zustand zu halten und eine zuverlässige Medientemperaturregelung zu gewährleisten. Für die Versuchsreihen wurden zwei unterschiedliche Wassertemperaturen verwendet. Zur Absenkung der Oberflächentemperatur wurde die maximale Kühlung auf Raumtemperatur von 20 °C vorgesehen. Um das Potenzial zur Reduktion von thermischen Einfahrprozessen zu evaluieren, wurde zusätzlich die Temperierung auf 180 °C betrachtet.

Zur Bewertung der Einsatzeigenschaften wurde die Werkzeugtemperatur mittig drei Millimeter unter der Oberfläche gemessen und aufgezeichnet und anschließend das Schädigungsverhalten im Anschluss an die Schmiedeversuche charakterisiert.

Die aufgenommenen Temperaturverläufe sind in Bild 2 dargestellt. Es zeigt sich erwartungsgemäß ein erheblicher Einfluss der Temperierung auf die Werkzeugtemperaturen. Im Vergleich zur Referenz ohne Temperierung zeigen die Verläufe bei 180 °C Wassertemperatur deutlich reduzierte Schwankungen. Es zeigt sich keinerlei Einlaufverhalten im Gegensatz zur untemperierten Referenz, bei der es erst nach zirka 120 Sekunden zu einem stationären Zustand kommt. Die Vorteile der reduzierten Einlaufphasen ergeben sich nicht nur zum Produktionsbeginn, sondern auch nach Prozessunterbrechungen. Die Reproduzierbarkeit der thermischen Prozessbedingungen kann demnach in jedem Fall durch eine konturnahe Temperierung erheblich gesteigert werden.

Während die Werkzeugtemperatur bei 180 °C um die eingestellte Solltemperatur schwingt, stellt sich bei maximaler Kühlung mit 20 °C in Folge des Wärmeeintrags beim Schmieden eine Grundtemperatur von ca. 45 °C ein. Das geringe Niveau macht den starken Effekt der Kühlung auf die Werkzeugtemperatur deutlich. Der daraus resultierende Einfluss auf das Schädigungsverhalten wurde nachfolgend anhand der Analyse der eingesetzten Werkzeuge charakterisiert.

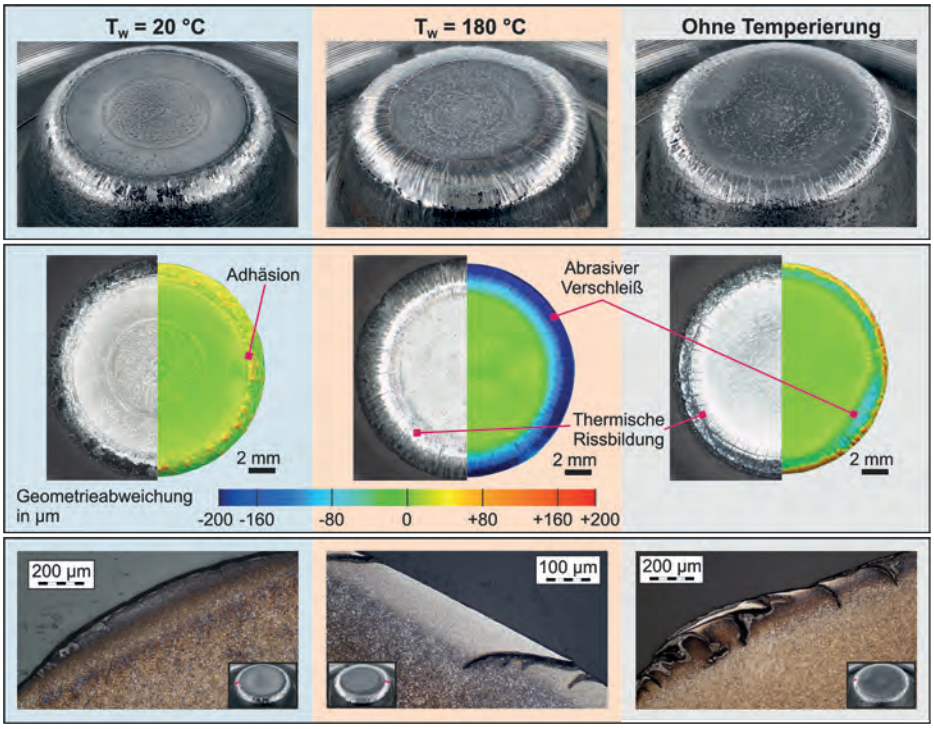


Bild 3: Werkzeuganalyse zur Bewertung des Schädigungsverhaltens nach 1.000 Schmiedezyklen in Abhängigkeit der Temperierstrategie: Fotografische Analyse (oben), Geometrieabweichung zum Ausgangszustand (mittig), Metallografische Analyse im Querschliff (unten), Bilder: Autoren

Die mittels der entwickelten SLM-Route hergestellten Gesenke zeigten nach 1.000 Schmiedezyklen keinerlei globale Schädigung. Im Vergleich zu einer konventionell gefertigten Referenz ergeben sich ohne Temperierung keine signifikanten Unterschiede im Schädigungsverhalten. Auf Basis dieser Ergebnisse kann von einer grundsätzlichen Eignung der entwickelten SLM-Fertigungsroute zur Herstellung von Schmiedewerkzeugen ausgegangen werden.

EINFLUSS DER AKTIVEN TEMPERIERUNG AUF DAS SCHÄDIGUNGSVERHALTEN

Die Analyse der eingesetzten Werkzeuge nach 1.000 Schmiedezyklen zeigt, wie in Bild 3 dargestellt, einen erheblichen Einfluss der konturnahen Temperierung auf das Schädigungsverhalten. Am thermisch und abrasiv hochbelasteten Dornradius zeigt die mittels SLM hergestellte Referenz umlaufend sowohl abrasiven Verschleiß als auch thermomechanische Rissbildung. Bei Temperierung auf 180 °C treten diese beiden Effekte erheblich verstärkt auf. Vor allem der abrasive Abtrag ist mit über 0,2 Millimetern deutlich höher. Der zugrundeliegende Effekt ist in der metallografischen Analyse der Randzonen ersichtlich. Während beide Werkzeuge eine signifikante plastisch deformierte Randzone aufweisen, ist diese bei Temperierung auf 180 °C bedeutend tiefer und stärker ausgebildet.

