

massiv UMFORMUNG

DEUTSCHE
MASSIV
UMFORMUNG
NEUE
IDEEEN
SCHMIEDEN

SEPTEMBER 2026

KONJUNKTUR
Wege zur Stabilisierung
und Erholung

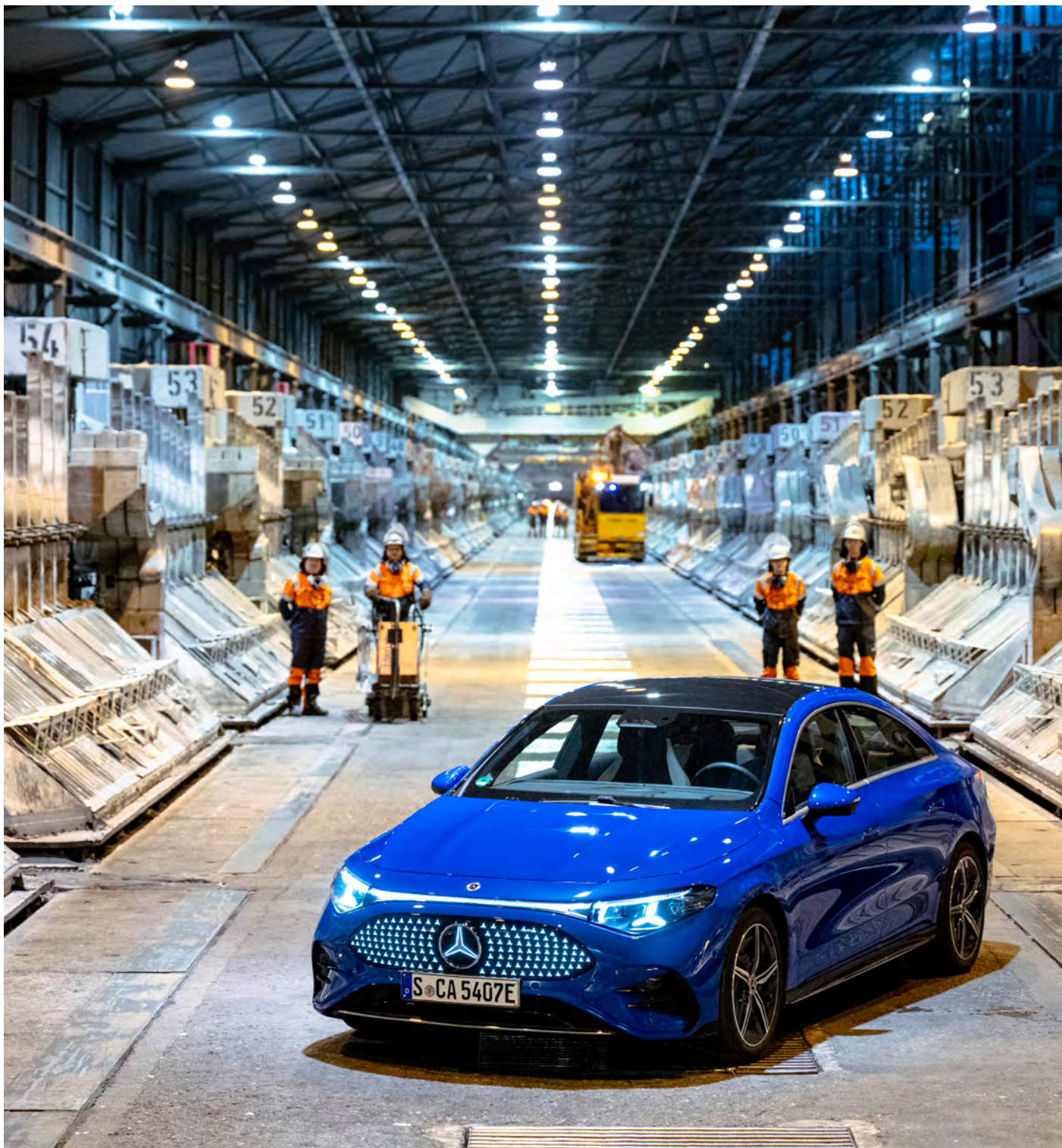
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ
Leistungsfähig durch
gezieltes Retrofit

STAHLUMFORMUNG
Nitrieren von lufthärtenden
Schmiedestählen

LUFTFAHRT
Umformtechnik zwischen
Produktivität und Flexibilität

ALUMINIUMUMFORMUNG
Nachhaltiger Einfluss
von Zirkonium

STANDORTWECHSEL
Integrierte Betrachtung
der Risikostruktur



Forging the future of lightweight mobility

HyForge™ aluminium forging stock is designed for demanding automotive and industrial applications where quality, consistency and sustainability matter.

Available in diameters from 50–110 mm and produced from both primary and recycled aluminium, HyForge™ combines stringent process control with reliable metallurgical performance.

Available with low-carbon primary aluminium or high-recycled-content aluminium.

hydro.com


Hydro

Industries that matter



Frank Severin

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

Rückendeckung für das Rückgrat

Liebe Leserinnen und Leser,

betrachtet man die Zahlen des aktuellen Bundeshaushaltsentwurfs 2027, droht eine einschneidende Schwächung der Forschungsinfrastruktur in Mittelstand und Industrie, die als Rückgrat der deutschen Wirtschaft gilt. In einer vom flexiblen und agilen Mittelstand geprägten Wirtschaft ist gerade die branchenübergreifende, technologieoffene und vorwettbewerbliche Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) das Werkzeug, um die Innovationskraft von Unternehmen aus Deutschland effektiv voranzubringen. Dieses weltweit einmalige und bewährte Forschungsförderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zugunsten von Mittelstand, KMU und Startups wird von den Forschungsvereinigungen praxisnah umgesetzt. Wir bleiben über die weitere Entwicklung in den kommenden Ausgaben am Ball.

Wie effektiv und zielführend die Ergebnisse von geförderten Vorhaben sind, beweisen einmal mehr der Blick auf Nachwuchspreisträger aus Wissenschaft und Betrieben sowie die Forschungsbeiträge in dieser Ausgabe:

Mit Ziel einer CO₂-neutralen Prozesskette leisten LHD-Stähle einen signifikanten Beitrag – wir berichteten dazu. Laut aktuellen Untersuchungen können diese Stähle auch hinsichtlich ihrer Nitreigenschaften mit gängigen Stahlkonzepten konkurrieren. In einem weiteren geförderten Projekt wird ein lokal betriebenes KI-System eingesetzt, um mit den Retrofit-Planungen eine echte Chance für die wirtschaftliche Anpassung von bestehenden Anlagen zu generieren. Wiederum um den Nitrierprozess, hier bei der Werkzeugherstellung, geht es im dritten Ergebnisbericht. Er weist nach, wie Schleifprozesse zur Fertigung und die anschließende Lagerung der Schmiedewerkzeuge optimiert werden müssen, um eine gleichmäßige Nitrierschichtbildung zu garantieren.

Im Konjunkturbericht wird deutlich, dass die weltwirtschaftliche Entwicklung von den bekannten geopolitischen Unsicher-

heiten und einer verhaltenen globalen Nachfrage geprägt ist. Dennoch zeigt sich in einzelnen Teilbranchen der deutschen Industrie eine Stabilität im Bereich Automotive und eine Steigerung im Bereich Maschinenbau – leichte Hoffnung auf ein Wachstum.

Darüber hinaus liegt Ihnen mit den Resultaten zahlreicher Verfahrensentwicklungen eine sehr praxisorientierte Ausgabe vor: Unter anderem zeigt sich im Bereich der hochfesten Aluminiumlegierungen, dass zugesetztes Zirkonium in gegossenem Vormaterial eine weitere Verbesserung der Eigenschaften bewirkt, die Korngrößenbildung dabei eine sensible Prozessführung erfordert. Erfolgreich verläuft die Entwicklung eines neuen Radialschmiedeverfahrens mit dem Ziel der Gefüge-Homogenisierung, ebenso wie die Anwendung der Ermüdungssimulation mit experimentell ermittelten Werkstoffkennwerten mit positivem Einfluss auf die Werkzeugstandmengen. Ein neu entwickeltes Verfahren überträgt das Prinzip der Kaltmassivumformung auf Bauteile, die bislang überwiegend zerspanend gefertigt wurden und zeigt hohe wirtschaftliche Einsparpotenziale auf.

Last but not least laden wir Sie vom 27. bis 29. Oktober zum Besuch der Internationalen Zuliefererbörse (IZB) 2026 ein. Die Aussteller freuen sich in Wolfsburg auf den Austausch auf dem Gemeinschaftsstand German Metal Tech. Sie finden unsere Experten in Halle 5, Stand 5101/5104.

Metalltechnische Grüße und viel Spaß bei der Lektüre.

Ihr

EDITORIAL

3

AM SCHWARZEN BRETT

6

IM RUNDBLICK



Interdisziplinär zum nachhaltigen Stahl

12

Das DFG-Graduiertenkolleg „Circular Steel“ startete unter Leitung des Instituts für Eisenhüttenkunde an der RWTH Aachen University im April dieses Jahres.

IM FOKUS



Deutsche Wirtschaft auf dem Weg zur Stabilisierung

14

Die weltwirtschaftliche Entwicklung bleibt von geopolitischen Unsicherheiten und einer verhaltenen globalen Nachfrage geprägt. Trotz dieser Situation zeigt sich in einzelnen Teilbranchen der deutschen Industrie eine Stabilität im Bereich Automotive sowie eine Steigerung im Bereich Maschinenbau.

AUS DER PRAXIS



Sattel-Paar-Versatz-Schmieden: gezielte Gefüge-Homogenisierung

20

Beim konventionellen Radialschmieden bleibt die plastische Dehnung im Bauteilzentrum häufig hinter den Randzonen zurück. Ein definierter Zeitversatz der Sattelpaare beim Sattel-Paar-Versatz-Schmieden erhöht die Kernverformung und ermöglicht eine homogenere Gefügestruktur über den gesamten Querschnitt.



Einfluss von Zirkonium auf die Eigenschaften von Al-Mg-Si-Vormaterial

28

Hydro Aluminium führt das HyForge™-Produkt ein und zeigt, dass gegossenes Schmiedevormaterial als Alternative zu stranggepresstem Vormaterial für die Herstellung eines vorderen unteren Querlenkers (FLCA) eingesetzt werden kann.



Mit Faktor zehn in die Zukunft: Umformen statt Zerspanen

36

Bei der baier & michels GmbH & Co. KG in Ober-Ramstadt startet der Hochlauf einer neuen Fertigung für langschäftige Präzisionsteile mit komplexen Profilen. Eine 125-Tonnen-Walzmaschine und ein eigens entwickeltes Umformverfahren ersetzen zerspanende Prozesse.



Neue Anforderungen an Automatisierung und Digitalisierung

40

Die Luftfahrtindustrie befindet sich in einer tiefgreifenden Transformation. Steigende Produktionsraten, anspruchsvolle Werkstoffe und wachsende Anforderungen an Qualität, Rückverfolgbarkeit und Ressourceneffizienz erfordern die Weiterentwicklung bestehender Fertigungskonzepte.



Standmengensteigerung von Warmumformwerkzeugen

46

Das Ermüdungsversagen zählt zu den wesentlichen Ursachen für das vorzeitige oder plötzliche Versagen von Warmumformwerkzeugen. Durch Ermüdungssimulationen auf Basis experimentell ermittelter Werkstoffkennwerte können kritische Bereiche identifiziert und ihre lokale Beanspruchung bewertet werden.

WIRTSCHAFT UND GESELLSCHAFT

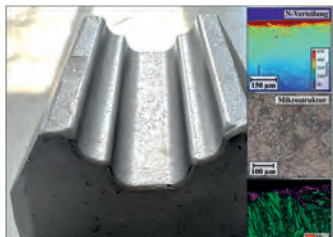


Risiken bei Standortwechseln

50

Die Debatte um eine schleichende Deindustrialisierung Deutschlands keine abstrakte Zukunftsfrage mehr. In energieintensiven und international exponierten Branchen prägt sie das operative Geschäft. Energiepreise, Regulierung, Fachkräftemangel und Wettbewerbsdruck zwingen Unternehmen, ihre Produktionsstrukturen neu zu ordnen.

TECHNOLOGIE UND WISSENSCHAFT



Entwicklung lufthärtender Nitrierstähle für Bauteile mit großer Oberflächenbelastung

54

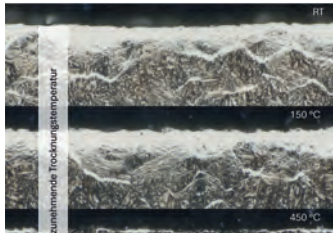
Bislang war unklar, inwiefern sich die Stahlklasse der lufthärtenden Schmiedestähle (LHD-Stähle) auch für thermochemische Oberflächenbehandlungen eignet. Untersuchungen zeigen nun, dass LHD-Stähle auch hinsichtlich ihrer Nitriereigenschaften mit gängigen Stahlkonzepten konkurrieren können.



Mit lokaler KI Retrofits planen – ein Anwendungsszenario mit Weitblick

60

Viele ältere Umformmaschinen sind technisch leistungsfähig, aber kaum digital vernetzt. Das Forschungsprojekt DiReProFit stellt auf Basis eines lokal betriebenen KI-Systems dar, wie sich Bestandsanlagen durch gezielte Nachrüstung von Sensoren, strukturierte Datenerfassung und -analyse leistungsfähiger machen lassen.



Einfluss der fertigungsbedingten Randschichtveränderung auf die Nitrierbarkeit von Schmiedewerkzeugen

66

Unsachgemäße Anwendung beim Nitrieren von Schmiedewerkzeugen kann zur Bildung von oberflächlichen Sperrschichten führen, die eine erfolgreiche Nitrierung verhindern. Um eine gleichmäßige Nitrierschichtbildung zu erreichen, müssen die Schleifprozesse zur Fertigung und die anschließende Lagerung der Schmiedewerkzeuge optimiert werden.

VERANSTALTUNGEN

72



Veranstaltungskalender

74

IMPRESSUM

75

MENSCHEN UND WERTE



High Potentials für die Zukunft und die Branche

76

Mit Stipendien und Awards fördert der Industrieverband Massivumformung e. V. (IMU) kontinuierlich herausragende Leistungen junger Talente der Branche. Auf der diesjährigen IMU-Jahrestagung wurden zwei Karl-Diederichs-Stipendien, ein Karl-Diederichs-Masterpreis, der IMU-Förderpreis sowie drei Azubi-Awards verliehen.

Titelbild: 521020637 ©Gorodenkoff, www.stock.adobe.com



Das GERLIEVA-Werksgelände in Heitersheim aus der Luft

50 Jahre GERLIEVA – Sprühtechnik in Perfektion

Seit 50 Jahren stellt die GERLIEVA Sprühtechnik GmbH Form- und Senksprühanlagen sowie kunden-spezifische Sprühtechnik für den Druckguss- und Schmiedeprozess her. Damit beliefert GERLIEVA weltweit namhafte Hersteller aller Branchen von der Elektronikindustrie über die Medizintechnik bis hin zur Automobil-industrie mit Ihren innovativen E-Mo-bilitätslösungen.

„Angefangen hat alles 1976 mit der Gründung der GERLIEVA Sprühtechnik GmbH durch Gerd und Armin Linbrunner aus der Einzelfirma GERLIEVA Sprüh- und Antriebstechnik“, wie sich Armin Linbrunner noch genau erinnern kann. Die Markteinführung der Membrantechnik für GERLIEVA Sprüh-köpfe, die ersten kompletten Sprüh-geräte und weitere Neuentwicklungen im Maschinenbau setzten die ersten Meilensteine.

Heute plant, projiziert und produ-ziert das Unternehmen in Heitersheim in zwei Fertigungshallen mit eigenem Solarkraftwerk auf einer Produktions-fläche von 3.500 Quadratmetern an modernsten Arbeitsplätzen.

Die Ausrichtung als Hersteller mit einer Fertigungstiefe von 90 Prozent am Firmensitz und Produktionsstand-ort in Deutschland haben auch Marc und Elaine Linbrunner überzeugt, das Unternehmen in der dritten Genera-tion fortzuführen. „GERLIEVA gemein-sam mit unseren Auszubildenden und unserem Personal begleitet von Di-gitalisierungs- und Transformations-prozessen sowie herausfordernden Markt- und Produktveränderungen für unsere Kunden weltweit auf Kurs zu halten – das hat auch mich überzeugt“, sagt Marc Linbrunner.



Dr. Davis Fata, COO der Hirschvogel Group

Hirschvogel Group mit neuem globalen Produk-tionschef

Seit 1. Februar 2026 ist Dr. Davis Fata COO der Hirschvogel Group. Der pro-movierte Werkzeugtechniker mit mehr als 20 Jahren Erfahrung in der Automo-bilzulieferindustrie trat 2023 als Werk-leiter der Hirschvogel Komponenten GmbH in Schongau in die Gruppe ein. Neben seinen herausragenden fachli-chen Kompetenzen schätzt die Hirsch-vogel Group ihn als mitarbeiterorien-tierte Führungspersönlichkeit. Er lebt die Werte des Familienunternehmens. Gemeinsam mit den Werkleitern und den Fachteams wird Dr. Davis Fata die Produktion bei Hirschvogel in die Zukunft führen. Zu seinen zentra-len Aufgaben zählt die Vernetzung der Produktionsstandorte in Europa, Asien und Nordamerika zu einem glo-balen Fertigungsverbund, sodass die Hirschvogel Group stets an dem aus Sicht ihrer Kunden optimalen Standort produzieren kann.

In der Holding-Geschäftsführung bleibt es bei der bisherigen Doppel-spitze mit Walter Bauer als CFO und Matthias Kratzsch als CEO.



Bei der Preisverleihung: Olaf Ambros, Mitglied der Geschäftsleitung bei baier & michels, mit Jana Tischler, Leiterin Vertrieb Neukunden-geschäft, Bild: b&m

baier & michels erhält Deutschen Nachhaltig-keitspreis 2026

Der Kaltumformungsspezialist baier & michels ist mit dem Deutschen Nach-haltigkeitspreis 2026 (DNP) in der Ka-tegorie „Ressourcen“ ausgezeichnet worden. Prämiert wurde das Ferti-gungsverfahren b&m-ECCO TEC® – Eco-logical Coldforming Technology. Die Jury würdigt insbesondere den Beitrag zur Verringerung des Primärressourcen-verbrauchs und die Effizienzgewinne in einem volumenstarken Industriesektor.

Das Verfahren basiert auf dem Prinzip „Umformen statt Zerspanen“. Ob Schne-ckenwellen, Kugelbolzen oder Stellspindeln: Durch die Kombination aus Pres-sen und einem speziellen Walzprozess lassen sich klassische Langdrehteile mit komplexen Profilen nun spanlos, dabei bis zu zehnmals schneller und ein-baufertig herstellen. Weil weniger Ma-terial bearbeitet, bewegt und recycelt werden muss, verbessert sich die Öko-bilanz spürbar.

Für b&m-ECCO TEC® hat baier & michels am Standort Ober-Ramstadt eine neue Produktionsstätte errichtet. Herzstück ist eine 125 Tonnen schwere Walzm-schine, die nach Unternehmensanga-ben die größte ihrer Art weltweit ist. Sie arbeitet in einem speziell entwickelten Maschinenpark mit selbstlernendem Regelungssystem.

In ihrer Begründung verweist die DNP-Jury auch auf den Ausbau regionaler Wertschöpfungsketten und die Vermeidung von Langstreckentransporten. Beides trage dazu bei, Emissionen zu senken und zugleich die Wettbewerbs-fähigkeit des Produktionsstandorts Deutschland zu erhöhen.