Einen erheblichen Kontrast dazu stellt die Kühlung mit 20 °C Wassertemperatur dar. Hier ist keinerlei Abtrag erkennbar. In der Randzone ist zwar eine Wärmeeinflusszone ersichtlich, allerdings ohne plastische Deformation und aufgehellte Bereiche, welche auf einen hohen thermischen Eintrag hindeuten. Zudem kann bei maximaler Kühlung eine deutliche Reduzierung der thermomechanischen Rissbildung beobachtet werden. Risse treten in geringerer Zahl und Tiefe auf. Dafür sind positive Geometrieabweichungen in Form von Adhäsionen am Dornradius erkennbar. Dieses Verhalten ist auf die hohe Kühlwirkung zurückzuführen. Wie in Bild 2 erkennbar, liegt oberflächennah die Temperatur deutlich unter 100 °C. Die konventionelle Schmierstoffapplikation von Graphit auf Wasserbasis, wie auch in diesem Prozess eingesetzt, erweist sich hier als nicht zielführend, da die fluiden Bestandteile bei so geringer Oberflächentemperatur nicht verdampfen können. Damit kann der Schmierstoff seine Trennwirkung nicht erreichen, und es kommt zur Adhäsion. Es lässt sich daraus ableiten, dass die oberflächennahe Kühlung die Oberflächentemperatur beim Schmieden deutlich absenkt und so Schädigungsmechanismen effektiv unterbindet. Hier kann ein hohes Potenzial zur Lebensdauersteigerung durch diesen Ansatz abgeleitet werden.

Abschließend wurde in Kooperation mit der Hammerwerk Fridingen GmbH und der Linamar Plettenberg GmbH das Einsatzpotenzial in industriellen Schmiedeprozessen untersucht. Dazu erfolgte in enger Zusammenarbeit eine belastungsangepasste numerische Auslegung der Kühlkanäle. Darauf aufbauend erfolgte die Integration in die bestehenden Anlage- und Werkzeugperipherien. Bei der Fertigung der größeren Industriegesenke mittels SLM zeigten sich allerdings weitere Herausforderungen in der hybriden Fertigungsroute. Durch Skalierung des Werkzeugdurchmessers von 30 auf 80 Millimeter und 130 Millimeter für die beiden Anwendungsszenarien steigen die thermischen Spannungen beim SLM-Aufbau erheblich an, und es kommt zu Rissen in der Fügezone. Durch unterschiedlich angepasste Wärmebehandlungsrouten sowie dem Einbringen einer Spannungsminimierenden Zwischenschicht aus einer Nickelbasislegierung konnten die Risse an dieser Stelle nach dem SLM-Prozess verhindert werden. In den weiterführenden Bearbeitungsschritten kam es allerdings trotzdem zu Rissen in den hybrid aufgebauten Gesenken. Hier wurden die aktuell bestehenden Grenzen des entwickelten Werkzeugkonzeptes aufgezeigt.

Zusammenfassend kann aus den Ergebnissen des Vorhabens abgeleitet werden, dass die Beanspruchungen von Schmiedegesenken durch die oberflächennahe Kühlung deutlich reduziert werden kann und dass durch diesen Ansatz von einem hohen Potenzial zur Lebensdauersteigerung auszugehen ist. Weiterführender Forschungsbedarf liegt in der Entwicklung angepasster Schmierkonzepte bei niedrigen Oberflächentemperaturen. Die SLM-Fertigung konnte zudem grundsätzlich für den Einsatz in thermisch und mechanisch hochbelasteten Schmiedeanwendungen qualifiziert werden. Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist eine Kombination mit der konventionellen spanenden Bearbeitung sinnvoll. Die Grenzen dieser Fertigungsroute liegen aktuell in der Skalierbarkeit zu größeren Werkzeugdimensionen. Hier besteht ebenfalls weiterführender Forschungsbedarf. Zum Abschluss des Projekts liegen mögliche Anwendungsszenarien demnach in Prozessen mit geringen Werkzeugabmaßen oder im lokalen Einsatz von SLM-gedruckten Elementen.

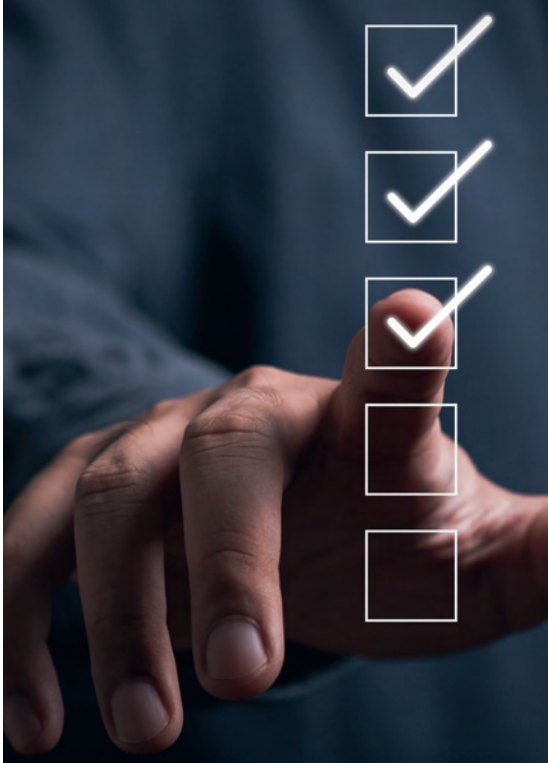
Dieses Forschungsprojekt AVIF A 318 wurde gefördert von der gemeinnützigen Stiftung Stahlanwendungsforschung im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. Zweck der Stiftung ist die Förderung der Forschung auf dem Gebiet der Stahlverarbeitung und -anwendung in der Bundesrepublik Deutschland. Geprüft wurde das Forschungsvorhaben von einem Gutachtergremium der Forschungsvereinigung der Arbeitsgemeinschaft der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie e. V. (AVIF), das sich aus Sachverständigen der Stahl anwendenden Industrie und der Wissenschaft zusammensetzt. Begleitet wurde das Projekt von einem Arbeitskreis des Industrieverbandes Massivumformung. Die Langfassung des Abschlussberichtes kann über die Forschungsgesellschaft Stahlverformung e. V. beim Wirtschaftsverband Stahl- und Metallverarbeitung, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.

[1] Klocke, F.; Arntz, K.; Teli, K.; Winands, K.; Wegener, M.; Oliari, S.:, State-of-the-art-Laser Additive Manufacturing for Hot-work Tool Steels, Procedia CIRP 63 (2017), S. 58 – 63

[2] Gronostajski, Z.; Kaszuba, M.; Hawryluk, M.; Zwierzchowski. M.: A review of the degradation mechanisms of the hot forging tools,. Archiv.Civ.Mech.Eng 14, (2014), S. 528 – 539

[3] Thomas, D.S.; Gilbert, S.W.: Costs and Cost Effectiveness of Additive Manufacturing,. National Institute of Standards and Technology, 2014

massiv UMFORMUNG



IHRE MEINUNG IST UNS WICHTIG, STIMMEN SIE AB!

Machen Sie mit bei der Leserbefragung zu unserer massivUMFORMUNG und helfen Sie uns, das Medium in Ihrem Sinne weiterzuentwickeln. Ihre Teilnahme dauert nur wenige Minuten. Wir freuen uns auf Ihr Feedback und Ihre Anregungen.

Industrieverband Massivumformung e. V.

www.massivumformung.de/leserbefragung

GTMB-Prozess für hochbeanspruchbare Formteile

Ökologische sowie ökonomische Aspekte zwingen die stahlverarbeitende Industrie dazu, ihre Prozesse zur Bauteilfertigung bezüglich ihrer Effizienz auf den Prüfstand zu stellen. Mit dem entwickelten GTMB-Prozess (Gießen + thermomechanische Behandlung) wird eine Technologie vorgestellt, die sowohl den Forderungen nach Ressourceneffizienz als auch steigender Produktivität und vor allem Produktqualität gerecht wird. Sie beruht auf der Verknüpfung der Fertigungsstufen Formteilgießen, thermomechanische Behandlung und Vergütung.

AUTOREN

Dr.-Ing. Tim Lehnert

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
im Bereich Massivumformung
des Fraunhofer-Instituts für Werkzeug-
maschinen und Umformtechnik (IWU)
in Chemnitz

Nadine Lehnert, M.Sc.

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin
im Bereich Massivumformung
des Fraunhofer-Instituts für Werkzeug-
maschinen und Umformtechnik (IWU)
in Chemnitz

Christian Kuhn

ist Leiter Konstruktion und Entwicklung
der Gesenkschmiede Schneider GmbH
in Aalen

Der Zwang zur Energieeinsparung und Senkung der CO_2-Emission sowie sinkende Losgrößen bei deutlicher Zunahme der Produktvielfalt in der laufenden Produktion sind aktuelle Herausforderungen, denen die Unternehmen im Bereich der Warmmassivumformung bei der Herstellung von Formteilen gegenüberstehen. Gleichzeitig ist die produktspezifische Prozesssicherheit zu erhöhen und bei Sortimentswechseln nachzuweisen. Um diesen Produktionsumstellungen in der sehr energieintensiven Schmiedeindustrie gerecht zu werden, wurde am Fraunhofer IWU das GTMB-Verfahren entwickelt. Ziel war es, die sonst strikt voneinander getrennten Fertigungsverfahren der Ur- und Umformtechnik in einer Prozessabfolge so zu vereinen, dass hochwertige Stahlbauteile mit einem ihrer Verwendung gerechten Eigenschaftsprofil gefertigt werden können.

STAND DER TECHNIK

Sowohl zur Bewertung der energetischen Wirtschaftlichkeit und der Klimatauglichkeit als auch zur Schwerpunktfindung künftiger Entwicklungen muss der Gesamtzyklus eines Produktionsprozesses in Betracht gezogen werden [1, 2]. In Abhängigkeit von der Betriebsstruktur, den örtlichen Gegebenheiten, der zu fertigenden Werkstückgeometrie und dem zu verarbeitenden Werkstoff sind die Energieverbrauchswerte mehr oder weniger hoch. Die Tabelle 1 weist die Bedarfe beim Gesenkschmieden für eine konventionelle, häufig angewendete Technologie aus.

Aus Rohstahl beziehungsweise Schrott wird zunächst durch Warmwalzen das Halbzeug hergestellt, wodurch es mit mehr oder weniger Energie belastet ist. Nach anschließender Unterteilung in massegerechte Schmiedeanfangsformen werden diese schließlich auf Temperaturen bis 1.250 °C erwärmt, vorgeformt, fertig geschmiedet und abschließend wärmebehandelt (vergütet), um die geforderten Festigkeitswerte zu erreichen (Bild 1).

GTMB-PROZESS

Der GTMB-Prozess verkettet den Formteilguss mit der Massivumformung nach der Art einer thermomechanischen Behandlung [6]. Durch die grundsätzlich andere Herstellungsweise ist der Primärenergieeinsatz bei der Formteilherstellung deutlich

Tabelle. 1: Energiebedarf und CO_2-Emission bei der Stahlbauteilherstellung [3, 4; 5]

Prozessstufe	Primärenergie [GJ/t]	Strom [kWh/t]	Emission [t CO2/t]
Stahlherstellung Route Roheisen 70 % Route Schrott 30 %	 17,8 – 18,3 –	 480 – 530	 1,37 0,2
Warmwalzen zu Stabstahl	0,9 – 1,8	42 – 85	1,45
Gesenkschmieden	1,7 – 2,5	35 – 78	1,5
Vergüten (elektrisch beheizte Anlagen)	–	170 – 220	–

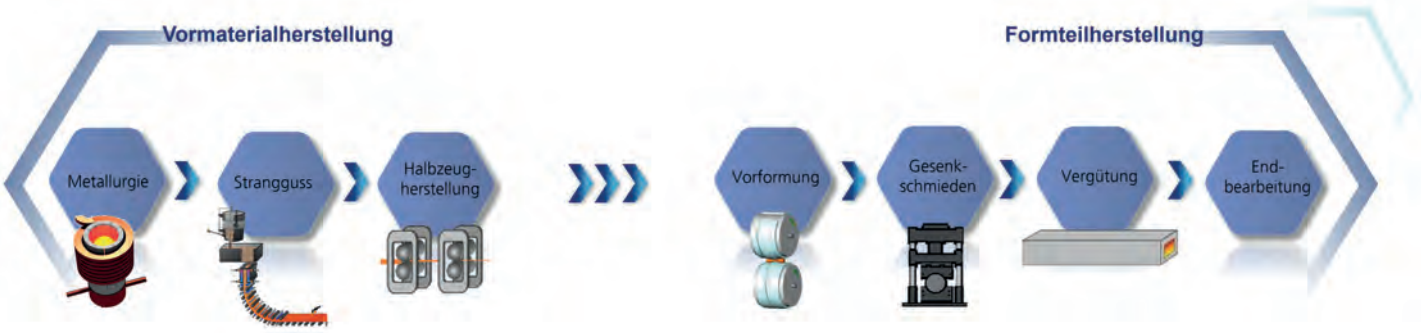


Bild 1: konventionelle Prozesskette bei der Formteilherstellung mittels Gesenkschmieden