Das Team des Instituts TIPS
mit den Professoren Schwung, Lier und Marré

Neues Institut TIPS an der FH Südwestfalen gegründet

Die Fachhochschule Südwestfalen hat mit dem „Institut für nachhaltige Technologien und integrierte Produktionssysteme“ (TIPS) eine neue zentrale wissenschaftliche Einrichtung gegründet. Das TIPS wirkt als interdisziplinäre Forschungsplattform für die Massivumformung und die produzierende Industrie. TIPS bündelt Kompetenzen entlang der gesamten industriellen Wertschöpfungskette: von nachhaltigen Fertigungsprozessen und Werkstoffen über KI-basierte Steuerung bis hin zu resilienten Produktions-, Logistik- und Supply-Chain-Systemen.

Das Institut wird von drei Professoren der FH Südwestfalen getragen: Prof. Dr.-Ing. Michael Marré (Produktionstechnik, Ressourceneffizienz & digitale Transformation der Massivumformung), Prof. Dr.-Ing. Andreas Schwung (Automatisierungstechnik & lernende Systeme) und Prof. Dr.-Ing. Stefan Lier (Logistik, Produktionsmanagement & Netzwerke). Das Institut ist an den Standorten Meschede, Soest sowie Iserlohn verankert und beschäftigt 21 wissenschaftliche Mitarbeitende.

Am 30. September 2026 hat TIPS am Standort Iserlohn seine offizielle Gründung mit zahlreichen Gästen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gefeiert.



Fünf-Achs-Bearbeitungszentrum bei WTP

WTP erschließt Luft- und Raumfahrt als Präzisions- fertigungspartner

Die Werkzeugtechnik Plettenberg GmbH & Co. KG (WTP) hat im August 2026 die Zertifizierung nach EN/AS 9100 erfolgreich abgeschlossen und erschließt damit die Luft- und Raumfahrt als neues Kerngeschäft.

Die WTP verfügt über einen Maschinenpark, der in dieser Kombination selten ist: Fünf-Achs-Bearbeitungszentren mit HSC-Spindeln bis 28.000 U/min für feinste Konturen sowie Horizontalbohrwerke mit 6.500 Millimeter Verfahrensweg für Werkstücke bis 20 Tonnen. Darüber hinaus ermöglichen Dreh-Fräszentren mit B-Achse die Komplettbearbeitung in einer Aufspannung.

Die WTP entwickelt sich vom internen Werkzeugbauer der STP-Gruppe zum eigenständigen High-Precision-Machining-Partner für anspruchsvolle Industrien. Die über 100-jährige Präzisions-DNA aus dem Gesenk- und Werkzeugbau – engste Toleranzen, reproduzierbare Maßhaltigkeit – wird auf komplexe industrielle Komponenten übertragen.

„In einem Markt, in dem die Zahl der Anbieter sprunghaft steigt, entscheidet nicht der Preis allein – sondern wer ein Teil überhaupt fertigen kann. Diese Zertifizierung bestätigt unseren Anspruch, überall dort ein starker Partner zu sein, wo Präzision und Prozesssicherheit nicht verhandelbar sind“, erläutert Robin Wolff, WTP-Geschäftsführer.



25-jähriges Bestehen der SGGT Hydraulik GmbH

25 Jahre SGGT Hydraulik – Entzunderung für die globale Schmiedeindustrie

Die SGGT Hydraulik GmbH aus Neunkirchen feiert 2026 ihr 25-jähriges Bestehen. Seit 2001 entwickelt das Unternehmen Systeme für die hydraulische Entzunderung von Schmiedeteilen und konzentriert sich dabei auf Anwendungen in der Warmumformung.

Ein Schwerpunkt liegt auf der Entzunderung induktiv erwärmter Schmiedeteile. Mit den MicroLine-Systemen werden Entzunderung, Teiletransport und Prozesssteuerung in einer kompakten Einheit verbunden. Wasserdruck, Spritzzeiten und Wassermengen lassen sich dabei gezielt auf Werkstückgeometrie und Taktzeit abstimmen. Mit der Nano-Line hat SGGT sein Anlagenkonzept weiterentwickelt. Die kompakte Bauweise ermöglicht die Integration der Entzunderung auch bei begrenztem Bauraum und bietet zusätzliche Möglichkeiten für flexible Produktionskonzepte.

Über die vergangenen 25 Jahre wurden zahlreiche SGGT-Entzunderungsanlagen in Schmiedebetriebe unterschiedlicher Länder und Märkte integriert. Die zunehmende internationale Ausrichtung ist dabei ein wesentlicher Bestandteil der Unternehmensentwicklung.

25 Jahre SGGT stehen damit für die kontinuierliche technische Weiterentwicklung der hydraulischen Entzunderung – entwickelt am Standort Neunkirchen und eingesetzt in der globalen Schmiedeindustrie.



Dr. Martin Dietze verstärkt die Neumayer-Geschäftsführung als COO

Neumayer stärkt technologische und internationale Ausrichtung

Mit Dr. Martin Dietze hat die Richard Neumayer GmbH mit Sitz in Hausach die Geschäftsführung zum 1. September 2026 um einen erfahrenen Branchenexperten erweitert. Als COO verantwortet er die Produktion und die operativen Bereiche am Standort Hausach. Dr. Dietze verfügt über mehr als 25 Jahre Führungserfahrung in der Stahl-, Schmiede- und Automobilzulieferindustrie und bringt umfassendes Know-how in der Produkt-, Werkstoff- und Prozessentwicklung sowie in der Industrialisierung neuer Lösungen mit.

Thomas Armbruster, seit 2021 Mitglied der Geschäftsführung, konzentriert sich künftig auf den Ausbau des internationalen Geschäfts. Dazu gehören die Erschließung neuer Märkte und Geschäftsfelder, die Weiterentwicklung internationaler Kunden- und Lieferantenbeziehungen sowie der Aufbau strategischer Partnerschaften.

Thorsten Zukschwerdt verantwortet weiterhin als CFO den kaufmännischen Bereich. Dirk A. Neumayer führt Neumayer als Inhaber und CEO und verantwortet die strategische Ausrichtung und langfristige Entwicklung des Unternehmens.

Neumayer steht für langjährige Erfahrung in der Schmiedeindustrie, hohe technische Kompetenz, Innovationskraft und die enge Zusammenarbeit mit deren Kunden. Der Anspruch des Unternehmens ist es, die Kunden als zuverlässiger Fertigungspartner zu begleiten und



Auswahl von Bauteilen, deren Stadienfolge mit QForm UK Direct entwickelt wurde

Zeitenwende in der Konstruktionsabteilung durch QForm UK Direct

QForm UK Direct leitet aktuell einen Paradigmenwechsel ein: Die weiterentwickelte Software erstellt Vorformen, in denen der Werkstoff durch den Algorithmus an optimaler Stelle für die Fertigstufe positioniert wird, so dass fehlerfreie Fertigteile geschmiedet werden. Mithilfe des Bedieners, der nicht im bisherigen Umfang über Schmiedeerfahrung verfügen muss, verringert sich die Arbeitszeit zur Erstellung einer Vorform drastisch – bei aufwendigen Vorformgeometrien bis hinunter auf 3 Prozent der üblichen Aufwände. Für komplex gestaltete Schmiedeteile ist es nicht möglich, direkt vom Rohling in die Fertigform hineinzuschmieden, da Falten oder Stiche entstehen würden. Die Entwicklung einer daher notwendigen Stadienfolge benötigt mindestens eine Vorform beziehungsweise Vorstufe, die geometrisch zwischen dem Abschnitt und der Fertigstufe steht.

QForm UK Direct weist eine optimale Integration mit der Simulationssoftware QForm UK auf. Es erzeugt aber STEP-Dateien der Vorformen (oder nach entsprechender Konstruktion im unterliegenden SpaceClaim STEP-Dateien der Werkzeuge), sodass man QForm UK Direct auch in Kombination mit anderen Simulationssystemen verwenden kann.

Die Software führt somit zu einer signifikanten Effizienzsteigerung in der Konstruktion und hilft, den demographischen Wandel in der Belegschaft zu kompensieren, der zwangsläufig mit dem Verlust von Erfahrungswissen verbunden ist.



Dr.-Ing. Hans-Joachim Wieland verstarb am 10. September 2026

Dr. Hans-Joachim Wieland verstorben

Das Stahlinstitut VDEh und die FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. sowie die Branche der Massivumformung trauern um Dr.-Ing. Hans-Joachim Wieland, der am 10. September 2026 im Alter von 72 Jahren und wenige Tage vor seinem 73. Geburtstag verstorben ist. Über viele Jahrzehnte hat er die Werkstofftechnik im VDEh und die Forschungslandschaft rund um den Werkstoff Stahl maßgeblich mitgestaltet.

1986 kam Hans-Joachim Wieland nach Studium, wissenschaftlicher Tätigkeit und Promotion an der RWTH Aachen zum Stahlinstitut VDEh. Ab 2005 leitete er den Fachbereich Werkstofftechnik/Prüftechnik im Stahlinstitut VDEh. Gleichzeitig übernahm er die Geschäftsführung der FOSTA – Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. und wirkte damit über viele Jahre an zentraler Stelle sowohl für die werkstofftechnische Arbeit des VDEh als auch für die Forschungsaktivitäten der FOSTA. Zahlreiche Projekte der industriellen Gemeinschaftsforschung tragen seine Handschrift.

Ein besonderes Beispiel für diese Arbeit ist die International Conference on Steels in Cars and Trucks (SCT). Die internationale Fachkonferenz fand 2005 erstmals in Wiesbaden statt. Dr. Wieland hat die SCT maßgeblich mitentwickelt und über viele Jahre begleitet.

Seine ruhige und besonnene Art machte ihn zu einem geschätzten Gesprächspartner und Ratgeber. Fachliche Kompetenz verband sich bei ihm mit Verlässlichkeit, Zugewandtheit und einem feinen Gespür für Menschen. Wir werden Hans-Joachim Wieland in dankbarer Erinnerung behalten. Unser tiefes Mitgefühl gilt seiner Familie und seinen Angehörigen.



Neue Jerko-Generation von Entzunderungsanlagen

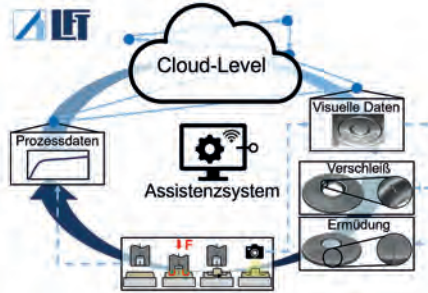
Innovative Entzunderungstechnologie von Jerko

Die Jerko Sprühsysteme GmbH erweitert ihr Leistungsangebot um eine neue Generation von Entzunderungsanlagen. Die Erfahrungen sind positiv: Die ersten Anwendungen laufen zuverlässig, die Abläufe funktionieren gut, und der Kunde zeigt sich mit den Ergebnissen zufrieden.

Die Anlagen wurden für eine effiziente, prozesssichere und ressourcenschonende Entzunderung in der Umformtechnik entwickelt. Ein Hochdruckversorgungstank, eine Entzunderungsbox mit automatischem Rohling-Transport sowie eine Wasseraufbereitung arbeiten als System zusammen. Diese Kombination stellt sicher, dass das Prozesswasser zuverlässig bereitgestellt, aufbereitet und wiederverwendet wird. Dadurch reduziert sich der Wasserverbrauch auf ein Minimum, und das Prozessabwasser wird um bis zu 95 Prozent reduziert.

Durch die effektive Hochdruckversorgung werden Zunderpartikel wirkungsvoll von den Werkstücken entfernt. Gleichzeitig unterstützt die integrierte Wasseraufbereitung eine konstante Prozessqualität und trägt zur Langlebigkeit der gesamten Anlage bei. Die Entzunderung wird mit langlebigen Komponenten aus dem Jerko-Baukasten realisiert.

Jerko-Geschäftsführer Niklas Dahmen sagt: „Jerko verbindet mit dieser Entwicklung langjährige Erfahrung in der Sprühtechnik mit praxisnaher Prozessinnovation – für saubere Oberflächen, stabile Abläufe, geringerer Werkzeugverschleiß und eine zukunftsfähige, bezahlbare Entzunderungstechnologie.“



Schematischer Aufbau Prozessüberwachung beim Fließpressen vom Band

Intelligente Prozessüberwachung in der Umformtechnik

Vom Prozesssignal zum Frühwarnsystem – Fertigungsverfahren wie die Blechmassivumformung ermöglichen die ressourcen- und energieeffiziente Herstellung funktionsintegrierter Bauteile.

Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms 2422 erforscht der AIS (TU München, Prof. Vogel-Heuser) zusammen mit dem LFT (FAU Erlangen-Nürnberg, Prof. Merklein) im Projekt „Daten-gestützte Bestimmung und Prognose des Wirkflächenzustandes und -eingriffs bei Fließpressprozessen vom Band“ einen Ansatz zur Überwachung und Prognose des Werkzeugzustands. Als Referenzprozess dient ein Rückwärtsfließprozess an der Schnellläuferpresse Bruderer, bei dem ein rotations-symmetrischer Pin als Modellgeometrie ausgeformt wird. Dieser kann für Funktionsbauteile, wie beispielsweise zur Produktion von Wellen verwendet werden.

Prozessdaten aus Kraft-, Weg- und Temperatursensoren sowie zeitrichtig zugeordnete Kamerabilder werden mit Simulations- und Expertenwissen in einem ontologiebasierten Ursache-Wirkungs-Graphen verknüpft. Dieser verbindet Prozesssignale, Bauteilqualität sowie Werkzeugbeanspruchung und unterscheidet somit verschleißbedingte Wirkflächenveränderungen von prozessbedingten Schwankungen. Daraus entsteht ein wissensbasiertes Assistenzsystem, das Verschleiß und Ermüdung frühzeitig detektiert und Handlungsempfehlungen ableitet. So lassen sich Werkzeugausfälle reduzieren, Werkzeuglebensdauer erhöhen und eine gleichbleibend hohe Bauteilqualität sichern.



Visualisierung des geplanten PENN-Erweiterungsbaus am Standort Stratzdorf, Bild: ATC Generalunternehmungen GmbH

PENN bündelt Kompetenzen für die Zukunft

Mit einem Investitionsvolumen von neun Millionen Euro erweitert die PENN GmbH ihren Standort in Stratzdorf (Niederösterreich). Auf rund 2.500 m² entsteht derzeit ein modernes Hallenschiff für den Werkzeugbau samt Büroflächen für Engineering und Technik sowie Räumlichkeiten für die Instandhaltung. Die Fertigstellung des Neubaus erfolgt voraussichtlich zum Jahreswechsel 2026/2027.

Das Bauprojekt ist ein weiterer Schritt in der langfristigen Weiterentwicklung des Unternehmens. PENN stärkt damit seine Position als Spezialist für rotationssymmetrische Schmiedeteile und einbaufertige Komponenten mit höchsten Qualitätsansprüchen. Die räumliche Bündelung fördert zudem den Wissenstransfer zwischen den Unternehmensbereichen.

„Mit diesem Projekt setzen wir ein klares Zeichen für unseren Standort und schaffen die Voraussetzungen für eine noch effizientere Zusammenarbeit. Gleichzeitig investieren wir in ein modernes Arbeitsumfeld für unsere Mitarbeitenden“, betonen Gernot Penn und Horst Huber, Geschäftsführer der PENN GmbH.

Seit dem Aufbau des Standorts in Stratzdorf im Jahr 2007 hat PENN kontinuierlich in Infrastruktur und Kapazitäten investiert – von Produktions- und Logistikflächen bis hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung. Perspektivisch soll auch die derzeit in Imbach angesiedelte Verwaltung nach Stratzdorf übersiedeln. Damit wären alle Unternehmensbereiche im Wirtschaftspark vereint.



Einteilig hohl ausgeführte Antriebswelle

Verbrenner oder batteriebetrieben – hohl ausgeführte Antriebswellen für ressourceneffiziente Mobilität

Nach einteiligen Nocken- und Rotorwellen erweitert die TubeFormTec GmbH ihr Anwendungs- und Bauteilspektrum um einteilig hohl ausgeführte Antriebswellen. Statt Antriebswellen wie bisher mehrteilig gefügt aufzubauen, möchte TubeFormTec den einteiligen Ansatz, gefertigt aus Rohr, etablieren. Maximale Performance bei minimalem Materialeinsatz verspricht höchste Leistungsdichte. Bisherige Ergebnisse zeigen enormes Potenzial.

Zur Realisierung eines solch ambitionierten Vorhabens wurde über das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) ein Förderantrag gestellt und positiv entschieden. Gemeinsam mit dem renommierten Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (I-FUM) der Leibniz Universität Hannover (LUH) will das Unternehmen das Thema grundlegend erschließen, anstatt sich langjährig von Kundenauftrag zu Kundenauftrag über Einzelösungen entwickeln zu müssen. Erste Pilotkunden aus den unterschiedlichsten Segmenten zeigen bereits Interesse. Weitere Informationen über Dr. Dirk Odening (TubeFormTec) oder Simon Peddinghaus (IFUM).



Optische Ringmesssysteme von LogoTEK in der Anwendung

Optische Ringmessung – inline und stationär

Die LogoTek GmbH mit Sitz in Marktheidenfeld hat ihr Portfolio um optische Messsysteme für die dimensionelle Prüfung von Ringen und Schmiedeteilen erweitert. Die Systeme arbeiten berührungslos und erfassen heißes und kaltes Material.

Inline-Ringmesssysteme sind unmittelbar im Materialfluss integriert und für kurze Zykluszeiten und hohe Taktaten ausgelegt. Zum Lieferumfang können beispielsweise eine Messbrücke über dem Rollgang, ein Roboter mit 2D-Triangulationssensor sowie eine hydraulische Aushebe- und Absenkvorrichtung gehören, die den Ring in die Messposition bringt. Das Unternehmen liefert auch Sicherheitszäune und die erforderlichen Hydraulikaggregate.

Für die Offline-Prüfung bietet LogoTek stationäre Ringmesssysteme an, mit denen kalte sowie heiße Ringe vollständig geometrisch vermessen werden können. Drei oder mehr 2D-Triangulationssensoren erfassen gleichzeitig mehrere Querschnittsprofile des Rings. Durch die Drehung des Bauteils auf einem Drehtisch entsteht daraus ein hochauflösendes dreidimensionales Abbild. Derart werden die geometrischen Abmessungen und Formabweichungen sowie Oberflächenfehler erkannt und ausgewertet. Beide Systemvarianten lassen sich in die vorhandene Anlagentechnik integrieren – Messergebnisse stehen so unmittelbar für die Prozessregelung, Qualitätssicherung und Qualitätsdokumentation zur Verfügung. Das Unternehmen bietet sowohl Schnittstellen zur Level-1-Steuerungsebene als auch zu Betriebsrechnern und Lagerverwaltungssystemen an.



Vanessa Risse, Team Assistenz im Industrieverband Massivumformung e. V.

Vanessa Risse neu im IMU-Team

Vanessa Risse ergänzt seit 1. August 2026 den Industrieverband Massivumformung e.V. und unterstützt Geschäftsführung und Team vorrangig bei organisatorischen und administrativen Aufgaben. Sie ist Ansprechpartnerin für die Mitgliederkorrespondenz und kümmert sich um die Pflege von administrativen Daten und Systemen. Abteilungsübergreifend wirkt sie bei der Planung und Durchführung von Veranstaltungen mit und sorgt für reibungslose Prozesse im Verband.

Die studierte Tourismus- und Eventmanagerin bringt fundierte Kenntnisse in administrativen und organisatorischen Tätigkeiten mit und war jahrelang als stellvertretende Geschäftsführerin in einem gastronomischen Betrieb tätig. Sie bewegt sich mit der effizienten Unterstützung von Führungspersonen somit auf einem ihr bekanntem Terrain.

Wir wünschen Vanessa Risse einen guten Einstieg und viel Erfolg auf dieser wichtigen Position des Verbands.



Frank Wortmann, Fachbereichsleiter
Forschung und Technik
des Industrieverbands Massivumformung e. V.

Frank Wortmann verstärkt den Industrieverband

Seit 1. August 2026 verstärkt Dr.-Ing. Frank Wortmann den Bereich Forschung und Technik des Industrieverbands Massivumformung e. V. (IMU).