reduziert und wesentlich effizienter. Die Umformung der Gussstücke nach dem thermomechanischen Prinzip setzt voraus, während der Gestaltänderung eine gezielte Beeinflussung des Gefüges durch Rekristallisationsvorgänge, in erster Linie durch dynamische Rekristallisation, und Phasenumwandlungen vorzunehmen sowie die Teile gesteuert unter Nutzung der Restwärme abzukühlen. Dies garantiert, den Fertigungsprozess wirtschaftlicher zu gestalten und darüber hinaus den Gebrauchswert der Bauteile zu steigern. Durch den geschlossenen Stoffkreislauf werden die Umweltbelastung reduziert und Ressourcen geschont.

Je nach den örtlichen Gegebenheiten kann der Prozess ein- oder zweistufig durchgeführt werden (Bild 2).

Bei der einstufigen Technologie wird die Gießhitze direkt für den sich anschließenden Umformschritt genutzt, ohne dass die Teile nachgewärmt werden. Alternativ sieht hingegen die zweistufige GTMB-Technologie nach dem Entformen und Trennen von Anguss- und Speisersystem eine teilweise oder vollständige Wiedererwärmung vor.

Um die Effekte der thermomechanischen Behandlung (TMB) gezielt zur Beeinflussung der Gefügestruktur durch eine Kornfeinung zu nutzen, musste der Ablauf der dynamischen Rekristallisation (DRX) in Abhängigkeit von der Temperatur ϑ, dem Umformgrad φ und der Umformgeschwindigkeit $\dot{\varphi}$ konkretisiert und in mathematischer Form nach folgendem Gleichungssystem ausgewiesen werden:

Durchgeführt wurden die speziellen Untersuchungen an dem Vergütungsstahl 42CrMo4 (W.-Nr.: 1.7225) und an den Legierungen MCG3 (42SiCrMo12-4) sowie MCG35 (X42CrSi53), die Eigenentwicklungen der Firma Schneider in Aalen (GSA) [7] sind.

Beispielhaft ist der Einfluss der Umformparameter auf den kritischen Umformgrad φ_C für die Legierung MCG35 in folgender Grafik dargestellt (Bild 3). Ähnliche Werte zeichneten sich aus den Modellberechnungen und experimentellen Versuchen für die beiden anderen Stähle ab.

Damit die dynamische Rekristallisation zu einer hinreichenden Verfeinerung des Gefüges führt, müssen bei der GTMB in der Phase der thermomechanischen Behandlung generell die nachgenannten Prozessrandbedingungen erfüllt sein:

- Anfangstemperatur $\vartheta \sim 1.100$ °C
- Endumformung bei $A_{r3} < \vartheta < (A_{r3} + 30 – 50$ K) mit $\varphi > 0{,}35 – 0{,}5$ ($\varepsilon_h = 30…40$)

Grundbedingung für die Direktvergütung nach dem Schmieden ist es, dass die Temperatur örtlich und zeitlich die Ar3-Temperatur nicht unterschreitet. Teilweise wird die Direktvergütung industriell mit dem Vorteil der Energieeinsparung sowie einer geringeren Randentkohlung und Verzunderung genutzt. Die eigenen Untersuchungen beschränkten sich auf die Bestimmung der thermophysikalischen Kennwerte. Werkstoffspezifische UZTU-Diagramme sind besonders geeignet, um den Einfluss der Vorbe-

kritischer Umformgrad φ_C zum Start der DRX	$\varphi_c = a_1 \cdot D_0^{a_2} \cdot Z^{a_3}$	Gleichung 1
Umformgrad bis zur 50-prozentigen DRX $\varphi_{0,5}$	$\varphi_{0,5} = c_1 \cdot D_0^{c_2} \cdot exp\left(\frac{c_3}{T}\right) \cdot \dot{\varphi}^{\,c_4}$	Gleichung 2
dynamisch rekristallisierter Anteil X_{dyn}	$X_{dyn} = 1 - exp\left[e_1 \cdot \left(\frac{\varphi - \varphi_c}{\varphi_{0,5} - \varphi_c}\right)^{e_2}\right]$	Gleichung 3

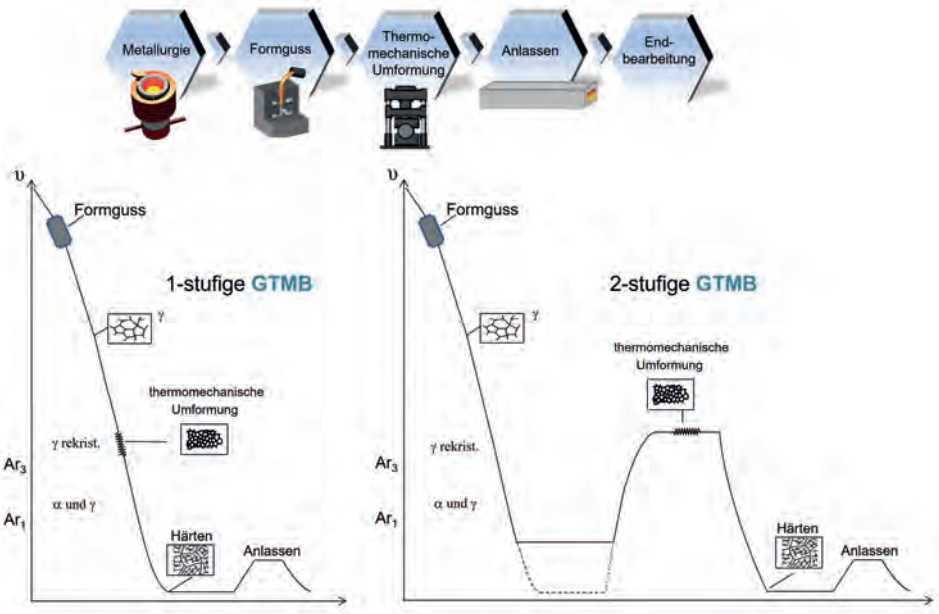


Bild 2: Prozessabfolge des GTMB-Verfahrens

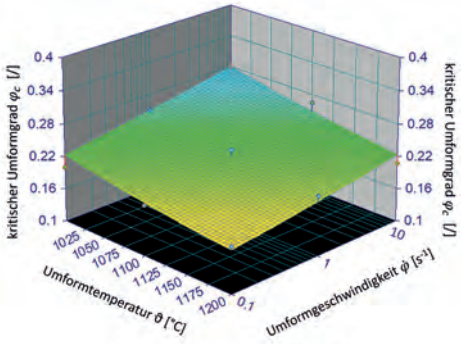


Bild 3: Kritischer Umformgrad φ_c des Stahls MCG35 in Abhängigkeit von Umformtemperatur ϑ und Umformgeschwindigkeit $\dot{\varphi}$