Er wird als Leiter des Fachbereichs Forschung und Technik die Koordination und Moderation des Ausschusses F+T sowie diverser Arbeitskreise übernehmen. Darüber hinaus wird er sich um die Weiterentwicklung der F+T-Roadmap kümmern sowie zahlreiche Forschungsprojekte und Studien steuern. Die Präsentation von technischen Themen der Verbandsarbeit fällt ebenso in sein Ressort wie die Konzeption von Veranstaltungen für die Schmiedeakademie.

Frank Wortmann hat Sales Engineering and Product Management an der Ruhr-Universität Bochum studiert und an der dortigen Fakultät für Maschinenbau promoviert. Nach seiner Anstellung als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Industrial Sales Engineering war er neun Jahre für ein mittelständisches Industrieunternehmen tätig, zuletzt in leitender Funktion im Bereich des Organisations- und Prozessmanagements.

Er übernimmt die Leitung des Fachbereichs von Andreas Kucharzewski, welcher zum Jahreswechsel seinen verdienten Ruhestand antreten wird. Wir wünschen ihm eine gute Zusammenarbeit und viel Erfolg bei den neuen Herausforderungen.

Stärkung der Gemeinschaft – neue Mitglieder im IMU

Im weiteren Jahresverlauf 2026 vermeldet der Industrieverband Massivumformung e. V. (IMU) zahlreiche Eintritte in die Gemeinschaft:

Die HYDAC International GmbH mit Sitz in Sulzbach (Saarland) ist seit 1. April 2026 Mitglied und versteht sich als Systempartner in der Pressenbranche. 1963 als Gesellschaft für Hydraulikzubehör gegründet und als Familienunternehmen geführt, hat sich HYDAC stets weiterentwickelt. Die HYDAC verzeichnet derzeit 52 Landesgesellschaften mit rund 500 Vertriebs- und Servicepartnern und 20 Produktbereiche mit mehr als 11.000 Mitarbeitern weltweit. Das Lieferprogramm reicht von Komponenten über Subsysteme bis hin zu komplexen, geregelten Antriebseinheiten für mobile und stationäre Anlagen. Darüber hinaus existiert ein großes Portfolio an technischen Dienstleistungen rund um das Fluid Engineering für Hydrauliköl, Schmierstoffe, Kühlschmierstoffe und Wasser.

Seit dem 1. Mai 2026 ist die Stemcor Special Products GmbH aus Düsseldorf Mitglied im Industrieverband. Das Unternehmen ist nach eigenen Aussagen ein führender, unabhängiger Dienstleistungsanbieter für die Stahlindustrie und spielt eine entscheidende Rolle als Vermittler zwischen Kunden und Lieferanten. Mit spezialisierter Expertise und Fachwissen unterstützt Stemcor die Kunden bei der Auswahl aus mehr als 3.500 verschiedenen Stahlsorten und Rohstoffen, die auf dem Markt erhältlich sind.

Am 1. September 2026 gab es gleich dreifachen Zuwachs im IMU:

Die Oilgear Towler GmbH hat ihren Sitz im südhessischen Hattersheim am Main und beschreibt sich als zuverlässiger Partner für fortschrittliche Engineering-Lösungen, Aftermarket-Services sowie die Herstellung von Antriebs- und Steuerungssystemen für eine breite Palette von Industriemaschinen. Neben dem Kernangebot im Bereich Hydraulikanwendungen ist Oilgear auf die Entwicklung und Produktion von elektrisch betriebenen Prüfsystemen für passive Sicherheitstests in der Automobilindustrie spezialisiert und bedient ein breites Vertriebs- und Servicegebiet – neben den DACH-Ländern auch in Italien, den Benelux-Ländern, Polen auch Tschechien, die Slowakei, Rumänien, Bulgarien, Ungarn, sowie Griechenland und die Türkei.

Die Breitenfeld Edelstahl AG aus St. Barbara im Mürtal in der Steiermark setzt seit mehr als 80 Jahren auf das emissionsreduzierte Elektrostahlverfahren und gilt als ein verlässlicher Partner für Metall verarbeitende Betriebe. Als ein Recyclingunternehmen, das Edelstahl nachhaltig durch das Elektrostahlverfahren herstellt, trägt Breitenfeld zur Kreislaufwirtschaft bei, indem es Schrott effizient beschafft und vorzugsweise per Bahn transportiert, um Emissionen zu reduzieren. Die hochwertigen Edelstähle des Unternehmens verlängern die Lebensdauer von Produkten und steigern deren Energieeffizienz. Nach Ende der Lebensdauer werden die Materialien recycelt und wiederverwendet – ein wichtiger Beitrag zur Umweltentlastung.

Das Angebot der oberschwäbischen Zollern GmbH & Co.KG in Sigmaringendorf ist vielfältig: Die ZOLLERN-Unternehmensgruppe zählt mit 300 Jahren Technik und Innovation zu den ältesten Familienunternehmen in Deutschland. Die internationale Unternehmensgruppe setzt sich aus vier Geschäftsfeldern zusammen, die das starke Markendach ZOLLERN verbindet. Der Unternehmensbereich Sandguss und Schmiede bietet individuelle Bauteillösungen aus Kupfer und Kupferlegierungen sowie aus hoch- und niedriglegierten Stählen für die Branchen Maritim und Offshore, Pumpenbau, Energieerzeugung, Luftfahrt, Medizintechnik und Formenbau. Als Schmiedeverfahren werden Freiformschmieden, Ringwalzen und Gesenkschmieden für Kupfer und Kupferlegierungen eingesetzt.

Der Industrieverband Massivumformung e. V. und dessen Mitgliedsunternehmen freuen sich auf die Zusammenarbeit und werden gemeinsam in Zukunft spannende Projekte umsetzen, um die Branche voranzubringen.

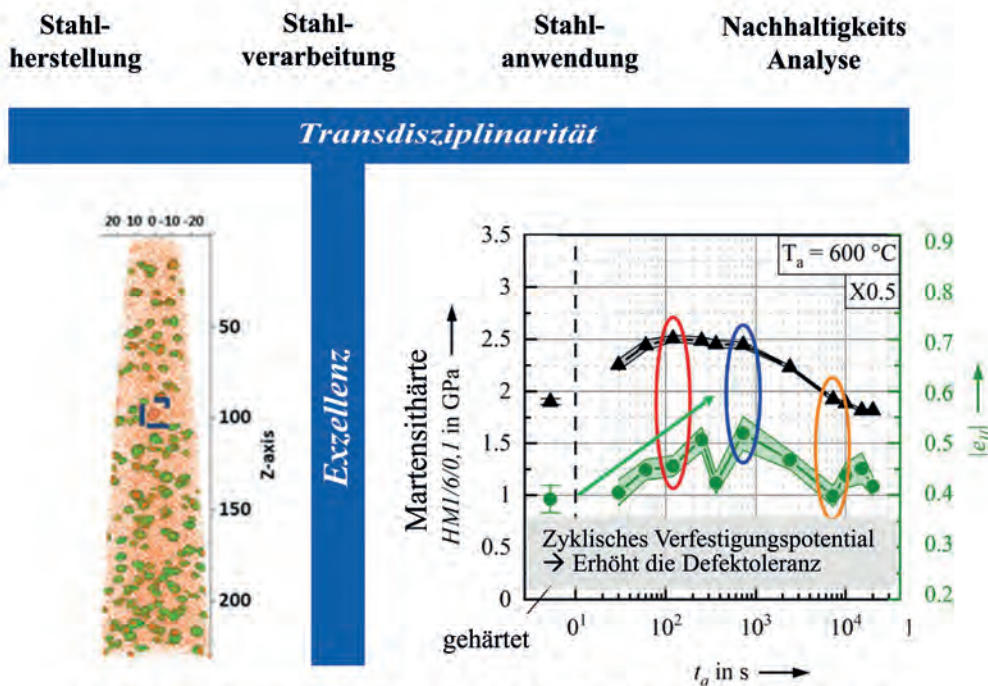
Interdisziplinär zum nachhaltigen Stahl: Neues DFG-Graduiertenkolleg startet

Neue Prozessrouten zur Eisen- und Stahlherzeugung sowie immer volatiler werdende wirtschaftliche Rahmenbedingungen stellen die Stahlindustrie in Deutschland vor neue Herausforderungen. Das DFG-Graduiertenkolleg „Circular Steel“ startete unter Leitung des Instituts für Eisenhüttenkunde an der RWTH Aachen University im April dieses Jahres in diesem Themenkomplex.



Während die ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen – beispielsweise durch gestiegene Gehalte an Begleitelemente wie Kupfer oder Zinn – in Zukunft aufgrund der großen chemischen Variabilität von Stählen ohnehin komplex sind, werden Lieferketten aufgrund wechselnder politischer Randbedingungen komplexer, worauf Unternehmen sowohl betriebswirtschaftlich als auch technologisch reagieren müssen. Im Idealfall soll dies ohne Beeinträchtigung der Umweltauswirkungen, wie beispielsweise die Erhöhung des CO₂-Fußabdrucks, geschehen. Dieses Spannungsfeld führt dazu, dass Führungskräfte in Wirtschaft und Industrie zukünftig die gesamte Breite der Eisen- und Stahltechnologien in den Blick nehmen müssen, um auf entsprechende unternehmerische Herausforderungen reagieren zu können.

Mit diesem Themenkomplex beschäftigt sich das neue DFG-Graduiertenkolleg „Circular Steel – Wegbereiter für eine Kreislaufwirtschaft mit klimaneutralem Stahl“, welches unter Leitung des Instituts für Eisenhüttenkunde (IEHK) an der RWTH Aachen University im April dieses Jahres gestartet ist. Ziel des Kollegs ist es, genau die Fachkräfte auszubilden, die die interdisziplinären Problemstellungen der künftigen Stahlherstellung und -verarbeitung lösen können. Die insgesamt 24 Doktorandinnen und Doktoranden erforschen ak-



z. B. Einfluss von Cu-Ausscheidung auf die Ermüdungseigenschaften

T-förmige Ausbildung
im Graduiertenkolleg Circular Steel.

tueller Fragestellungen zur Transformation der Stahlindustrie. Zugleich werden die Promovierenden entlang der Prozesskette interdisziplinär ausgebildet. Hierbei wird das Konzept der „T-förmigen Expertise“ verfolgt: Dies schafft ein umfassendes, breites Fundament entlang der Prozesskette der Stahlerzeugung unter Einbeziehung der systematischen Nachhaltigkeitsanalyse (LCA, Life Assessment), während in den einzelnen beteiligten Fachbereichen wissenschaftliche Exzellenz durch Spitzenforschung erzielt wird. Bild 1 veranschaulicht das Ausbildungskonzept.

Um die Forschungsergebnisse kontinuierlich mit Experten aus der Industrie zu diskutieren sowie die Richtung der Teilprojekte zu präzisieren und nachzujustieren, wurde ein industrielles und wissenschaftliches Berater-Gremium mit der Abkürzung ISAB (Industrial and Scientific Advisory Board) eingerichtet. Der enge und direkte Austausch mit der Industrie soll gewährleisten, dass die Ergebnisse direkt anhand praktischer Anwendungen getestet werden können, um möglichst schnell Beiträge zur Lösung der technologischen und wirtschaftlichen Fragestellungen zu leisten.

Aktuelle bereits laufende Kooperationen mit der Industrie sind beispielsweise studentische Abschlussarbeiten zur Be-

wertung erster Green-Steel-Anwendungen oder Seminare und ausgedehnte Exkursionen in den Betriebsstätten. In diesem Zusammenhang gelang bereits eine flexible Anpassung von Vergütungsparametern, um auch bei Stählen mit deutlich erhöhten Begleitelementgehalten mechanisch-technologische Eigenschaften entsprechend standardisierten Anforderungen zu erzielen. RWTH-Professor Ulrich Krupp als Sprecher des Graduiertenkollegs und Dr. Alexander Gramlich freuen sich über Interesse sowie aktive Kooperation und die Kontaktaufnahme.



GRK 3139/1
Circular Steel – Wegbereiter für eine Kreislaufwirtschaft mit klimaneutralem Stahl
Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK)
RWTH Aachen University
Intzestraße 1
52072 Aachen
Tel.: +49 241 80 95783
E-Mail: grk@iehk.rwth-aachen.de



Deutsche Wirtschaft auf dem Weg zur Stabilisierung – Massivumformung atmet durch

Die weltwirtschaftliche Entwicklung bleibt von geopolitischen Unsicherheiten und einer verhaltenen globalen Nachfrage geprägt. Trotz dieser Situation zeigt sich in einzelnen Teilbranchen der stark exportorientierten deutschen Industrie eine Stabilität im Bereich Automotive sowie eine Steigerung im Bereich Maschinenbau. Die Massivumformung atmet im Vergleich zu den vergangenen Quartalen durch und kann sich gegenwärtig trotz des herausfordernden konjunkturellen Umfelds auf den internationalen Märkten stabilisieren.



AUTOR

Sinthujan Apputhurai, M. Sc.

ist Referent Betriebswirtschaft
und Referent Forschung und Technik
im Industrieverband Massivumformung e.V.
in Hagen

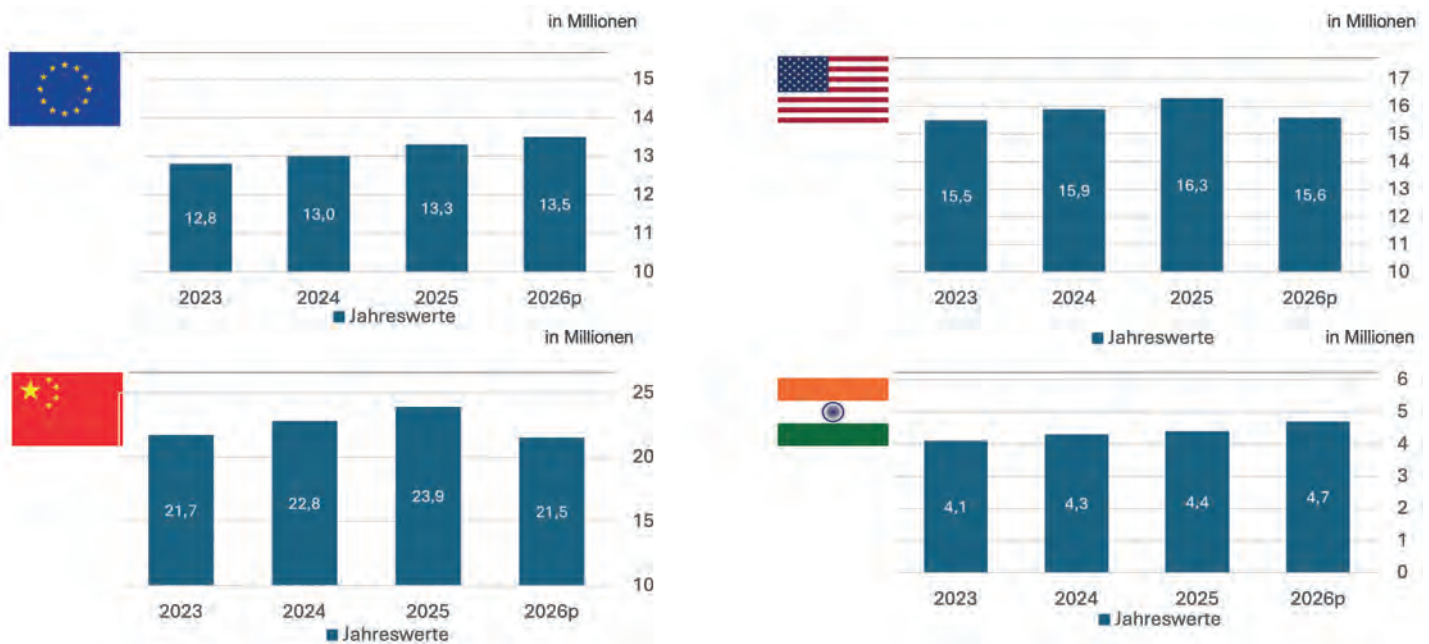


Bild 1: Entwicklung der internationalen Automobilmärkte; Quelle VDA

Die Inflation in Deutschland ist im August den zweiten Monat in Folge angestiegen, bleibt dabei jedoch etwas unter den Erwartungen der Analysten. Wesentlicher Treiber dieser Entwicklung sind erneut die Energiepreise. Insbesondere höhere Kraftstoffpreise wirken preistreibend, begünstigt durch die weiterhin angespannte Lage im Nahen Osten sowie Einschränkungen bei den Raffineriekapazitäten. Eine kurzfristige Entspannung bei den Energiepreisen zeichnet sich derzeit nicht ab. Damit besteht das Risiko, dass die Inflationsrate im Herbst erneut die Marke von 3 Prozent überschreitet. Gleichzeitig zeigt sich der allgemeine Preisdruck bislang stabil.

Der Internationale Währungsfonds rechnet 2026 mit einem weltweiten Wachstum von 3,0 Prozent und im kommenden Jahr mit 3,4 Prozent. Deutschland befindet sich hingegen in einer schwierigen Phase. Handelsrisiken belasten die Außenwirtschaft. Hinzu kommen strukturelle Herausforderungen: der demografische Wandel, eine schwächere Wettbewerbsposition des Standorts Deutschland und die zunehmende geoökonomi-

sche Fragmentierung. Für das laufende Jahr wird eine leichte Abschwächung des BIP-Wachstum auf 0,7 Prozent erwartet.

Die wirtschaftliche Entwicklung der Massivumformung hängt stark von der Lage in den Abnehmerindustrien Automotive und Maschinenbau ab. Für 2026 rechnet der Verband der Automobilindustrie (VDA) trotz der hohen Sparmaßnahmen der Automobilhersteller mit einer insgesamt moderaten Absatzentwicklung. In Europa und Indien wird ein leichter Zuwachs der Neuzulassungen gegenüber dem Vorjahr erwartet, während für die USA ein Rückgang um 4,3 Prozent prognostiziert wird. China hat aufgrund der staatlichen Anpassung der Förderung für E-Pkw und der hohen Kraftstoffpreise einen kräftigen Dämpfer hinnehmen müssen. Dort wird ein Minus von 10,0 Prozent prognostiziert, wodurch auch der Marktanteil der deutschen OEMs weiterhin unter Druck steht (Bild 1).

Im Juli 2026 wurden in Deutschland 321.300 Pkw produziert, rund 6 Prozent weniger als im Vorjahr, insgesamt wurden in den

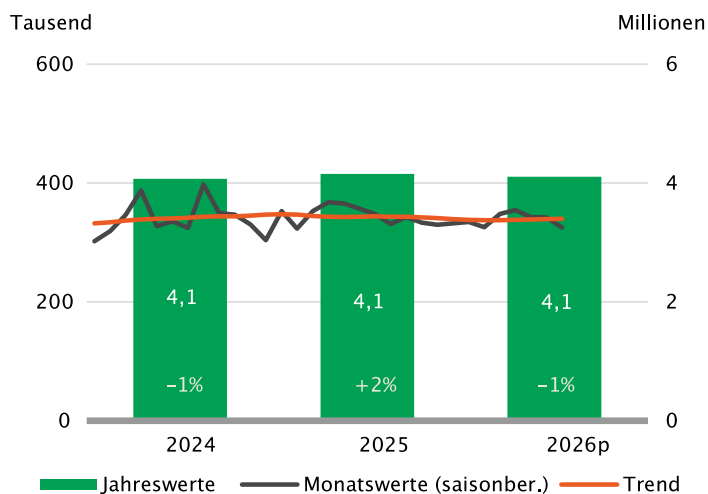


Bild 2: Pkw-Produktion in Deutschland
inklusive Prognose 2026; Quelle VDA

ersten sieben Monaten 2,4 Millionen Fahrzeuge produziert. Gegenüber 2019 bleibt die Produktion jedoch zurück. Besonders stark wächst die Elektromobilität: Im ersten Halbjahr wurden 641.000 E-Pkw gefertigt, ihr Anteil an der Gesamtproduktion stieg auf 38 Prozent. Die Monatsproduktion im Juli stieg hiermit auf 44 Prozent im Vergleich zum Juli 2025. Auf dem deutschen Markt stiegen die Neuzulassungen im Juli um 1 Prozent gegenüber dem Vorjahresmonat und blieben im bisherigen Jahresverlauf leicht positiv. Der VDA prognostiziert die Produktion zum Jahresende mit 4,1 Millionen Fahrzeugen (Bild 2).

Die Exportentwicklung des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus zeigt im ersten Halbjahr 2026 ein gemischtes Bild. Insbesondere die US-Zollpolitik und der starke Euro belasteten

das Geschäft mit den Vereinigten Staaten. Dennoch legten die Ausfuhren in die USA gegenüber dem Vorjahreszeitraum leicht um 0,5 Prozent zu, unterstützt durch eine Stabilisierung im zweiten Quartal. Deutlich schwächer entwickelte sich dagegen das China-Geschäft. Die Maschinenexporte nach China gingen um 13,8 Prozent zurück und setzten damit ihren seit 2022 anhaltenden Abwärtstrend fort. Der chinesische Markt verliert für deutsche Maschinen- und Anlagenbauer somit weiter an Bedeutung, bleibt aufgrund seines hohen Exportanteils jedoch weiterhin ein zentraler Absatzmarkt. Vergleichsweise stabil entwickelte sich das Geschäft innerhalb der Europäischen Union. Die Ausfuhren in die EU stiegen im ersten Halbjahr um 1,3 Prozent, wobei insbesondere die positive Entwicklung zum Ende des zweiten Quartals zu diesem Ergebnis beitrug. Für die

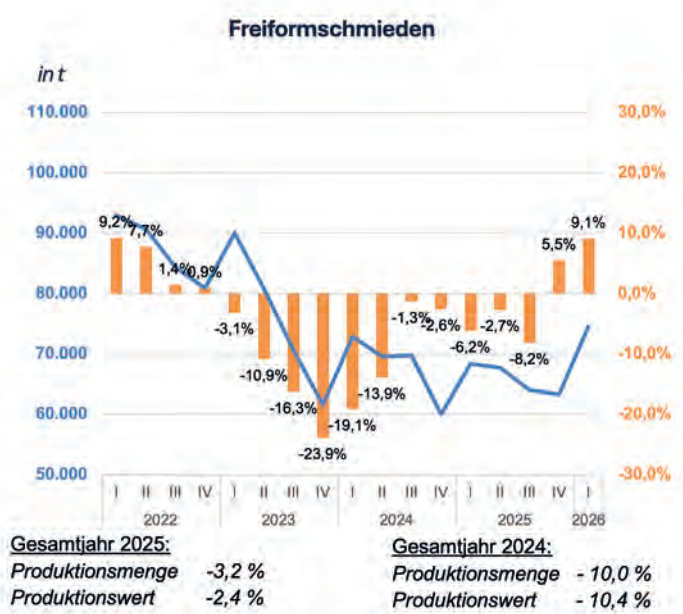
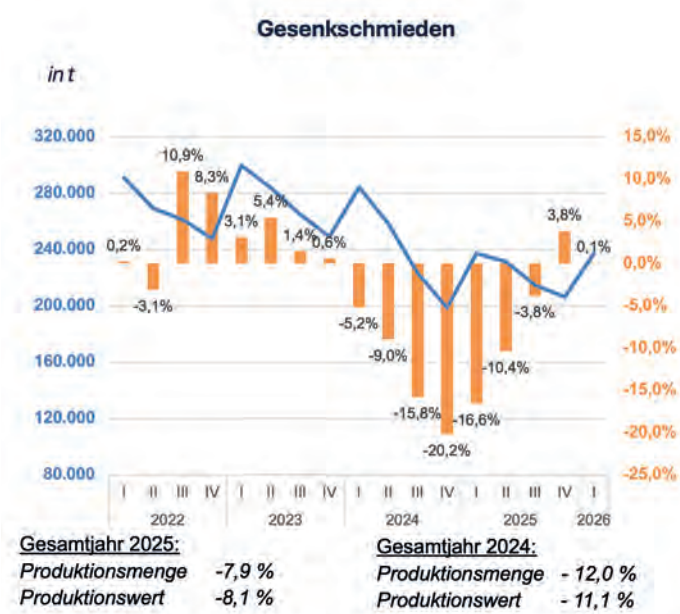


Bild 3: Produktion Gesenkschmieden und Freiformschmieden in Deutschland; Quelle Statistisches Bundesamt

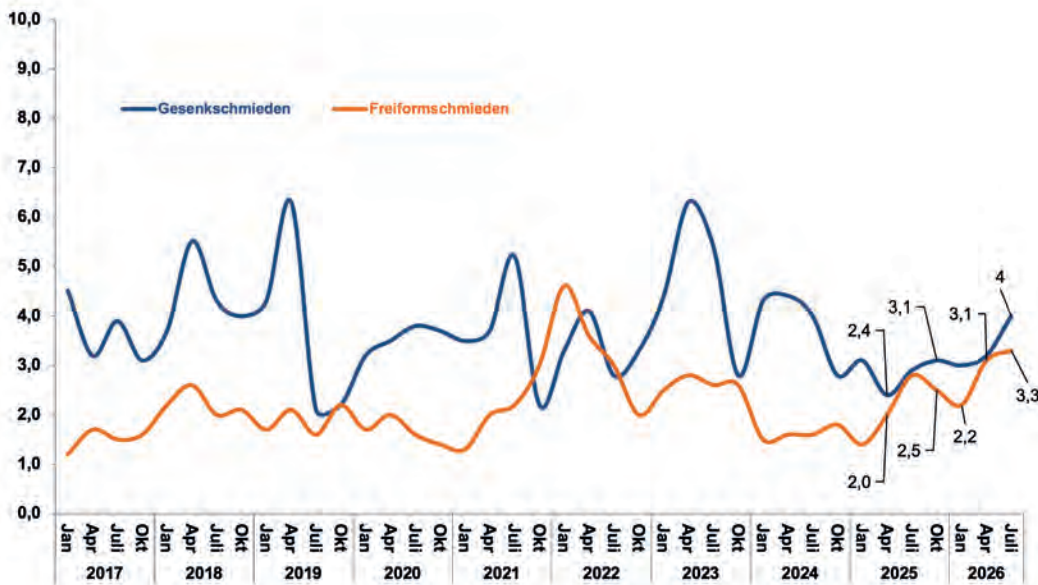


Bild 4: Kapazitätsauslastungen in der deutschen Schmiedeindustrie;
Quelle ifo Institut

zweite Jahreshälfte bleibt der Ausblick mit Unsicherheiten verbunden. Die militärischen Auseinandersetzungen in der Golfregion belasten die weltwirtschaftliche Entwicklung. Gleichzeitig sorgen im US-Geschäft Zölle auf Stahl- und Aluminiumderivate sowie das Risiko weiterer Handelsbarrieren für zusätzlichen Druck. Auch innerhalb Europas bleiben die Perspektiven verhalten: Der schwache Auftragseingang aus den Euroländern deutet bislang nicht auf eine nachhaltige Belebung der Nachfrage hin.

Die amtliche Produktionsstatistik weist für die Gesamtbranche der Massivumformung im ersten Quartal 2026 eine leicht sinkende Produktionsmenge von rund 421.000 Tonnen aus. Dies entspricht einem Minus von 2,4 Prozent gegenüber dem Vor-

jahresquartal. Auch der Produktionswert lag mit rund 1,75 Milliarden Euro unter dem Vorjahresniveau (minus 2,7 Prozent). Bei den Freiformschmieden zeigt sich im ersten Quartal eine differenzierte Entwicklung. Das Fertigungsvolumen lag bei rund 75.000 Tonnen und damit etwa 9 Prozent über dem Vorjahresquartal. Der Produktionswert entwickelte sich mit einem Minus von 1 Prozent allerdings negativ.

Bei den Gesenkschmieden liegt der Quartals-Output bei rund 237.000 Tonnen und damit auf dem Niveau des Vorjahresquartals. Die detaillierte Produktionsstatistik zeigt, dass die Hebezeuge und Fördermittel weiterhin überdurchschnittlich vom Rückgang betroffen sind. Dagegen entwickelte sich die Produktionsmenge der Gesenkschmiedeteile aus Landmaschinen

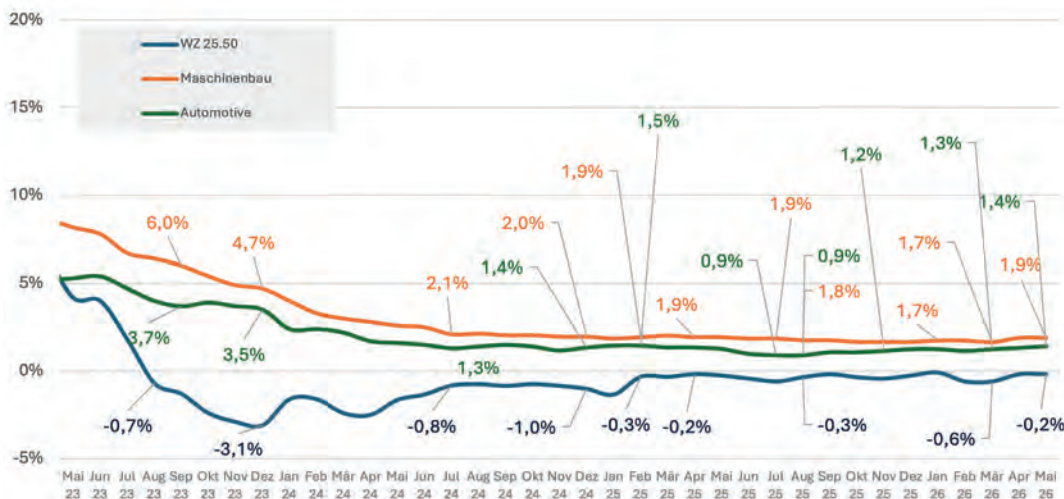


Bild 5: Erzeugerpreisentwicklung in der deutschen Schmiedeindustrie;
Quelle Statistisches Bundesamt

Geschäftserwartungen für die nächsten 6 Monate

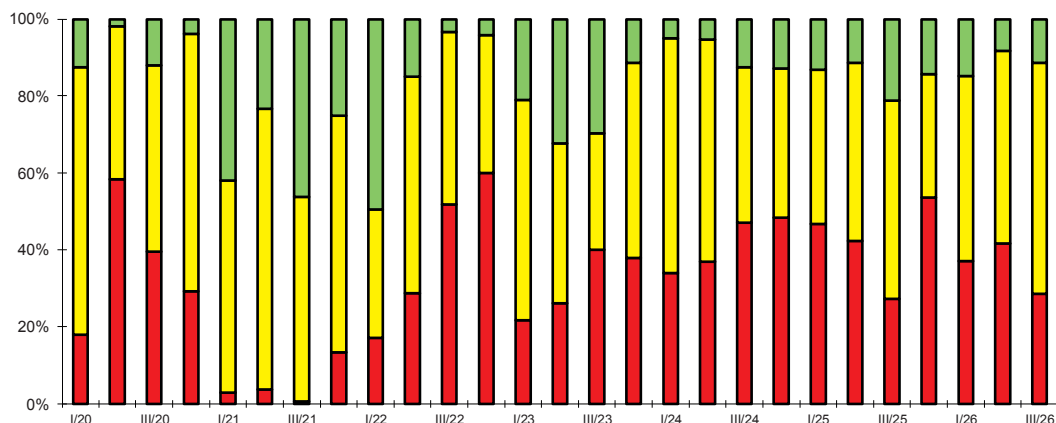


Bild 6: Bewertung der Geschäftslage – lange Reihe; Quelle IMU

positiv und verzeichnete ein Plus von 67 Prozent gegenüber dem Vorjahresquartal (Bild 3).

Weiterhin unter Druck steht der Bereich der Kaltfließpressteile. Hier sank die Produktionsmenge im ersten Quartal auf rund 75.000 Tonnen, was einem Rückgang von 16 Prozent gegenüber dem Vorjahresquartal entspricht. Der Produktionswert entwickelte sich ebenfalls negativ mit minus 7 Prozent. Besonders stark betroffen bleiben die nicht weiter detailliert aufgeführten Produkte für „sonstige Verwendungszwecke“.

Als direkte Folge der Entwicklung in den Abnehmermärkten haben sich zuletzt auch in der Massivumformung die Auftragseingänge leicht positiv entwickelt. Folglich ist auch die Reichweite der Auftragsbestände leicht angestiegen. Diese lag im zweiten Quartal 2026 bei vier Monaten im Bereich der Gesenkschmieden und bei drei Monaten im Bereich der Freiformschmieden (Bild 4). Der Auslastungsgrad notierte im zweiten Quartal sowohl bei den Gesenkschmieden (70,8 Prozent) als auch bei den Freiformschmieden (84,4 Prozent) auf einem verbesserten Niveau.

Der Anstieg der Erzeugerpreise in einigen Teilsektoren gegenüber dem Vorjahresmonat ist insbesondere auf höhere Preise

für Vorleistungsgüter zurückzuführen. Dabei verteuerten sich Metalle um 12,0 Prozent und Halbzeuge um 28,7 Prozent. Auch die Energiepreise lagen mit einem Plus von 3,8 Prozent deutlich über dem Niveau des Vorjahresmonats. Im Gesamtjahr 2025 lagen die Erzeugerpreise im Durchschnitt hingegen 0,4 Prozent unter dem Vorjahresniveau. Gleichzeitig entwickelten sich die Preise in der Automobilindustrie und im Maschinenbau vergleichsweise stabil (Bild 5).

Trotz der angespannten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen bewertet die Mehrheit (60 Prozent) der Mitgliedsunternehmen in der jüngsten Trendumfrage des IMU die aktuelle Geschäftslage als befriedigend. Gleichzeitig schätzen 33 Prozent der befragten Unternehmen ihre derzeitige Lage als schlecht ein. Auch die Erwartungen für das kommende Halbjahr fallen verhalten aus: Rund 29 Prozent gehen davon aus, dass sich die Geschäftstätigkeit innerhalb der nächsten sechs Monate weiter einrüben wird (Bild 6).

Da die Massivumformung typischerweise zeitverzögert auf Nachfrageimpulse aus den Abnehmermärkten reagiert, bleibt die Entwicklung im zweiten Halbjahr mit erheblichen Unsicherheiten verbunden.



AUS KRAFTAKT WIRD PROZESS

Werkzeugwechsel kosten oft mehr, als man auf den ersten Blick sieht:
Kraft, Zeit, Aufmerksamkeit – und wertvolle Produktionsminuten.

Das **W-A-S Werkzeug-Ausbau-System** von Dreher Automation macht aus
einem kraftintensiven Arbeitsschritt einen deutlich effizienteren Prozess.
Werkzeuge werden leichter, schneller und ergonomischer ausgebaut.
Das entlastet Mitarbeitende, verkürzt Stillstandzeiten und bringt die
Produktion schneller wieder in Takt.

W-A-S. Weniger Kraft. Weniger Zeit. Mehr Produktivität.



KI-bearbeitet



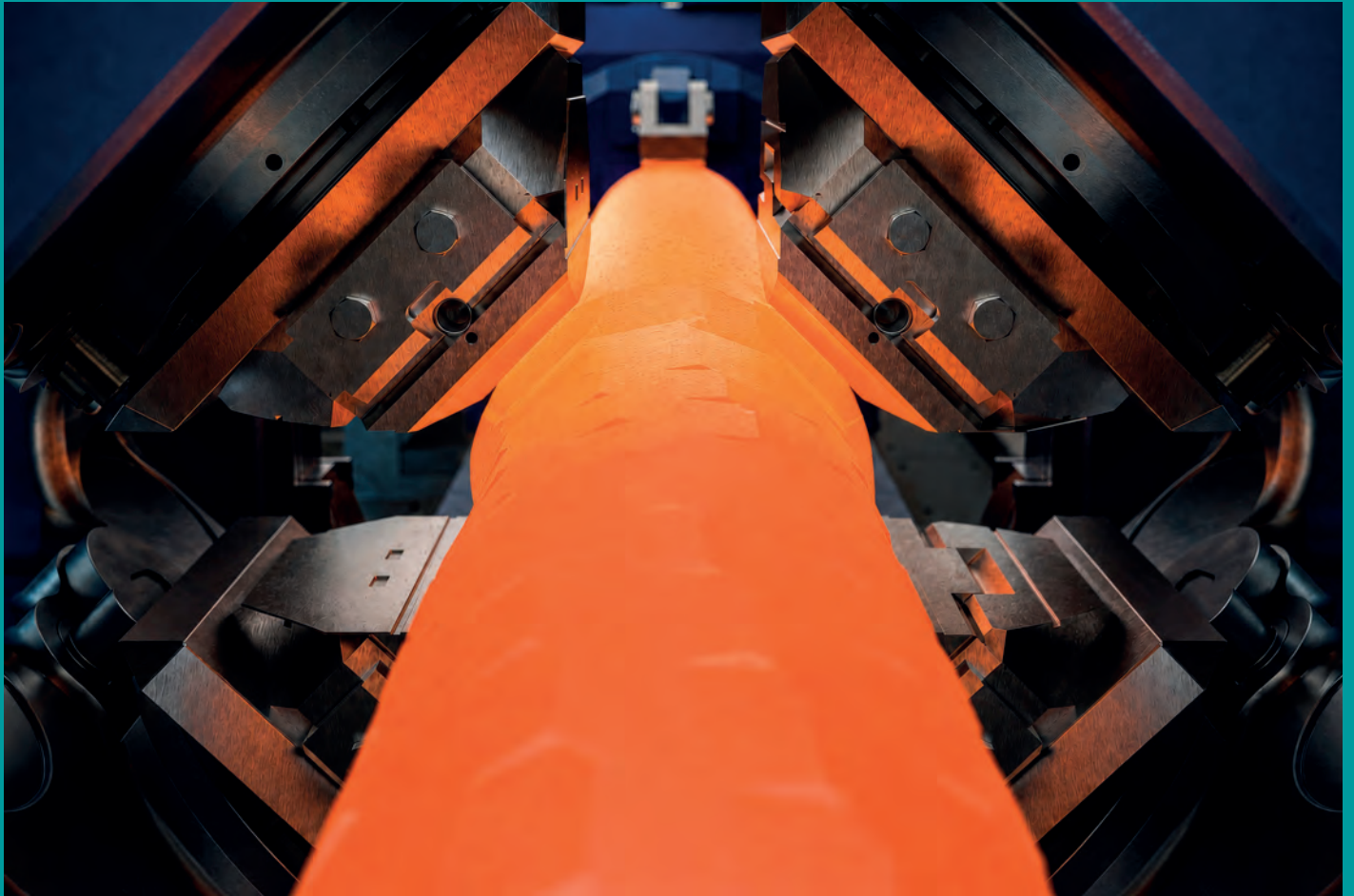
Weitere Informationen
zu unseren Produkten:

www.dreher.de

Automatic-Systeme Dreher GmbH

Karl-Drais-Straße 1 72172 Sulz am Neckar

Telefon: +49 7454 881-0 E-Mail: info@dreher.de



Sattel-Paar-Versatz-Schmieden (DPÖF) – Ein neues Radialschmiedeverfahren zur gezielten Gefüge-Homogenisierung

Beim konventionellen Radialschmieden bleibt die plastische Dehnung im Bauteilzentrum häufig hinter den Randzonen zurück. Das Sattel-Paar-Versatz-Schmieden (DPÖF) setzt genau hier an: Ein definierter Zeitversatz der Sattelpaare erhöht die Kernverformung, verbessert die Defektschließung und ermöglicht eine homogenere Gefügestruktur über den gesamten Querschnitt. Simulationen und Versuche auf einer RX-40 bestätigen die Wirkung.

AUTOREN



**Dipl.-Ing.
Robert Koppensteiner**

ist Executive Vice President
bei der Gesellschaft für
Fertigungstechnik und Maschinenbau (GFM)
in Steyr (Österreich)



**Ing.
Martin Auer**

ist Vice President Project and Technology
bei der Gesellschaft für
Fertigungstechnik und Maschinenbau (GFM)
in Steyr (Österreich)

Pressen und Radialschmieden: Das Beste aus beiden Welten frei kombinierbar.