handlung und der Gefügeänderung durch die Umformung auf die diffusionslose und diffusionsgesteuerte Phasenumwandlung zum Ausdruck zu bringen. Maßgebendes Kriterium ist die Abkühlgeschwindigkeit im Temperaturbereich zwischen 800 und 300 °C. Diese bestimmt letztlich, welches Kühlmittel bei einer Tauchbadvergütung verwendet werden kann.

Um die Industrietauglichkeit der erarbeiteten Komplextechnologie des GTMB-Prozesses zu validieren und nachzuweisen, wurde ein Demonstratorbauteil, abgeleitet von einem bestehenden Kolbenunterteil für Großmotoren, im Labormaßstab hergestellt und in allen Herstellungsphasen verfahrens- und werkstofftechnisch einer umfassenden Bewertung unterzogen. Alle technologisch notwendigen Teilvorgänge wurden durch Modellberechnungen vorausbestimmt und auf den nachfolgenden Prozessschritt abgestimmt. Alle bauteilspezifischen, werkstofftechnischen, simulationsgestützten und gefügeanalytischen Untersuchungsergebnisse konnten unter industriellen Bedingungen bestätigt werden. Die industrielle Nutzbarkeit des GTMB-Prozesses vollinhaltlich belegt.

NUTZEN FÜR DIE INDUSTRIE UND DEN ANWENDER

Unter Beachtung des technologischen Konzepts aus Tabelle 2 erweist sich der GTMB-Prozess als besonders geeignet und vorteilhaft für die Herstellung von hochbeanspruchbaren Formteilen verschiedenster Art aus legierten Vergütungs- und Einsatzstählen (DIN EN ISO 683-2 und 683-3).

Die Umformung im unteren Austenitbereich bietet bei diesen Stählen die Gewähr, dass sich ein "fine-grained-austenite"-Gefüge bildet. Hinsichtlich der zeitlichen Ablaufgestaltung der GTMB muss beachtet werden, dass die ergänzenden Fertigungsschritte in den Prozessstufen teilweise einen hohen Zeitbedarf und wesentlich auch die erreichbare Taktfolge bestimmen. Sie müssen auf die Produktionsweise ausgerichtet, angepasst, weitgehend mechanisiert beziehungsweise automatisiert und eingegliedert werden. Das betrifft in der Hauptsache

- das Entformen, das Abtrennen des Speisers und des Speisersystems sowie das Putzen des Formteiles beim Sandformguss,
- das Entzundern vor oder zumindest im 1. Umformvorgang und das Entgraten der gesenkgeschmiedeten Teile beim Umformen und
- die unmittelbare Zuführung der Teile in das Öl-/Dispersionsbad beim Vergüten.

Die unterschiedliche Taktfolge beim Sandformgießen und der thermomechanischen Umformung muss bei der industriellen Nutzung der GTMB-Technologie ausgeglichen werden. Unter Umständen ist eine Zwischenlagerung in Warmhalteöfen oder in Thermobehältern unvermeidlich. Die Art der GTMB-Route bestimmt maßgebend den energetischen Effekt. In Tabelle 3 ist der Energiespareffekt summarisch dargestellt.

Tabelle 2: Technologische Parameter für den GTMB-Prozess bei Formteilen

Prozessstufe	Parameter ϑ [°C], φ [-] ; ε [%]
Sandformguss	Schmelz-/Gießtemperatur $\vartheta_{Sch} = \vartheta_L + 80$ K
Thermomechanische Umformen	Anfangstemperatur $\vartheta \sim 1100$ °C Endumformung bei $Ar_3 < \vartheta < Ar_3 + 30 - 50$ K mit $\varphi > 0{,}35 - 0{,}5$ ($\varepsilon_h = 30...40$)
Abkühlung zum Härten/Vergüten	$\vartheta_{start} > Ar_3$ Tauchbadkühlung in Öl, H_2O, Dispersion $v_{Abk} > v_M$

Tabelle 3: Einsparung an Primärenergie beim GTMB-Prozess

GTMB-Art	Primärenergie* [GJ/t]
1-stufige GTMB-Technologie	5,56 ÷ 6,61
2-stufige GTMB-Technologie bei Warmeinsatz	4,63 ÷ 5,71
2-stufige GTMB-Technologie bei Kalteinsatz	3,91 ÷ 4,76

)* Bewertung unter Beachtung eines Wirkungsgrads der Braunkohle-Kraftwerke von η = 0,40 % mit 1kWh = 9 MJ

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Der GTMB-Prozess zur umformtechnischen Herstellung hochbeanspruchbarer Formteile aus Vergütungsstählen zeichnet sich in der dargelegten Spezifik gegenüber den praxisüblichen Verfahrenstechnologien durch einen wesentlich geringeren Energieeinsatz und höhere Effizienz aus. Er wird den ökologischen Kriterien gerecht.

Im Rahmen dieses Beitrags konnte nicht auf alle durchgeführten Untersuchungen und Simulationsberechnungen eingegangen werden. Umfangreichere Angaben sind in [6] zusammengestellt. Die Validierung der Ergebnisse hinsichtlich der bei der Warmumformung stattfindenden Umbildungen im Mikrogefüge, besonders bezüglich der Dynamik und des Ausmaßes der dynamischen Rekristallisation, ergab eine hohe Übereinstimmung. Die für das Demonstratorbauteil mit ausgeprägtem Gefügegradient erarbeitete GTMB-Technologie erwies sich als zutreffend. Die industrielle Nutzbarkeit des GTMB-Prozesses besteht bei Vergütungs- und Einsatzstählen. Die Umstellung der Fertigung von gewalzten Halbzeugen auf gegossene Schmiedeanfangsformen bedarf einer entsprechenden anlagen- und maschinentechnischen Umrüstung. Diese ist in Abhängigkeit des Produktionssortiments zu spezifizieren und in Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen einzubeziehen. Sie werden die Effizienz des GTMB-Prozesses untermauern.