Robert Koppensteiner

Am Ende entscheidet nicht der stärkste Hub, sondern der richtige – am richtigen Ort,
im richtigen Moment und mit genau der Wirkung, die der Werkstoff braucht.

Martin Auer

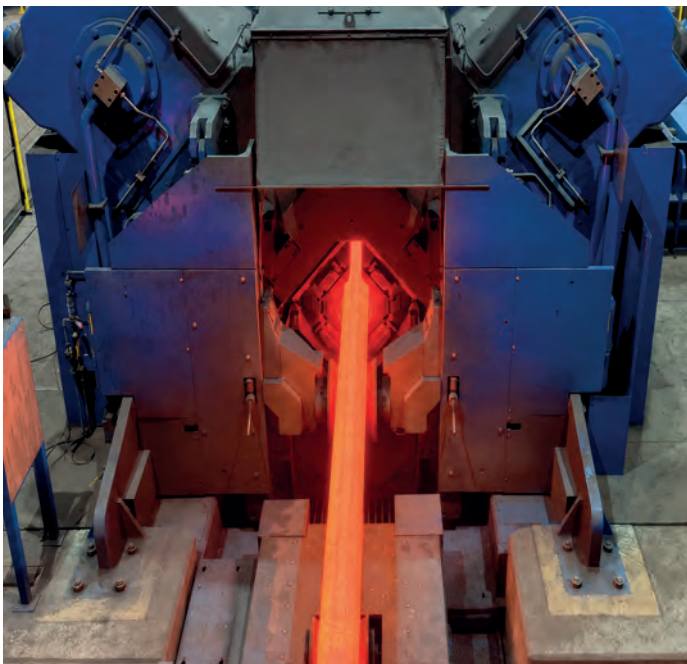


Bild 1: Radialschmiedemaschine in Produktion

Das Radialschmieden mittels vier Sätteln stellt ein etabliertes Verfahren zur Umformung langgestreckter, rotationssymmetrischer Bauteile dar. Insbesondere mechanische Radialschmiedemaschinen zeichnen sich durch kurze Kontaktzeiten, hohe Hubfrequenzen und eine vorteilhafte thermomechanische Prozessführung aus. Dennoch weist das Verfahren eine prozessbedingte Limitierung auf: Beim synchronen Betrieb aller vier Werkzeuge ist die plastische Dehnung im Bauteilzentrum häufig signifikant geringer ausgeprägt als in den randnahen Bereichen.

Gerade bei hochbeanspruchten Werkstoffen wie Nickelbasis-Superlegierungen (zum Beispiel Alloy 718 / 2.4668), hochlegierten Werkzeugstählen oder austenitischen nichtrostenden Stählen ist jedoch das Erreichen einer Mindestdehnung im Kern zwingend erforderlich, um die diskontinuierliche dynamische Rekristallisation (DDRX) zu initiieren. Wird diese kritische Dehnung unterschritten, verbleiben grobkörnige Gefüge-Inhomogenitäten im Bauteilkern, welche insbesondere die zyklische Festigkeit (Ermüdungsverhalten) drastisch reduzieren. Vor diesem Hintergrund verfolgt die vorliegende Arbeit den Ansatz, die Kernbeanspruchung nicht über eine Steigerung des geometrischen Umformgrads zu erhöhen, sondern über eine gezielte Modifikation des kinematischen Ablaufs der Sattelsegmente.

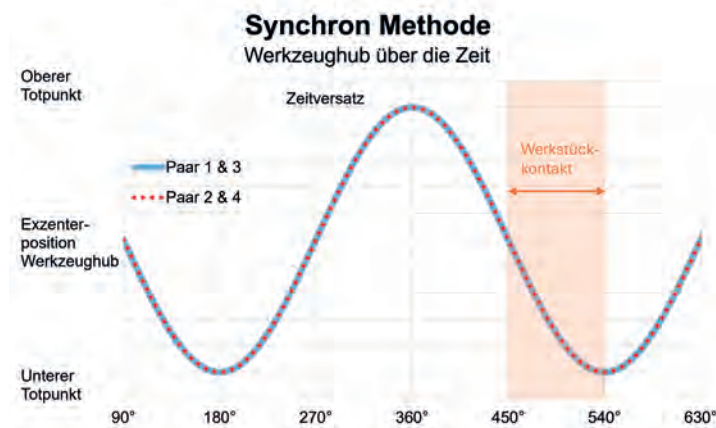
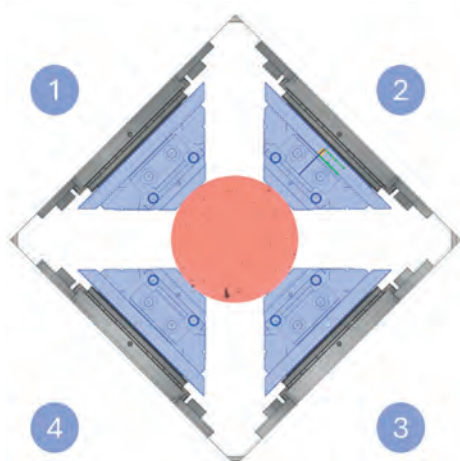


Bild 2: Sattelposition: Konventionelles Synchronschmieden (links) und Schema: Konventionelles Synchronschmieden (rechts)

PRINZIP DES SATTEL-PAAR-VERSATZ-SCHMIEDENS

– Konventionelles Synchronschmieden

Beim konventionellen Radialschmieden treffen beide Sattelpaare zeitgleich auf das Werkstück. Dieser synchrone Werkzeugeingriff induziert (Bild 2)

- einen überwiegend radial ausgerichteten Werkstofffluss,
- ausgeprägt hohe hydrostatische Druckspannungen im Bauteilzentrum sowie
- einen vergleichsweise geringen Anteil an Schubspannungen und Scherdehnungen.
- Der resultierende Dehnungsverlauf über den Werkstückquerschnitt ist folglich durch ein Maximum in den randnahen Zonen und ein ausgeprägtes Minimum im Zentrum charakterisiert.

– Sattel-Paar-Versatz-Schmieden (zeitversetztes Schmieden)

Das Sattel-Paar-Versatz-Schmieden wird durch einen definierten Phasenversatz der Sattelachsen charakterisiert, der mechanisch über einen Exzenterversatz in der Kinematik realisiert wird (Bild 3). Die Untersuchungen zeigen, dass ein Phasenversatz von 30° zu einem Zeitversatz von 28 ms und einem vertikalen Höhenversatz von 4,8 mm führt.

Die Folge dieser prozesskinematischen Modifikation ist eine sequenzielle anstelle einer simultanen Belastung des Werkstücks:

- Sattelpaar A initiiert die primäre plastische Deformation des Werkstoffs,
- Sattelpaar B greift zeitlich verzögert ein,
- der Werkstoff erfährt eine oszillierende, durch Scherung dominierte Wechselbeanspruchung.

Infolgedessen steigt der Scherdehnungsanteil signifikant an, was zu einer gezielten Erhöhung des Umformgrads insbesondere im Zentrum des Querschnitts führt.

NUMERISCHE SIMULATIONEN

Die mit der herstellereigenen Simulationssoftware FemForge (GFM) durchgeführten Finite-Elemente-Analysen (FEA) des Umformprozesses erlauben für identische geometrische Querschnittsabnahmen folgende Rückschlüsse (Bild 4):

- eine annähernde Verdopplung der akkumulierten plastischen Dehnung im Bauteilzentrum,
- eine signifikant homogenere Dehnungsverteilung über den gesamten Werkstückquerschnitt sowie
- das Ausbleiben einer nennenswerten Erhöhung der Randdehnungen.

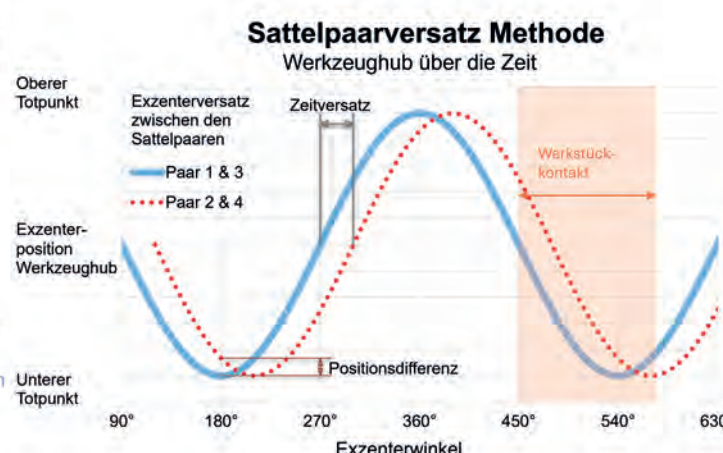
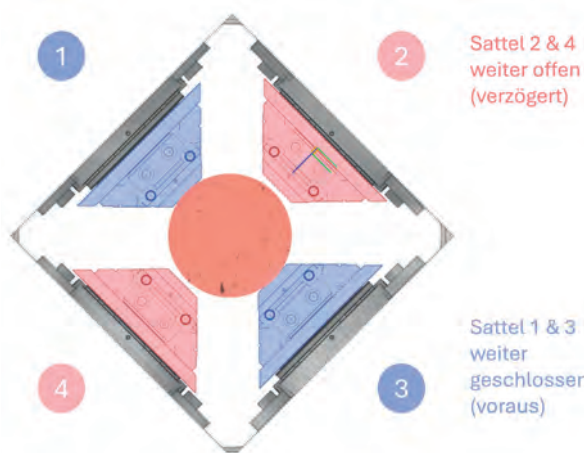


Bild 3: Sattelposition: Sattel-Paar-Versatz-Schmieden (DPOF), links, und Schema: Sattel-Paar-Versatz-Schmieden (DPOF), rechts

Fall #1 Konventionelles Schmieden

	1. Stich	2. Stich
Durchmesser [mm]	345	250
Hübe pro Minute [1/min]	180	180
Einlaufgeschwindigkeit [mm/s]	41	42
Drehschritt [°]	25	25
Versatzwinkel [°]	0	0

Bild 4: Schema: Ergebnisse des Vergleichs mit FEM

Im betrachteten Anwendungsbeispiel (Ausgangsdurchmesser 450 mm, Enddurchmesser 250 mm) stieg die akkumulierte effektive Dehnung im Zentrum von zirka 1,0 beim synchronen Schmieden auf circa 2,25 unter Anwendung des Sattel-Paar-Versatzes. Diese Dehnungswerte liegen deutlich über dem für viele Werkstoffe kritischen Schwellenwert zur Initiierung einer vollständigen Rekristallisation.

EXPERIMENTELLE VERIFIKATION

– Versuchsaufbau

Zur experimentellen Validierung der numerischen Ergebnisse wurden industrielle Schmiedeversuche auf einer Radialschmiedemaschine des Typs RX-40 durchgeführt (Bild 1).

Als Versuchswerkstoff kam der Vergütungsstahl 42CrMo4 zum Einsatz, da dieser aufgrund seines charakteristischen Umform- und Fließverhaltens eine präzise und reproduzierbare Analyse des Defektschließungsverhaltens erlaubt.

Für die Versuchsreihen wurden sechs zylindrische Rohteile mit einem Durchmesser von 300 mm und einer Länge von 1.680 mm vorbereitet und mit definierten Bohrungen zur Simulation künstlicher innerer Defekte gemäß den Bildern 5 und 6 versehen. Um eine

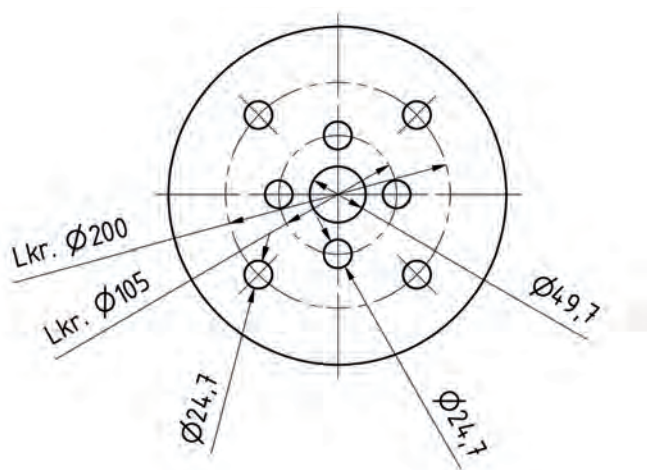


Bild 6: Bohrskizze (links) und Stirnseite des Rohlings nach dem Bohren (rechts)



Bild 5: Rohlinge nach dem Bohren

oxidative Zunderbildung innerhalb der Defekte während der Erwärmung zu minimieren, wurden die Probenkörper stirnseitig mit aufgeschweißten Abdeckplatten gasdicht verschlossen (Bild 7):

Die anschließende Umformung erfolgte zu gleichen Teilen: Drei Rohteile wurden mittels des konventionellen synchronen Radialschmiedeprozesses (ohne Exzenterversatz) umgeformt, während die verbleibenden drei Proben unter Anwendung eines Exzenterversatzes von 30° geschmiedet wurden. Alle weiteren kinematischen und thermomechanischen Prozessparameter wie Hubfrequenz, Vorschubgeschwindigkeit, Drehwinkel und Querschnittsabnahmen wurden hierbei strikt konstant gehalten.

Die Hubfrequenz wurde konstant auf 180 min⁻¹ und der Drehschritt auf 20,4° eingestellt. Aus dem gewählten Exzenterversatz resultiert im konkreten Prozessgefüge ein zeitlicher Versatz der Sattelachsen von 28 ms und damit ein vertikaler Höhenversatz von 4,82 mm. Die Details der Stiche (Stichfolge und Werkzeuglänge) zeigt Bild 8.

– Probenpräparation

Nach Abschluss des Schmiedeprozesses wurden die Probenkörper segmentiert und gemäß einem vordefinierten Schnitt-





Bild 7: Rohlinge vor dem Erwärmen

schema nach Bild 9 aufgetrennt. Die werkstoffkundliche und geometrische Bewertung der umgeformten Proben basierte auf folgenden Untersuchungsmethoden:

- der optischen Vermessung und Digitalisierung der verbleibenden Defektquerschnittsflächen,
- der vergleichenden statistischen Auswertung der Defektgeometrien sowie
- komplementären Härteprüfungen (nach Vickers) entlang des gesamten Bauteildurchmessers.

– Ergebnisse der Härtemessungen

Zur vergleichenden Analyse wurde für die Proben 1 bis 3 (mit Exzenterversatz) sowie für die Proben 4 bis 6 (konventionelle Fahrweise) jeweils der arithmetische Mittelwert der Härtewerte gebildet (Bild 10). Zwischen den beiden Schmiedestrategien konnte kein statistisch signifikanter Unterschied im Härteniveau nachgewiesen werden. Auch der radiale Härteverlauf zeigte sich über den gesamten Querschnitt hinweg konstant. Infolgedessen ließ sich über die makroskopische Härteprüfung im vorliegenden Zustand keine direkte Korrelation zur lokalen Korngrößenverteilung ableiten.

– Ergebnisse der Defektgrößen

Die quantitative Analyse umfasste sowohl die Evaluierung der globalen Defektgeometrie als auch die planimetrische Bestimmung der zentralen Bohrungsfläche.

Exemplarisch für diese Auswertemethodik sind die Ergebnisse der Probe 6.2 nachfolgend dargestellt (Bild 11) und für alle Werkstücke in Bild 12 zusammengefasst.

Zusammenfassend dokumentieren die Ergebnisse folgende Kernerkenntnisse:

- Bei allen unter Anwendung des Sattel-Paar-Versatz-Schmiedens gefertigten Proben reduzierte sich die verbleibende Defektfläche maßgeblich.

Querschnitt	Durchmesser [mm]	Längung	Reduktion [%]	Gesamtlängung	Gesamt-Reduktion	Länge [mm]
1 (Rohteil)	300,0					1680
2 (nach erstem Stich)	259,8	1,33	25,0			2240
3 (nach zweitem/letztem Stich)	225,0	1,33	25,0	1,78	43,75	2987

Bild 8: Stichfolge und Werkstücklänge

- Die Defektkonsolidierung im Bauteilzentrum ist im Vergleich zum konventionellen Synchronschmieden signifikant gesteigert.
- Die gemessenen radialen Härteverläufe weisen keine statistisch signifikanten Abweichungen auf. Dies bestätigt die Hypothese, dass der beobachtete Effekt primär auf den modifizierten Dehnungszustand und nicht auf thermisch induzierte Gefügeänderungen infolge veränderter Abkühlbedingungen zurückzuführen ist. Die empirischen Befunde validieren somit direkt die Prädiktionen der vorangegangenen FEM-Simulationen.

WERKSTOFFTECHNOLOGISCHE ANWENDUNGSPOTENZIALE

– Nickelbasis Superlegierungen (zum Beispiel Inconel 718)

Nickelbasis-Superlegierungen stellen die anspruchsvollste Werkstoffklasse dar und fungierten als primärer Entwicklungstreiber für das Sattel-Paar-Versatz-Schmieden. Diese Werkstoffe weisen eine niedrige Stapelfehlerenergie auf und rekristallisieren im relevanten Schmiedefenster nahezu aus-

Restlänge	L = 30	L = 800	L = 30	L = 800
1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
2.5	2.4	2.3	2.2	2.1
3.5	3.4	3.3	3.2	3.1
4.5	4.4	4.3	4.2	4.1
5.5	5.4	5.3	5.2	5.1
6.5	6.4	6.3	6.2	6.1

Proben für Analyse

Bild 9: Schnitt- und Bezeichnungsschema

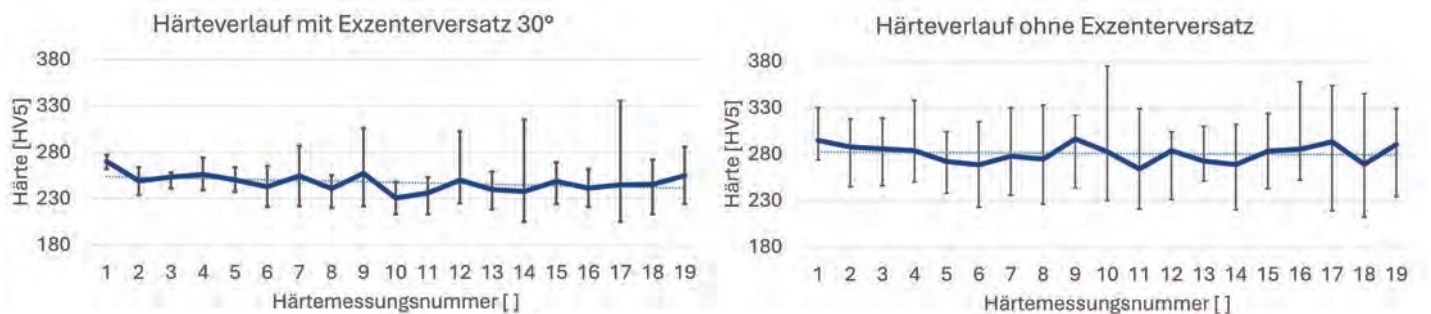


Bild 10: Härteverlauf von innen nach außen – mit DPOF (links) und Härteverlauf von innen nach außen – Synchronmodus (rechts)

schließlich über diskontinuierliche dynamische Rekristallisation (DDR). Hierfür ist – insbesondere im Subsolvus-Bereich – eine lokale Mindestdehnung im Bereich von $\epsilon \approx 0,3$ bis $0,4$ erforderlich.

Die FEM-Simulationen zeigen, dass diese kritische Dehnung beim konventionellen Synchronschmieden im Zentrum großer Querschnitte häufig unterschritten wird. Durch das Sattel-Paar-Versatz-Schmieden steigt die akkumulierte effektive Dehnung im Zentrum hingegen signifikant an (im dargestellten Fall um mehr als das Zweifache von $\epsilon \approx 1,0$ auf $\epsilon \approx 2,25$). Damit wird der kritische Schwellenwert sicher überschritten, was eine vollständige Rekristallisation auch im Bauteilkern gewährleistet.

Der wesentliche technologische Vorteil resultiert folglich in:

- der Eliminierung thermodynamisch inaktiver Gefügezonen („tote Zonen“) im Zentrum,

- einer homogenen ASTM-Korngröße über den gesamten Querschnitt sowie
- reproduzierbaren mechanischen Eigenschaften, insbesondere unter Ermüdungs- und Kriechbeanspruchung.

Speziell für rotierende Luftfahrtkomponenten wie Wellen, Scheiben oder Verdichterstufen ist dieser Effekt von fundamentaler Bedeutung.

– Rostfreie Stähle (austenitisch und martensitisch)

Austenitische rostfreie Stähle (zum Beispiel AISI 304/316) weisen eine vergleichsweise hohe Rekristallisationsneigung auf, neigen jedoch bei großen Bauteildurchmessern ebenfalls zu inhomogenen Dehnungsverteilungen. Im konventionellen Radialschmiedeprozess resultiert dies häufig in stark umgeformten Randzonen bei gleichzeitig unzureichend plastisch deformiertem Bauteilkern.

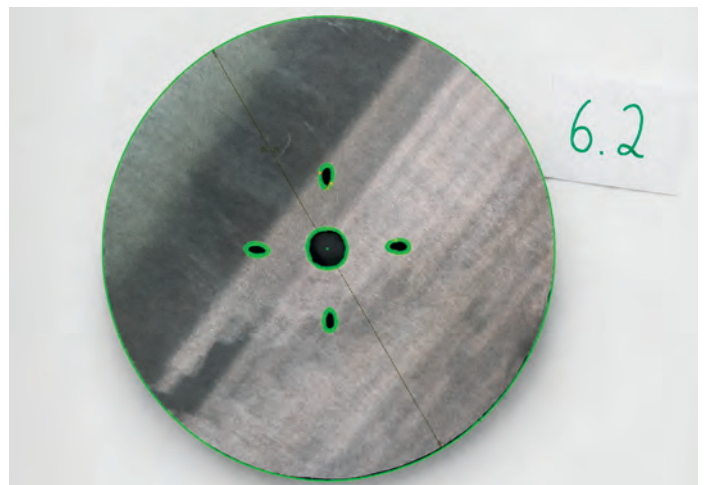
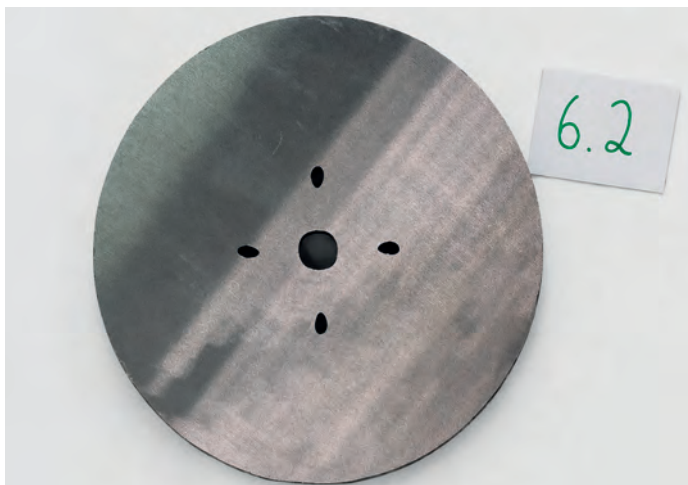


Bild 11: Probe für Defektgrößenauswertung (links) und grafische Auswertung der Defektgrößen (rechts)

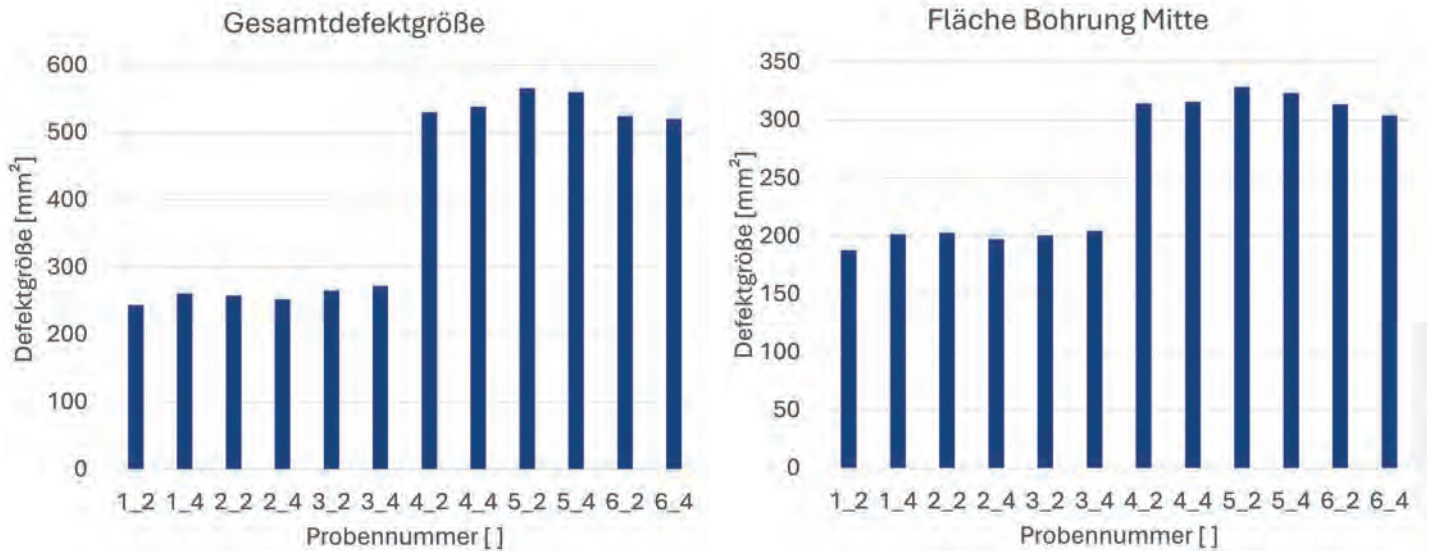


Bild 12: Unterschiede in den Defektgrößen – gesamt (links) und Unterschiede in den Defektgrößen – Bohrung Mitte (rechts)

Durch den erhöhten Scherdehnungsanteil beim Sattel-Paar-Versatz-Schmieden wird:

- der Versetzungsaufbau im Kernzentrum intensiviert,
- die Rekristallisation homogen über den gesamten Querschnitt aktiviert sowie
- eine uniforme Korngrößenverteilung erzielt.

Für martensitische rostfreie Stähle ergibt sich additiv der Vorteil einer effizienteren Schließung von Mikrolunkern und Seigerungszone bereits während der Warmumformung, was die Zähigkeitseigenschaften und die Bruchdehnung signifikant verbessert.

– Warmarbeitsstähle (zum Beispiel H13/1.2344/1.2367)

Warmarbeitsstähle weisen aufgrund ihres hohen Legierungs- und Karbidgehalts einen erhöhten Rekristallisationswiderstand auf. Gleichzeitig reagieren diese Werkstoffe empfindlich auf inhomogene Umformbedingungen, da grobe Karbidcluster und ausgeprägte Seigerungsbänder die Standzeit der daraus gefertigten Werkzeuge drastisch limitieren.

Das Sattel-Paar-Versatz-Schmieden bewirkt in dieser Werkstoffklasse:

- eine intensivere plastische Durcharbeitung des Bauteilzentrums,
- eine effizientere Fragmentierung und homogenere Verteilung der primären Karbidphasen sowie
- eine Reduzierung der Anisotropie (Richtungsabhängigkeit) der mechanischen Eigenschaften.

Dies führt folglich zu einer gesteigerten Warmrissbeständigkeit und einer signifikant erhöhten Lebensdauer von Druck- und Umformwerkzeugen.

– Kaltarbeitsstähle (zum Beispiel D2 / 1.2379)

Kaltarbeitsstähle stellen aufgrund ihres sehr hohen Volumenanteils an Primärkarbiden eine besondere werkstofftechnologische Herausforderung dar. Die thermomechanische Rekristallisation wird hierdurch maßgeblich gehemmt, sodass eine unzureichende Verformung des Bauteilkerns zu ausgeprägten mikrostrukturellen Inhomogenitäten führt.

Der erhöhte Schubspannungsanteil beim Sattel-Paar-Versatz-Schmieden begünstigt in diesem Kontext:

- das Aufbrechen primärkarbidreicher Phasen und Cluster,
- die verbesserte Schließung innerer Defekte und Poren sowie
- die Ausbildung einer homogener verteilten Karbidmorphologie bereits im as-forged-Zustand.

Dies wirkt sich unmittelbar positiv auf die Maßhaltigkeit nach der abschließenden Wärmebehandlung sowie auf die Verschleißfestigkeit der finalen Komponente aus.

– Defektschließung – quantitative Auswertung

Die experimentellen Untersuchungen am Vergütungsstahl 42CrMo4 liefern einen quantitativen Nachweis des verfahrenstechnischen Effekts. In Bild 13 (Versuchsreihe RX-40) ist die verbleibende Defektfläche der künstlich eingebrachten Kernbohrungen vergleichend gegenübergestellt. Die messtechnische Auswertung dokumentiert folgende Charakteristika:

- Beim konventionellen Synchronschmieden verbleiben signifikante Defektflächen in einer Größenordnung von 500 mm² bis 560 mm².
- Durch den Einsatz des Sattel-Paar-Versatz-Schmiedens reduziert sich die verbleibende Defektfläche auf ein Intervall von 240 mm² bis 270 mm².



Bild 13: Defektgrößen mit DPOF(links), sowie Defektgrößen ohne DPOF (rechts), Bilder: Autoren

Dies entspricht einer Defektreduktion um circa 50 Prozent bei identischen geometrischen Abmessungen und Prozessparametern. Die metallografische Auswertung der Schlibfbilder zeigt darüber hinaus eine signifikant stärker geschlossene und kompaktere Defektkontur im Zentrum der versetzt geschmiedeten Proben. Diese Ergebnisse korrelieren in hohem Maße mit den mittels FEM prognostizierten höheren Kerndehnungen.

DISKUSSION

Das Sattel-Paar-Versatz-Schmieden stellt keinen rein inkrementellen, sondern einen paradigmatischen Entwicklungsschritt im Radialschmieden dar. Anstatt den Prozess ausschließlich über die klassischen Parameter wie Temperatur, Querschnittsabnahme oder Hubfrequenz zu optimieren, wird erstmals die zeitliche Sequenzierung der Umformung als gezielte Prozessvariable genutzt. Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, dass keine konstruktiven Modifikationen der Maschinenmechanik erforderlich sind; der Effekt wird rein über die gezielte Steuerung der bestehenden Kinematik realisiert. Dies begründet die hohe industrielle Relevanz und unmittelbare wirtschaftliche Implementierbarkeit des Verfahrens.

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

Mit dem Sattel-Paar-Versatz-Schmieden wurde ein neuartiges Radialschmiedeverfahren entwickelt und erfolgreich validiert. Die wesentlichen Erkenntnisse dieser Arbeit lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Steigerung der Kernbeanspruchung: Das Verfahren erhöht die effektive plastische Dehnung im Werkstückzentrum signifikant um etwa das Zweifache.
- Verbessertes Defektschließverhalten: Anhand künstlich eingebrachter Defekte wurde eine Reduzierung der Defekt-

größe um zirka 50 Prozent sowie eine kompaktere Konsolidierung der Kernzone nachgewiesen.

- Gefügehomoogenisierung: Das DPOF-Verfahren ermöglicht erstmals eine reproduzierbare, vollständige Rekristallisation im Bauteilkern und somit ein homogenes Gefüge über den gesamten Querschnitt.

Die erfolgreiche Kombination aus numerischer Simulation und industrieller Verifikation demonstriert das erhebliche Potenzial dieses Ansatzes zur Effizienzsteigerung und Qualitätsoptimierung in der Massivumformung. Zukünftige Arbeiten werden sich auf folgende Schwerpunkte konzentrieren:

- Die detaillierte, quantitative Gefügeanalyse an realen Bauteilen aus Nickelbasis-Superlegierungen,
- die Skalierung und Übertragung des DPOF-Prinzips auf weitere Maschinentypen und größere Bauteildimensionen sowie
- die Entwicklung und Optimierung adaptiver, prozessgesteuerter Versatzstrategien.



GFM GmbH

Ennsner Straße 14
A-4403 Steyr
Telefon: +43 7252 898 0
E-Mail: info@gfm.at
Internet: www.gfm.at



Bild: Hydro Aluminium

Der Einfluss von Zirkonium auf die Eigenschaften von Al-Mg-Si-Schmiedevormaterial

Aluminiumlegierungen der 6xxx-Serie (Al-Mg-Si) sind eine beliebte Werkstoffwahl zur Herstellung hochwertiger Fahrwerks- und Karosserieteile wie beispielsweise Schwenklager, Radträger und Lenker. Vor einigen Jahren führte Hydro Aluminium das HyForge™-Produkt ein [1] und zeigte in Zusammenarbeit mit Raufoss Technology, dass gegossenes Schmiedevormaterial als Alternative zu stranggepresstem Vormaterial für die Herstellung eines vorderen unteren Querlenkers (FLCA) eingesetzt werden kann. Dies ermöglicht erhebliche Einsparungen bei den Kosten und verringert gleichzeitig die Umweltauswirkungen deutlich [2].

AUTOREN



Endre A. Hennum

ist Senior Research Scientist
bei der Hydro Aluminium AS in Sunndalsøra
(Norwegen)



Ulf H. Tundal

ist Team Manager Extrusion Ingot
bei der Hydro Aluminium AS in Sunndalsøra
(Norwegen)



Magne H. Boge

ist Customer Technical Support Director
bei der Hydro Aluminium AS in Oslo
(Norwegen)



Jørgen Li

ist Senior Technical Specialist, Metallurgy
bei der Raufoss Technology AS in Raufoss
(Norwegen)

Mit zunehmendem Fokus auf den CO₂-Fußabdruck von Rohstoffen ist die Recyclingfähigkeit ebenfalls ein wichtiger Aspekt im Legierungsdesign.



Endre A. Hennum

Getrieben durch Bestrebungen zur Reduzierung von Emissionen und zur Erhöhung der Reichweite von Elektrofahrzeugen hat sich ein allgemeiner Trend zum Leichtbau entwickelt, der zu einer signifikanten Zunahme des Aluminiumanteils in der Automobilindustrie geführt hat.



Magne H. Boge

Für gegossenes Schmiedematerial werden die Eigenschaften des Schmiedebolzens, wie die beim Gießen gebildete durchschnittliche Korngröße, noch wichtiger als bei der stranggepressten Version. Das zugesetzte Zirkonium (Zr) dient einer weiteren Verbesserung der Eigenschaften hochfester Aluminiumlegierungen, beeinträchtigt jedoch gleichzeitig die Wirksamkeit des Kornfeiners [3].

In einer groß angelegten Studie haben Hydro Aluminium und Raufoss Technology die Auswirkungen von Zr im gegossenen Schmiedevormaterial und in der geschmiedeten FLCA-Komponente untersucht. Es hat sich gezeigt, dass Zr bereits bei kleinen Mengen zu größeren Korngrößen sowohl im Schmiedebolzen als auch im Endprodukt führt, was sich negativ auf die Eigenschaften auswirkt. Außerdem wurde nachgewiesen, dass gegossenes Schmiedevormaterial eine hohe Rekristallisationsbeständigkeit aufweist und daher keine Zr-Zusätze benötigt.

Mit zunehmendem Fokus auf den CO₂-Fußabdruck von Rohstoffen ist die Recyclingfähigkeit ebenfalls ein wichtiger Aspekt im Legierungsdesign. In dieser Hinsicht sollte die Anzahl der Legierungselemente idealerweise so gering wie möglich gehalten werden.

DER HYFORGE™-PROZESS

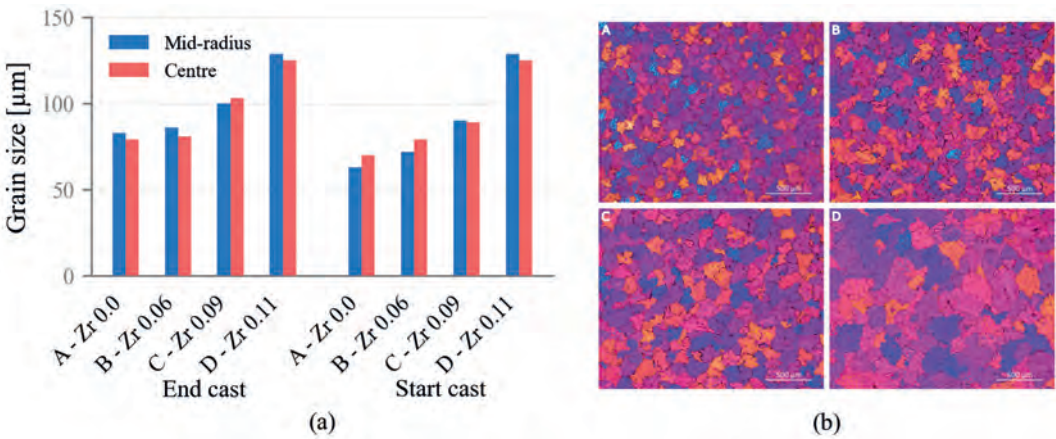
Das zentrale Konzept im HyForge™-Verfahren ist die Verwendung der vertikalen Low-Pressure-Casting (LPC)-Technologie

sowie das horizontale Gussverfahren mit nachgelagertem Schälprozess. Beides zusammen ermöglicht das Gießen von Barren mit kleinem Durchmesser und ausreichend geringen Oberflächenseigerungen, die direkt im Schmiedeprozess entweder homogenisiert oder unhomogenisiert eingesetzt werden können. Im Vergleich zu extrudiertem Material besitzt das gegossene Schmiedevormaterial zudem einige Vorteile wie isotrope Eigenschaften und eine Beständigkeit gegenüber Rekristallisation, da vor dem Schmieden weniger gespeicherte Energie im Material vorhanden ist. Daher verringert gegossenes Schmiedematerial das Risiko, dass sich in bestimmten Zonen des geschmiedeten Bauteils ungewöhnlich große Körner bilden.

ALUMINIUMSCHMIEDETEILE IN FAHRWERKSSYSTEMEN

Getrieben durch Bestrebungen zur Reduzierung von Emissionen und zur Erhöhung der Reichweite von Elektrofahrzeugen hat sich ein allgemeiner Trend zum Leichtbau entwickelt, der zu einer signifikanten Zunahme des Aluminiumanteils in der Automobilindustrie geführt hat [4]. Die Gewichtsreduzierung der Komponenten im Fahrwerkssystem des Fahrzeugs wirkt sich auch erheblich auf die Leistung des Fahrzeugs aus, da sie zur ungefederten Masse beitragen. Bei Elektrofahrzeugen ist dies besonders wichtig, da sie schwerer sind und daher stärkere Bremsen und Fahrwerke benötigen. Mit einem hohen Festigkeits-Gewichts-Verhältnis und guter Korrosions- und Ermüdungsbeständigkeit sowie hervorragender Formbarkeit, die

Bild 1: (a) Korngrößen wurden im mittleren Radius und in der Mittelposition des Bolzens am Anfang und am Ende des Gusses gemessen, (b) Kornstrukturabbildungen für Legierung A-D. Mittlere Radius-Position, Ende des Gusses



komplexe Formen und Designmöglichkeiten ermöglichen, sind 6xxx-Aluminiumschmiedeteile eine attraktive Lösung für leichte Fahrwerkskomponenten [5].