[1] Spittel, T. et. al.: Rationelle Energieanwendung bei der Umformung, Verlag für Grundstoffindustrie 1983

[2] Herlan, T. B..: Optimaler Energieeinsatz bei der Fertigung durch Massivumformung, Springer Verlag ,1989

[3] Schlemme, J. et. al.: Energiewende in der Industrie, Bericht d. Navigant an das Bundesministerium f. Wirtschaft und Energie, 2019

[4] Wirtschaftsvereinigung Stahl: Fakten zur Stahlindustrie 2020. (2020, 24. September) https://issuu.com/stahlonline/docs/wv-stahl_fakten-2020_rz_web [Zugriff am 2021-07-07]

[5] Wirtschaftsvereinigung Stahl: Statistisches Jahrbuch der Stahlindustrie 2020/2021 (1. Aufl.). Stahleisen 2021

[6] Lehnert, T.: Wissensbasierte Technologie zur effizienten umformtechnischen Herstellung hochbeanspruchbarer Formteile aus Vergütungsstahl, Dissertation, Verlag Wissenschaftliche Scripten, ISBN: 9783957351678

[7] Kolbe, P.; Schwarz, O.: "MCG35 – niedrig legierter Stahl und damit hergestellte Bauteile". Patent EP 16731495.4, 2018.

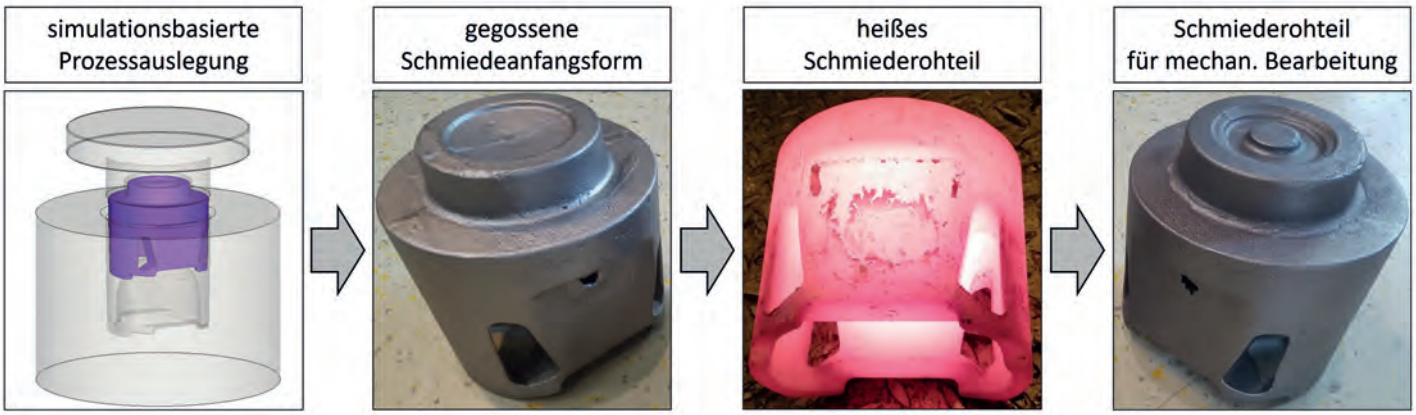


Bild 4: Fertigungsfolge für ein Kolbenunterteil mit 160 mm Durchmesser, Bilder: Autoren

BANNING®

Innovation, Efficiency, Competitiveness

BANNING® GmbH
Angensteinerstr. 6
CH-4153 Reinach

KEY DRIVERS

RING ROLLING MACHINES

FORGING HAMMERS

FORGING ROLLS

Fon +41 61 716 20 21 • service@banning-forging.com • www.banning-forging.com

Weiteres Wachstum für die CastForge – Rekord im Anmeldestand 2024

Die Marktlage im Bereich Guss- und Schmiedeteile entwickelt sich dynamisch und stellt Unternehmen vor immer wieder neue Herausforderungen. Gleichzeitig eröffnen sich Chancen, beispielsweise durch den steigenden Bedarf an qualitativ hochwertigen Bauteilen. Genau hier setzt die CastForge an. Neben Gießereien und Schmiedebetrieben stellen auch zahlreiche weiterverarbeitende Unternehmen ihre Expertise vom 4. bis 6. Juni 2024 unter Beweis.

Çetin Tecdelioğlu, Präsident der İDDMİB (Istanbul Verband der Eisen- und Nichteisenmetall-Exporteure), Bild: IDDMi Istanbul Ferrous and Non-Ferrous Metals Exporters' Association

Claudius Hennig, Geschäftsführer der Hennig GmbH, Bild: Hennig GmbH

Thomas Ose, Key Account Manager bei der TALLAG Saalfeld GmbH, Bild: TALLAG Aaalfeld GmbH

Mittlerweile haben sich mehr als 400 Unternehmen für die CastForge 2024 angemeldet, um Geschäftsbeziehungen zu pflegen und aufzubauen. Darunter zahlreiche weiterverarbeitende Betriebe, die maßgeschneiderte Lösungen und hochwertige Bearbeitungsmöglichkeiten anbieten. Die aktuelle Marktlage bietet ihnen eine große Chance.

Als Fachmesse legt die CastForge ihren Fokus auf Guss- und Schmiedeteile und deren Bearbeitung. Die Branche trifft sich alle zwei Jahre auf dem Stuttgarter Messegelände, um ihr Leistungsspektrum zu präsentieren. Internationale Herstellungsunternehmen von Guss- und Schmiedeteilen sowie hoch spezialisierte weiterverarbeitende Betriebe treffen auf industrielle Einkäuferinnen und Einkäufer aus dem Maschinen- und Anlagenbau, der Antriebstechnik, der Pumpen- und Hydraulikindustrie und dem Nutzfahrzeugbau.

Die Türkei hat in der europäischen Guss- und Schmiedeindustrie eine bedeutende Stellung inne. Laut der World Foundry Organization (WFO) rangiert sie mit einer Gesamtproduktion von mehr als 3 Millionen Tonnen in Europa an zweiter und weltweit an siebter Stelle. Die Industrie hat darüber hinaus weiteres Wachstum im Blick, mit dem Ziel, sie zum führenden Land in der europäischen Produktion zu machen.