ROLLE DER DISPERSIOIDE IN 6XXX-SERIEN

Um die hohe Festigkeit sowie gleichzeitig Zähigkeit und Ermüdungsbeständigkeit für Automobilanwendungen zu erreichen, ist die Kontrolle der Kornstruktur wichtig. In 6xxx-Legierungen wird dies durch das Legieren mit Übergangselementen wie Mn und Cr erreicht, die kleine Partikel bilden, häufig auch „Dispersoide“ genannt. Die Hauptwirkung dieser Partikel besteht darin, das Kornwachstum zu verlangsamen und so die Rekristallisation während der thermomechanischen Verarbeitung zu hemmen. Sowohl Mn als auch Cr sind Schlüsselkomponenten in den am weitesten verbreiteten 6xxx-Hochfestlegierungen AA6110A und AA6082. Während Mn den Hauptvolumenanteil liefert, können Cr-Zusätze die Verteilung verbessern und die thermische Stabilität der Dispersoidpartikel erhöhen. Bei einem Schmiedeprozess hängt das Ausmaß der Rekristallisation sowohl von den Dispersoiden und dem Verformungsgrad als auch von der im Prozess verwendeten Zeit und Temperatur ab. Schließlich müssen sämtliche Parameter so eingestellt werden, dass die Rekristallisation auf einem akzeptablen Niveau gehalten wird.

VERWENDUNG VON ZR IN ALUMINIUMLEGIERUNGEN

Ein weiteres dispersoidformendes Element im Aluminium ist Zr. Es wurde erfolgreich in anderen Legierungszusammensetzungen wie Al-Cu (2xxx) und Al-Zn-Mg (7xxx) eingesetzt, wo sie kleine und kohärente Al₃Zr-Dispersoide bilden.

Aufgrund des hohen Si-Gehalts zeigt Zr in 6xxx-Legierungen nicht die gleiche Wirksamkeit, da sich überwiegend inkohärente und gröbere Al₃(Zr,Si)-Partikel bilden, die die Rekristallisation weniger wirksam hemmen [6]. Dies hat Legierungsentwickler jedoch nicht davon abgehalten, den Einsatz von Zr weiter zu erforschen und die Leistung durch minimales Legieren mit Zr weiter zu steigern [7]. Es gibt jedoch einen weiteren bekannten Nachteil bei der Verwendung von Zr, nämlich die Herabsetzung der Wirksamkeit der branchenüblichen Al-B-Ti-basierten Kornfeiner [8]. Schon geringe Zr-Gehalte beeinträchtigen die Wirksamkeit der Kornfeinerpartikel als Kristallisationskeime für die Erstarrung von Aluminium erheblich und führen dadurch zu einem gröberen Gussgefüge beziehungsweise zu größeren Körnern.

Damit erscheint Zr als potenziell ungeeigneter Legierungszusatz für gegossenes Schmiedevormaterial, bei dem kleine Korngrößen von entscheidender Bedeutung sind. Ferner kann die durch Zr verursachte Reduzierung der Kornfeinerung die Heiß-

Legierungsbezeichnung	Legierungstyp	Zr. [wt. %]
A	6110A	0,00
B	6110A	0,05
C	6110A	0,09
D	6110A	0,11

Tabelle 1: Versuchslegierungen

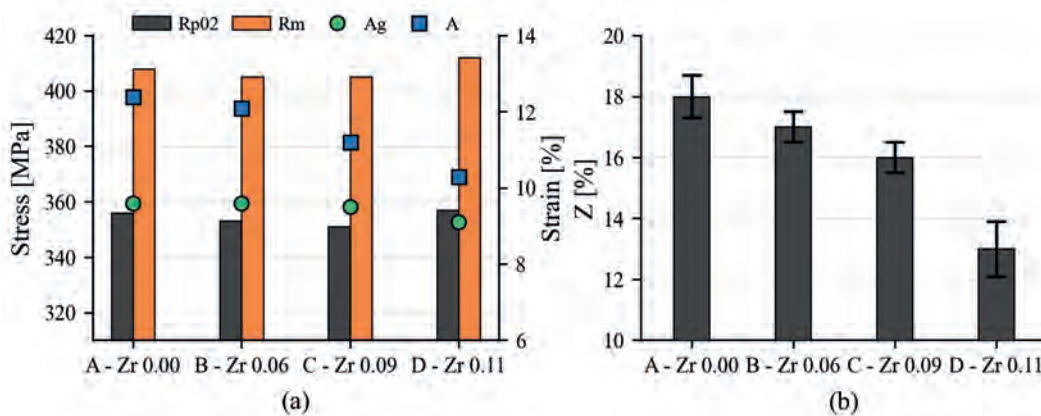


Bild 2: (a) Ergebnisse der Zugversuche am Bolzen nach T6-Wärmebehandlung, (b) Z-Werte (Querschnittsverminderung) aus den Zugversuchen am Bolzen.

rissempfindlichkeit des Werkstoffs während der Erstarrung erhöhen [9]. Dies kann höhere Schrottquoten und niedrigere Gießgeschwindigkeiten zur Folge haben, wodurch die Produktivität der Gießerei sinkt.

Eine verstärkte Kornfeinung kann diesen Effekt nur begrenzt ausgleichen, geht jedoch zulasten einer höheren Verunreinigung des Metalls.

AUSWIRKUNGEN AUF DAS SCHMIEDEVORMATERIAL

Vier 6110A-Legierungen, aufgeführt in Tabelle 1, mit einem Zr-Gehalt von 0,00 bis 0,11 Gew.-%, wurden mit Low-Pressure-Casting-Technologie (LPC) als Ø90-mm-Bolzen in einer Hydro Aluminium-Versuchsgießerei gegossen. Legierungen A-C hatten für alle Legierungselemente die gleiche chemische Zielzusammensetzung, während Legierung D etwas höhere Konzentrationen von Si und Cu aufwies. Den Legierungen wurde vor dem Gießen in der Gießrinne ein Al-Ti-B-Kornfeiner mit einer konstanten Zugabemenge von 1,0 kg/t zugesetzt. Alle Legierungen wurden drei Stunden bei 550 °C homogenisiert.

EINFLUSS AUF DIE KORNFÄINUNG

Die Korngrößen wurden sowohl am Anfang als auch am Ende des Gusses mit dem Linienschnittverfahren (Line-Intercept-Methode) [10] sowie an zwei verschiedenen Positionen im Bol-

zenquerschnitt gemessen. Die in Bild 1(a) dargestellten Ergebnisse zeigen, dass bereits beim niedrigsten untersuchten Zr-Gehalt von 0,06 Gew.-% eine Beeinträchtigung der Wirksamkeit des Kornfeiners auftritt. Die deutlichste Veränderung scheint jedoch beim Anstieg des Zr-Gehalts von 0,09 auf 0,11 Gew.-% zu erfolgen, was auf einen progressiven Effekt hindeuten könnte. Die größeren Körner sind auch in den Polarisationslichtbildern in Bild 1(b) deutlich sichtbar.

MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN

Um den Einfluss des erhöhten Zr-Gehalts auf die mechanischen Eigenschaften des Schmiedevormaterials zu untersuchen, wurden die Bolzen einer T6-Wärmebehandlung unterzogen. Dazu wurden sie zunächst 45 Minuten lang bei 560 °C lösungsgeglüht und anschließend für vier Stunden bei 185 °C warmausgelagert. Anschließend wurden Rundzugproben aus der halben Radiusposition des Bolzens gefertigt und einer Zugprüfung unterzogen.

Die in Bild 2(a) dargestellten Ergebnisse zeigen, dass der erhöhte Zr-Gehalt nur einen sehr geringen Einfluss auf die Streckgrenze (Rp0.2) und die Zugfestigkeit aufweist. Die Bruchdehnung reagiert dagegen deutlich auf die Kornvergrößerung und zeigt einen kontinuierlichen Abfall von Legierung A bis D.

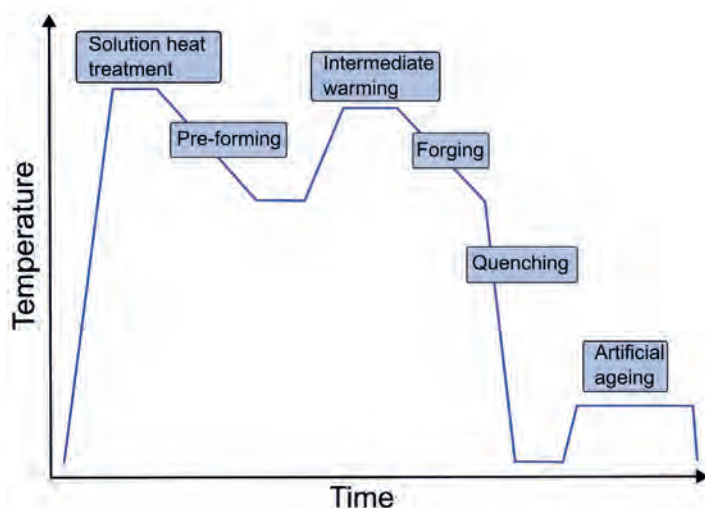


Bild 3: Schematisches Zeit-Temperatur-Diagramm für den T5-Schmiedeprozess

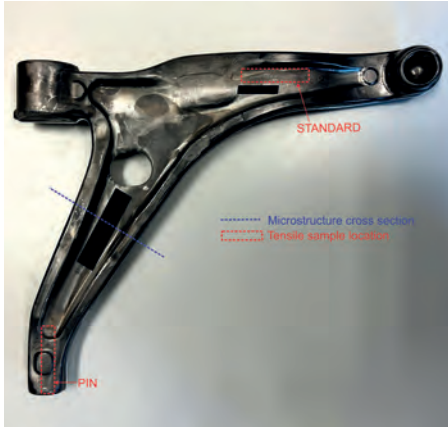


Bild 4: Bild der geschmiedeten FLCA-Komponente mit Positionen für Zugproben (rot) und Querschnitten für Mikrostrukturanalyse (blau)

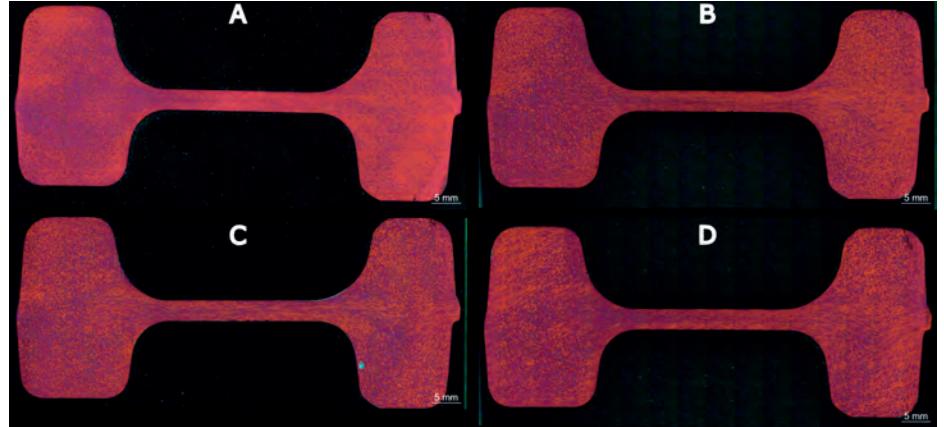


Bild 5: Kornstruktur des geschmiedeten Bauteils durch polarisiertes Licht betrachtet

Auch die Z-Werte, die die prozentuale Verringerung der Querschnittsfläche der Zugprobe beschreiben und in Bild 2(b) dargestellt sind, veranschaulichen mit zunehmendem Zr-Gehalt und wachsender Korngröße eine systematische Abnahme. Insgesamt ist ersichtlich, dass die Zr-Zugaben aufgrund ihres Einflusses auf die Kornfeinung einen negativen Effekt auf die Duktilität des Schmiedevormaterials haben.

Eine geringere Duktilität wirkt sich nachteilig auf die Zähigkeit und die Ermüdungsfestigkeit aus. Ob die größere Korngröße im Schmiedevormaterial jedoch die Eigenschaften des Endprodukts beeinflusst, hängt vom Umformgrad und damit vom jeweiligen Bauteil sowie vom eingesetzten Schmiedeprozess ab.

In den meisten Fällen ist die Verformung in einem Schmiedebauteil jedoch stark inhomogen. Daher werden bestimmte Bereiche des Werkstoffs nur geringfügig verformt und folglich von der größeren anfänglichen Korngröße des Schmiedevormaterials beeinflusst.

SCHMIEDEN UND CHARAKTERISIERUNG DER FLCA-KOMPONENTEN

Die Ø90mm-Schmiedebolzen wurden von Raufoss Aluminium im T5-Verfahren zu einem vorderen unterem Querlenker (FLCA) für einen großen europäischen Automobilhersteller geschmiedet. Der schematische Prozessweg für den Schmiedeprozess ist in Bild 3 dargestellt. Den geschmiedeten FLCA zeigt Bild 4, dort sind die Positionen für Zugproben und Querschnitte für die Mikrostrukturuntersuchung ebenfalls dargestellt.

– Mikrostruktur

Bild 5 zeigt die Kornstruktur der Bauteile. In keiner der untersuchten Legierungen waren Anzeichen einer Rekristallisation festzustellen. Im mittleren dünnwandigen Bereich, der einem hohen Umformgrad ausgesetzt ist, weist das Gefüge die gewünschte faserige Struktur auf, welche durch lange, gestreckte Körner gekennzeichnet ist. Im massiven Querschnittsbereich ist das Material weitgehend unverformt, sodass die Gusskornstruktur in hohem Maße erhalten bleibt. Vergrößerte Aufnahmen desselben Querschnitts im massiven Bereich des Bauteils zeigt Bild 6: Offensichtlich haben größere Körner

im Schmiedevormaterial, die durch den Zr-Gehalt entstehen, auch zu größeren Körnern im massiven Querschnittsbereich des Schmiedebauteils geführt.

– Mechanische Eigenschaften

Für die Ergebnisse der Zugversuche für beide untersuchten Prüfpositionen kann Bild 7 herangezogen werden: Für jede Prüfposition wurden mindestens zwei Bauteile geprüft; die dargestellten Ergebnisse entsprechen dem Mittelwert der jeweiligen Stichprobe.

Die Legierungen weisen ein sehr ähnliches Festigkeitsniveau auf. Die Streckgrenze liegt im Bereich von 362 bis 368 MPa beziehungsweise 349 bis 351 MPa für den Standardbereich beziehungsweise den Zapfenbereich (pin area).

Der Grund für die höhere Streckgrenze im Standardbereich ist der höhere Umformgrad im mittleren Abschnitt (siehe Bild 4). Obwohl dieser Effekt nicht so ausgeprägt ist wie beim Schmiedevormaterial, ist dennoch ein deutlicher negativer Einfluss auf die Bruchdehnung erkennbar. Dieser geht zudem mit einer systematischen Abnahme der Z-Werte sowie der Gleichmaßdehnung (A–Ag) einher, was auf eine Verringerung der Duktilität mit zunehmendem Zr-Gehalt und wachsender Korngröße im Schmiedevormaterial hindeutet.

– Rekristallisationsbeständigkeit

Zur Untersuchung des Zr-Einflusses auf die Rekristallisationsbeständigkeit wurde ein simulierter T6-Prozess durchgeführt. Hierzu wurden aus den Legierungen A–C Proben aus derselben Position entnommen (Bild 4) und anschließend einer Lösungsglühbehandlung bei 550 °C für 30 Minuten (Haltezeit auf Temperatur) unterzogen. Die resultierende Kornstruktur zeigt Bild 8. Bei keiner der untersuchten Legierungen konnten Anzeichen einer Rekristallisation festgestellt werden. Dies zeigt, dass gegossenes Schmiedevormaterial die im T6-Prozess eingesetzte Wärmebehandlung ohne Rekristallisation übersteht.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen dieses industriellen Versuchs konnte nachgewiesen werden, dass bereits geringe Zr-Zusätze die Kornfeinung

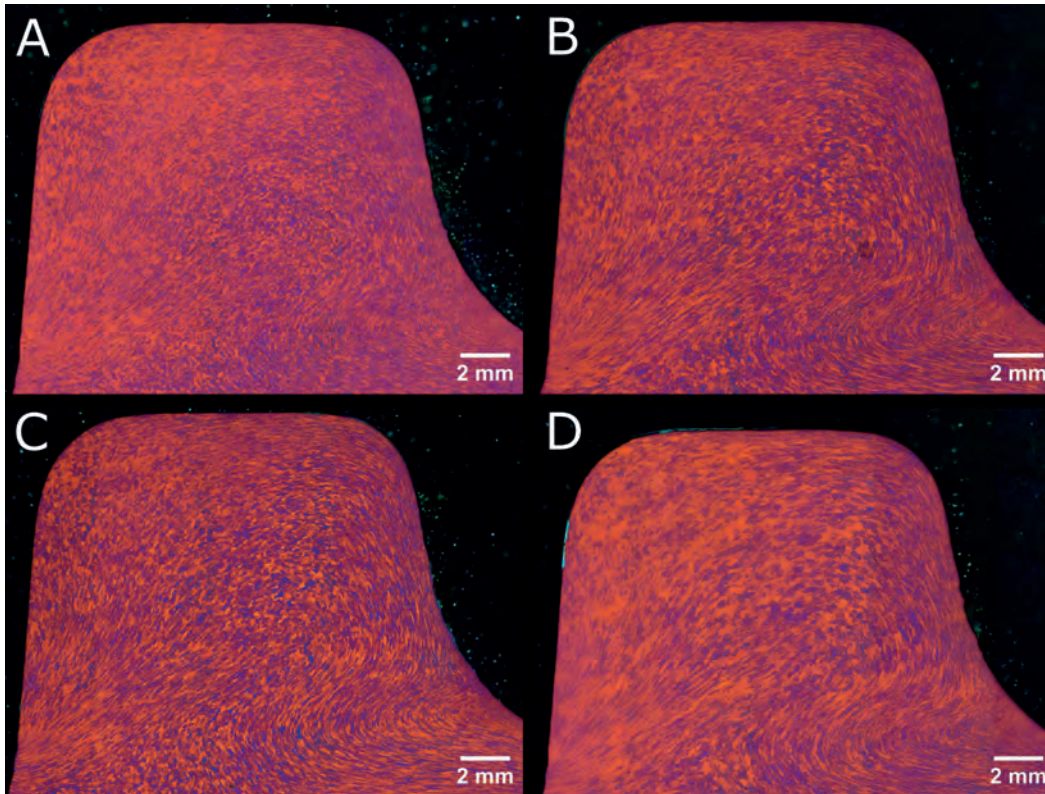


Bild 6: Vergrößerte Bilder der Kornstruktur im massiven Querschnittsbereich des Schmiedebauteils

während des Gießens deutlich beeinträchtigen. Aufgrund der inhomogenen Verformung resultiert dies ebenfalls in größeren Korngrößen im geschmiedeten Bauteil. Die mechanischen Untersuchungen zeigten keinen Einfluss des Zr-Gehalts auf das Festigkeitsniveau. Allerdings wurde aufgrund der vergrößerten Korngröße eine Verringerung der Duktilität festgestellt, was auf eine reduzierte Zähigkeit und Ermüdungsbeständigkeit hindeutet.