Besonders hervorzuheben ist, dass die türkische Guss- und Schmiedeindustrie mehr als 70 Prozent ihrer Produktion exportiert – 50 Prozent davon in den europäischen Markt – was ihre immense Rolle für den Weltmarkt unterstreicht. Die Industrie sieht sich jedoch vielfältigen Herausforderungen gegenüber wie den andauernden Konflikten zwischen Russland und der Ukraine sowie Israel und Palästina, welche Unwägbarkeiten sowohl auf nationalem wie auf internationalem Gebiet zur Folge haben.

Neben geopolitischen Herausforderungen und einer hohen Inflationsrate hat die Industrie auch mit fluktuierenden Währungswerten zu kämpfen, ebenso wie mit dem enormen Anstieg der Energiepreise in jüngster Zeit. Insbesondere letztere stellen im Hinblick auf den hohen Energieverbrauch der Gießerei- und Schmiedeprozesse eine bedeutende Belastung dar.

Çetin Tecdelioğlu, Präsident der İDDMİB (Istanbul Verband der Eisen- und Nichteisenmetall-Exporteure) ordnet ein: „Deutschland ist einer der führenden Produzenten in Europa und stellt damit nicht nur erhebliche industrielle Stärke innerhalb seiner Grenzen unter Beweis, sondern unterhält auch tragfähige internationale Beziehungen. Die strategische Lage der CastForge bietet einmalige Gelegenheiten, internationale Kontakte herzustellen und von der Stärke der deutschen Industrielandschaft und ihren weitreichenden Verbindungen auf globaler Ebene zu profitieren".

Die Hennig GmbH aus dem oberschwäbischen Pfullendorf blickt optimistisch auf die bevorstehende Teilnahme an der CastForge. „Als Zerspanungsprofi sind wir zum zweiten Mal bei der CastForge dabei. Globale Liefererschwernisse mit teuren und zeitintensiven Transportwegen belasten viele Einkäufer. Hier können wir ein idealer Partner für Gießereien, Schmieden, OEMs und Endkunden sein. Neben klassischer Zerspanung leisten wir Prozesse wie Profilräumen, Induktiv-Härten oder Laserbeschriften. Die CastForge bietet für uns nicht nur die Möglichkeit Kunden kennenzulernen, sondern ebenso neue Rohteil-Partner für unsere Beschaffung zu entdecken. Einkäufer, die für Ihren Rohling einen Bearbeiter für komplexe Zerspanteile suchen, sind bei uns genau richtig!", erklärt Geschäftsführer Claudius Hennig.

Für die thüringische TALLAG Saalfeld GmbH wird die Teilnahme auf der CastForge eine Premiere sein. Das Unternehmen hat sich auf die Fertigung von Systemkomponenten und hochkomplexen Baugruppen spezialisiert. Diese sind ein elementarer Bestandteil in den Wertschöpfungsketten ihrer Kundinnen und Kunden. „Die CastForge bietet uns die Möglichkeit, unser Leistungsportfolio in der mechanischen Bearbeitung zu präsentieren. Diese Plattform ermöglicht es uns, neue Kontakte zu knüpfen und die Zusammenarbeit mit bestehenden Partnern zu festigen. Wir sind mit einem Team aus Vertrieb, Technologie und Einkauf vor Ort, um uns als verlässlichen Systemlieferant für Automotive und andere Industrien zu positionieren", sagt Thomas Ose, Key Account Manager bei TALLAG.

Parallel zur CastForge findet auf der Messe Stuttgart die SurfaceTechnology GERMANY vom 4. bis 6. Juni 2024 statt. Besucherinnen und Besucher erhalten mit ihrem CastForge-Ticket freien Eintritt zur Messe.

MiCo

EUROFORGE conFAIR 2024 – Europa lädt die Welt der Massivumformung nach Mailand ein

Die EUROFORGE conFAIR 2024 verspricht ein unvergessliches Erlebnis voller Innovationen, Wissenstransfer und Networking. Nach den erfolgreichen Vorgängerveranstaltungen in Bilbao 2022 und Berlin 2018 ist die EUROFORGE conFAIR 2024 in Mailand ein Muss für alle Branchenexperten und Interessierten, die die Zukunft der Branche aktiv mitgestalten möchten.

Die EUROFORGE conFAIR ist eine der wichtigsten Veranstaltungen in der Schmiedeindustrie und bietet sowohl potenziellen Besuchern als auch Ausstellern eine einzigartige Plattform für den Austausch von Wissen, Innovationen und Geschäftsmöglichkeiten. Nach dem Erfolg der vergangenen Veranstaltungen verspricht die EUROFORGE conFAIR 2024 noch größer und eindrucksvoller zu werden. Die Veranstaltung findet vom 22. bis 23. Oktober 2024 im Kongresszentrum Mailand, Italien, statt. Der Veranstaltungsort bietet eine erstklassige Infrastruktur und modernste Ausstattung, um den Teilnehmern ein optimales Erlebnis zu bieten. Durch die zentrale Lage und die gute Verkehrsanbindung ist der Veranstaltungsort für Besucher aus aller Welt leicht zu erreichen.

Die Besucher können sich auf spannende Vorträge und Networking-Möglichkeiten freuen, um ihr Wissen zu erweitern, neue Kontakte zu knüpfen und potenzielle Geschäftspartner zu treffen. "Die EUROFORGE conFAIR ist nicht nur eine Messe, sondern ein Treffpunkt für Innovationen, Wissenstransfer und Networking in der Massivumformung. Wer die Zukunft der Branche aktiv mitgestalten möchte, darf diese Veranstaltung nicht verpassen", so Tobias Hain, Secretary General EUROFORGE.

Für Aussteller bietet die EUROFORGE conFAIR 2024 eine ideale Gelegenheit, ihre Produkte und Dienstleistungen einem hochkarätigen Publikum zu präsentieren, neue Kunden zu gewinnen und ihr Netzwerk zu erweitern. Dabei werden nicht nur die neuesten Technologien und Innovationen der Branche vorgestellt, sondern auch wichtige Themen wie Nachhaltigkeit, Digitalisierung und künstliche Intelligenz diskutiert.

Mit ihrem umfassenden Programm, hochkarätigen Referenten und vielfältigen Networking-Möglichkeiten ist die EUROFORGE conFAIR 2024 ein Muss für alle Branchenexperten, Unternehmen und Interessierten aus der Massivumformung. Seien Sie dabei und erleben Sie die Zukunft der Branche hautnah auf der EUROFORGE conFAIR 2024!

Besuchen Sie die Konferenzwebsite www.euroforge-confair.com für weitere wichtige Informationen und merken Sie sich schon jetzt den Veranstaltungstermin vor.

VERANSTALTUNGEN

04.06.2024	JAHRESTAGUNG MASSIVUMFORMUNG 2024 MIT DER 86. ORDENTLICHEN MITGLIEDERVERSAMMLUNG Branchentreffen für Massivumformer sowie Partner und Freunde der Massivumformung Weitere Informationen: www.massivumformung.de/termine/seminare	STUTTGART
04.06.2024 bis 06.06.2024	CASTFORGE 2024 Internationale Fachmesse für Guss- und Schmiedeteile mit Bearbeitung, siehe Mitteilung auf Seite 60/61 Weitere Informationen: www.messe-stuttgart.de/castforge	STUTTGART
11.06.2024 BIS 12.06.2024	AKTUELLE RECHTSTHEMEN FÜR AUTOMOBILZULIEFERER Praxisseminar der SV-Veranstaltungen Weitere Informationen: www.massivumformung.de/termine/seminare	MÜNCHEN
11.06.2024 BIS 12.06.2024	VIRTUAL MANUFAKTURING 2024 Fachtagung der Hexagon Manufacturing Intelligence GmbH Weitere Informationen: https://events.hexagon.com/HxGN_LIVE_Virtual_Manufacturing_2024/home	MARBURG
17.09.2024	KARTELLRECHT Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/termine/seminare	HAGEN
17.09.2024 bis 22.09.2024	IAA TRANSPORTATION Internationale Fachmesse für die Nutzfahrzeugindustrie Weitere Informationen: www.iaa-transportation.com	HANNOVER
24.09.2024	WERKSTOFF STAHL UND SEINE WÄRMEBEHANDLUNG – CHANCEN, MÖGLICHKEITEN, RISIKEN Schulung der Dr. Sommer Werkstofftechnik GmbH in Zusammenarbeit mit dem Industrieverband Massivumformung e. V. Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	ISSUM
24.09.2024 BIS 25.09.2024	EINFÜHRUNG IN DIE MASSIVUMFORMUNG FÜR TECHNIKER Seminar der Schmiede-Akademie in Zusammenarbeit mit der prosimalys GmbH, Bad Wörishofen Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	EHINGEN
30.09.2024 BIS 02.10.2024	TRANSVALOR INTERNATIONAL SIMULATION DAYS (TISD) 2024 Fachtagung der Transvalor S.A. Weitere Informationen: https://www.transvalor.com/en/blog/tisd-2024	CANNES/F
08.10.2024 bis 10.10.2024	ALUMINIUM 2024 Weltmesse der Aluminiumindustrie mit begleitendem Kongress Weitere Informationen: www.aluminium-exhibition.com	DÜSSELDORF

JETZT ALS TEILNEHMER ODER AUSSTELLER REGISTRIEREN

EUROFORGE

conFAIR 2024
the future of forging

Mailand, Italien
22 – 23 Oktober 2024

- Werden Sie Teil von **Europas einzigartiger Messe** für die Massivumformung
- Profitieren Sie vom **Wissensaustausch** und von neuen **Technologien**
- Nutzen Sie das **globale Netzwerk** von Massivumformern, ihren Zulieferern und Wissenschaftlern
- Sichern Sie Ihr Ticket jetzt!

EUROFORGE conFAIR 22–23 Okt 2024

JETZT REGISTRIEREN!

Sichern Sie sich Ihr
Ticket oder Ihren Stand

www.EUROFORGE-conFAIR.com

EUROFORGE

VERANSTALTUNGEN

08.10.2024 bis 11.10.2024	42. MOTEK 2024 Internationale Fachmesse für Produktions- und Montageautomatisierung Weitere Informationen: www.motek-messe.de/	STUTTGART
08.10.2024 BIS 10.10.2024	80. HÄRTEREIKONGRESS 2024 Wissenschaftlicher Kongress und Praxistagung zu Innovationen bei der Wärmebehandlung von Stählen Weitere Informationen: www.ht-awt.de	KÖLN
22.10.2024 bis 23.10.2024	EUROFORGE CONFAIR 2024 Europäische Messe und Konferenz für die Schmiedeindustrie, siehe Mitteilung auf Seite 62/63 und Seite 65 Weitere Informationen: www.EUROFORGE-conFAIR.com	MAILAND/I
22.10.2024 BIS 24.10.2024	INTERNATIONALE ZULIEFERERBÖRSE (IZB) 2024 Internationale Zulieferbörse für die Automobilbranche Weitere Informationen: www.izb-online.com	WOLFSBURG
30.10.2024	STANDMENGENSTEIGERUNG BEI SCHMIEDEGESENKEN Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen	HAGEN

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, V.i.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 9588-11, 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: anacker@intermediapro.de

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 29 vom 1. Januar 2024

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.

TS STEEL TRADE

An- und Verkauf von Stahlprodukten.
Globales Netzwerk.

STAHLHANDEL, SERVICE & PROJEKTGESCHÄFT

www.ts-steeltrade.com

SCAN ME NOW

+49 (0) 6227 / 3581780
info@tssteeltrade.de

@ts_group_global
TS Steel Trade GmbH

Altrottstr. 31
69190 Walldorf

Massivumformung mit Schuler – schlüsselfertige Lösungen aus einer Hand.

MORE INFORMATION

www.schulergroup.com/Forging

Für jedes Teil die passende Lösung: Prozess- und Anlagentechnologie von Schuler sichert Ihnen einen deutlichen Wettbewerbs- und Qualitätsvorsprung, egal ob für Kalt-, Halbwarm-, Warmumformung oder für das Aluminiumschmieden.

Zum Produktportfolio gehören mechanische und hydraulische Pressen, Spindelpressen mit Direktantrieb sowie Schmiedehämmer. All dies steht in Baureihen mit kleinen bis großen Tonnagen bereit. So können wir Ihre individuellen Anforderungen technologieoffen bedienen. Neben Umformanlagen bietet Schuler zudem die passende Automation, Werkzeuge, Prozess-Know-how, digitale Lösungen und einen Service, wie für Sie gemacht.

SCHULER PRESSEN GMBH
Schuler-Platz 1
73033 Göppingen, Deutschland
Telefon +49 7161 66-0
info@schulergroup.com
www.schulergroup.com

SCHULER
Member of the ANDRITZ GROUP