Im Rahmen eines simulierten T6-Prozesses konnten bei keiner der untersuchten Legierungen Anzeichen einer Rekristallisation festgestellt werden. Dies belegt, dass gegossenes Schmiedevormaterial bei ausreichender Legierung mit Mn und Cr bereits eine hohe Rekristallisationsbeständigkeit aufweist.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Zr bei gegossenem Schmiedevormaterial einen netto negativen Effekt ausüben

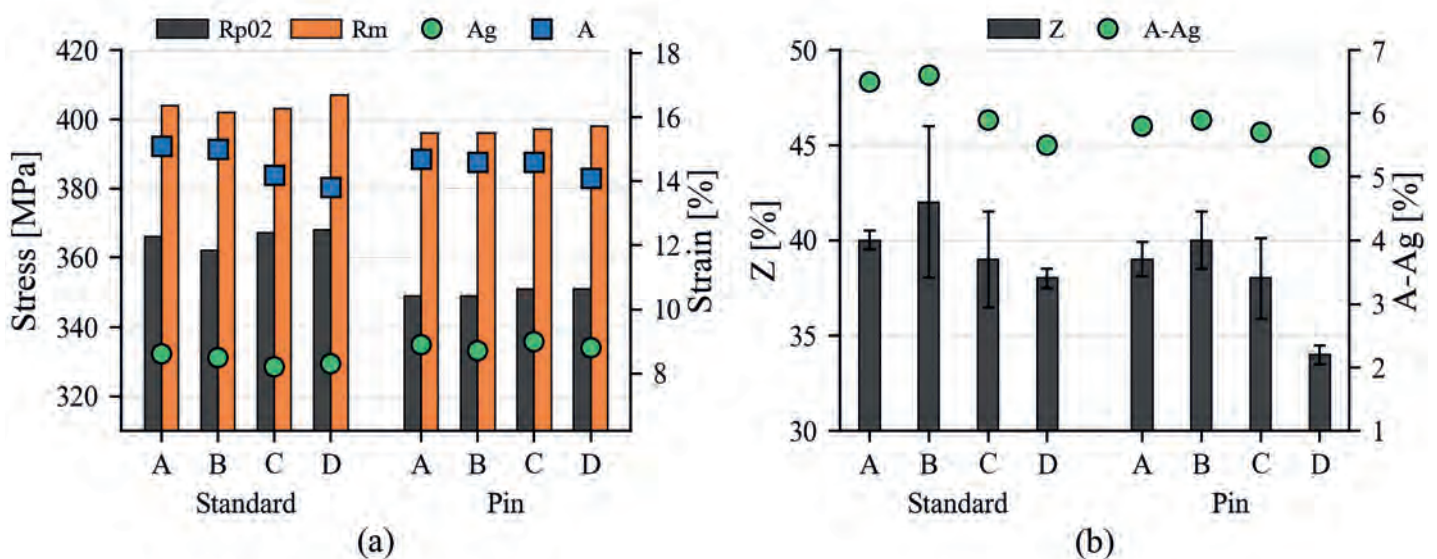


Bild 7: (a) Zugversuchsergebnisse der FLC-A-Legierungen A – D im Standard- und Zapfenbereich (pin area), (b) Z-Werte und Gleichmaßdehnung (A – Ag) im Standard- und Zapfenbereich

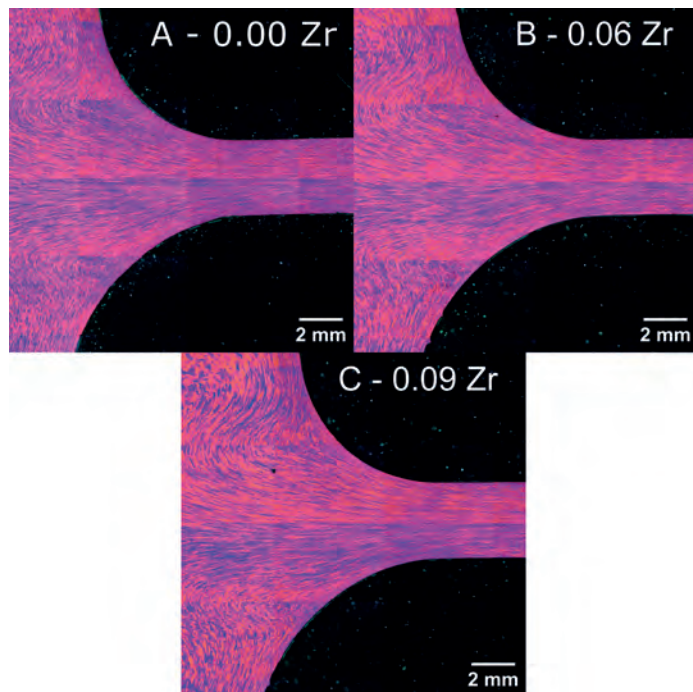


Bild 8: Kornstruktur der lösungsgeglühten Proben der Legierungen A – C
Bilder: Autoren

kann und sein Einsatz daher sorgfältig abgewogen werden sollte. Aufgrund seines bereits bei geringen Konzentrationen nachteiligen Einflusses auf Al-Ti-B-basierte Kornfeinungsmittel ist Zr im Schrottkreislauf als unerwünschtes Legierungselement anzusehen. Dies gewinnt vor dem Hintergrund der zunehmenden Nutzung von End-of-Life-Schrotten zur Reduktion des CO₂-Fußabdrucks in der Aluminiumproduktion weiter an Bedeutung. Folglich sollte Zr nur in Anwendungen eingesetzt werden, die eine hohe Rekristallisationsbeständigkeit erfordern und bei denen die Rekristallisationshemmung durch Mn und Cr in Kombination mit optimierten Wärmebehandlungen nicht ausreichend ist.



[1] Hydro Aluminium AS: HyForge™, <https://www.hydro.com/en/global/aluminium/products/casthouse-products/hyforge/>

[2] Tundal U. et al.: The Potential for Cast Aluminium Forge Stock to Produce High Performance Automotive Suspension Components, Light Metal Age, December 2022

[3] Bunn A. M. et al.: Grain refinement by Al-Ti-B alloys in aluminium melts: a study of the mechanisms of poisoning by zirconium, Materials Science and Technology 15(10), 1999

[4] Ducker Research & Consulting: Aluminium Content in Passenger Vehicles (Europe), 2023, https://european-aluminium.eu/wp-content/uploads/2023/05/2023_04_Aluminium-Content_Ducker-Study_EA-Public-Summary_190423.pdf.

[5] Halonen A.: Automotive Suspension Components Present Opportunity for Aluminium Forgings, Light Metal Age, January 2021

[6] Elasheri A. et al.: Evolution of Zr-Bearing Dispersoids during Homogenization and Their Effects on Hot Deformation and Recrystallization Resistance in Al-0.8%Mg-1.0%Si Alloy, Journal of Materials Engineering and Performance 30, 2021

[7] Zupanič, F. et al.: Microstructure and Properties of a Novel Al-Mg-Si Alloy AA 6086, Metals 11(2), 2021

[8] Wang Y. et al, Mechanism for Zr poisoning of Al-Ti-B based grain refiners, Acta Materialia 164, 2019

[9] Chandia et al, Effect of grain refiner amount on the hot tearing of 6xxx alloys during DC casting, Light Metals, 2012

[10] ASTM E112, Standard Test Methods for Determining Average Grain Size, ASTM International (2025)



Dieser Beitrag basiert auf einer englischen Version, die erstmals veröffentlicht wurde in «Light Metal Age, The International Magazine of the Light Metal Industry», June 2026, Volume 84, No. 3, <https://www.lightmetallage.com/>



Hydro Aluminium Deutschland GmbH
Blindeisenweg 21
41468 Neuss
Telefon: +49 172 293 3265
Email: tuschar.biswal@hydro.com
Internet: www.hydro.com



ELO-THERM

SMS  **group**

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.

SMS Elotherm GmbH – Leading Partner in the World of Induction



www.sms-elotherm.com

Mit Faktor zehn in die Zukunft: Umformen statt Zerspanen



Bei der baier & michels GmbH & Co. KG in Ober-Ramstadt startet der Hochlauf einer neuen Fertigung für langschaftige Präzisionsteile mit komplexen Profilen. Eine 125-Tonnen-Walzmaschine und ein eigens entwickeltes Umformverfahren ersetzen zerspanende Prozesse: b&m-ECCO TEC® ermöglicht höhere Ausbringungsmengen sowie spürbare Material- und CO₂-Einsparungen.

AUTOREN



Olaf Ambros

ist Mitglied der Geschäftsleitung und leitet die Bereiche Technik sowie Forschung & Entwicklung bei der baier & michels GmbH & Co. KG in Ober-Ramstadt



Andreas Wollny

ist Corporate Communications Manager bei der baier & michels GmbH & Co. KG in Ober-Ramstadt

Durch Kaltumformung Drehteile herstellen? Das war in unserer Branche undenkbar. Wir haben mit b&m-ECCO TEC® Neuland betreten und sind bis heute das einzige Unternehmen, das das in diesem Umfang anbieten kann.



Olaf Ambros

Das Verfahren vereint die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten des Zerspanens mit den Vorteilen der Kaltmassivumformung.



Andreas Wollny

Durch das 15 mal 6 Meter weit geöffnete Hallendach schwebt der gewaltige Grundkörper der weltweit größten Flachbalkenwalzmaschine langsam in die neue Produktionsstätte von baier & michels – ein logistischer Vorgang, der sorgfältig geplant werden musste. Mit montierten Anbauteilen bringt die Maschine 125 Tonnen auf die Waage. Als sie schließlich auf ihrem Fundament steht, ist klar: Dies markiert den nächsten Abschnitt eines Projekts mit Signalwirkung für die Umformtechnik.

Das Herzstück der neuen Fertigung liefert 400 Kilowatt Leistung sowie bis zu 60.000 Newtonmeter Drehmoment. Diese Kraft setzt den Kurbeltrieb in Gang, der eine Masse von 3,5 Tonnen bewegt. Gesteuert wird die Anlage von einem selbstlernenden Regelungssystem aus eigener Feder. Technologisch flankiert wird die Superlativanlage vom firmeneigenen Verfahren b&m-ECCO TEC® (Ecological Coldforming Technology).

Es überträgt das Prinzip der Kaltmassivumformung auf Bauteile, die bislang überwiegend zerspanend gefertigt wurden – etwa Schneckenwellen, Stellspindeln, aber auch Kugelbolzen und Kolbenstangen. Der Grundsatz lautet: umformen statt zerspanen. Da keine Späne entstehen und komplette Prozessschritte entfallen, lassen sich bis zu 250 Millimeter lange Präzisionsteile nun spanlos, direkt einbaufertig sowie mit deutlich höheren Taktzahlen und besserer Materialeffizienz herstellen.

„Mit Blick auf die metallverarbeitende Industrie bringt dieses Verfahren ein stark disruptives Potenzial mit“, sagt Rainer Bürkert, Mitglied der Konzernführung der Würth Gruppe, zu der baier & michels gehört. „Wo traditionell bei der zerspanenden Herstellung komplexer Bauteile, etwa einer Schneckengetriebewelle, rund vier bis sechs Teile pro Minute entstehen, sind nun bis zu 40 Teile möglich – also nahezu das Zehnfache“. Zusätzlich verbessert sich laut Rainer Bürkert die Ökobilanz; je nach Bauteilgeometrie seien Material- und CO₂-Einsparungen von bis zu 67 Prozent realisierbar.



Im Aktuator der Burger Group: eine spanlos gefertigte Schneckenwelle von baier & michels – schneller als im herkömmlichen Verfahren hergestellt und sofort einbaufertig.



Formvielfalt trifft auf enge Toleranzen: Das b&m-ECCO TEC® genannte Fertigungsverfahren schafft neue Spielräume für anspruchsvolle Außengeometrien von Kaltformteilen.



Disruptive Größe: Die Maschine nimmt eine Fläche von mehr als 60 Quadratmetern ein. Gut 28.000 Stunden Entwicklungsarbeit investierte baier & michels in dieses Projekt.

Die Vorteile sind nicht nur prozessual, sondern auch materialwissenschaftlich begründet. Beim Kaltmassivumformen werden die Materialfasern nicht getrennt; die Versetzungsdichte im Kristallgitter steigt, das Bauteil verfestigt sich, die Oberfläche wird verdichtet und besonders glatt. Häufig kann dadurch eine energieintensive Wärmebehandlung entfallen – insbesondere bei AFP-Stählen, die hohe Festigkeit mit guter Duktilität verbinden. Gleichzeitig erweitert b&m-ECCO TEC® den Gestaltungsspielraum der Außengeometrien: Hinterschnitte, Verzahnungen, Lagersitze und Kugelkonturen sind ebenso umsetzbar wie Funktionsflächen mit engsten Toleranzen. Heute fertigt baier & michels Formteile mit hohen Oberflächengütern sowie Rundlauf- und Durchmessertoleranzen von unter zehn Mikrometern – ein Spitzenwert in der Branche. Laufverzahnungsqualitäten bis Klasse 5 lassen sich dabei prozessstabil herstellen.

Wie sich dieses Leistungsniveau in der Anwendung niederschlägt, zeigt ein aktuelles Projekt aus der Antriebstechnik. Es steht beispielhaft für mehrere Aufträge und Kooperationen, die der Kaltumformungsspezialist derzeit branchenübergreifend realisiert. So punkten die von baier & michels hergestellten Schneckenwellen unter anderem in den drehmomentstarken Aktuatoren der „High Torque“-Produktfamilie der Burger Group. „Die modular aufgebauten Aktuatoren eignen sich für 12V-CAN-Agrar- und 24V-CAN-Off-Highway-Anwendungen – etwa zur exakten Ventilregelung oder zur Teilbreitenabschaltung in Einzelkornsämaschinen“, erklärt Johannes Maier, Head of Business Unit Actuators des Getriebetechnikherstellers mit Sitz in Schoenach (Schwarzwald).



Präzision im Detail: Die optische 3D-Messtechnik ermöglicht eine hochgenaue Erfassung und Analyse komplexer Geometrien und feinsten Oberflächenstrukturen. Bilder: b&m/Rüdiger Dunker

„Dank b&m-ECCO TEC® können wir maschinenfallende Teile mit reproduzierbarer Präzision und hervorragender Oberflächenqualität spanlos herstellen – und das in Ausbringungsmengen, die den industriellen Maßstab neu definieren“, sagt Olaf Ambros, Mitglied der Geschäftsleitung sowie Leiter Technik und Forschung & Entwicklung bei baier & michels. „Für unsere Kunden heißt das: Dieses Verfahren reduziert sowohl die Produktionskosten als auch den ökologischen Fußabdruck.“

Die neue Fertigungslinie in Ober-Ramstadt bildet dafür die Basis: ein hauseigen konzipierter Maschinenpark und ein lernfähiges Regelungssystem, ausgelegt auf Skalierbarkeit im Sinne einer effizienten Massenfertigung. Und deshalb ist laut Olaf Ambros die Installation der 125-Tonnen-Walzmaschine weit mehr als ein Meilenstein für das Unternehmen: „Sie ist der Startpunkt für eine Fertigung, die das spanlose Herstellen langer Präzisionsteile in die industrielle Breite bringt.“



baier & michels GmbH & Co. KG
Carl-Schneider-Straße 1
64372 Ober-Ramstadt/Rohrbach
Telefon: +49 6154 6960-0
E-Mail: info@baier-michels.com
Internet: www.baier-michels.com

PRESSTRADE®



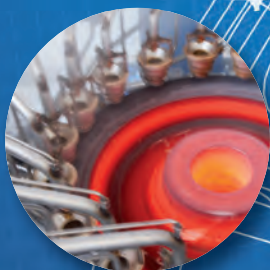
Gebrauchtmaschinen



Neumaschinen



Service & Support



Sonderanlagen



Engineering für die Schmiedeindustrie

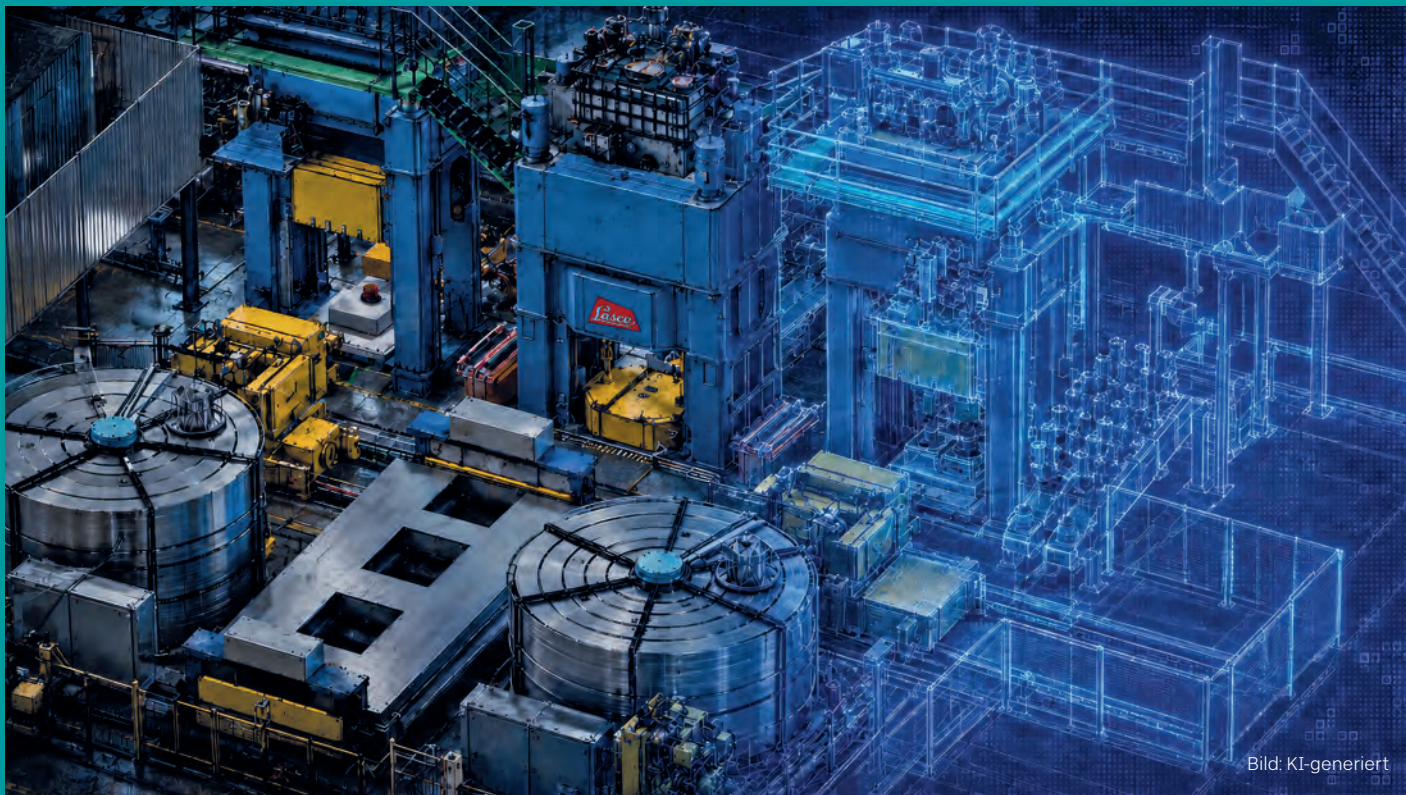


Logistik

www.presstrade.com

Presstrade AG · Angensteinerstrasse 6 · CH-4153 Reinach BL · Schweiz

Fon +41 61 716 20 00 · info@presstrade.com · www.presstrade.com



Neue Anforderungen an Automatisierung und Digitalisierung der Umformtechnik

Luftfahrtindustrie vor einem Technologiesprung

Die Luftfahrtindustrie und ihre Produktionsverfahren befinden sich in einer tiefgreifenden Transformation. Steigende Produktionsraten, anspruchsvolle Werkstoffe und wachsende Anforderungen an Qualität, Rückverfolgbarkeit und Ressourceneffizienz zwingen Hersteller und Zulieferer, bestehende Fertigungskonzepte weiterzuentwickeln. Der Umformtechnik kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da zahlreiche sicherheitskritische Strukturbauteile für Verkehrs- und Militärflugzeuge durch Umformprozesse hergestellt werden.

AUTOR



Dipl. Ing. (FH)
Sebastian Frank

ist Senior Sales & Development Manager
bei der LASCO Umformtechnik GmbH
in Coburg



Die Umformmaschine bleibt das Herzstück – doch erst Automation, Prozesswissen und Daten machen daraus das Produktionssystem der Zukunft. Doch auch bewährte Anlagenstrukturen können durch Retrofitmaßnahmen erhalten und mit kalkulierbaren Investitionen für neue Aufgaben weiterentwickelt werden.



Sebastian Frank

Während die Automobilindustrie seit vielen Jahren durch hochautomatisierte und digital vernetzte Produktionslinien geprägt ist, erfolgte diese Entwicklung in der Luftfahrt aufgrund kleiner Losgrößen, hoher Variantenvielfalt und langer Produktlebenszyklen bislang deutlich langsamer. Die nun geforderte Steigerung der Produktionskapazitäten erfordert deshalb einen Technologiesprung: Produktivität, Flexibilität, Automatisierung und Digitalisierung müssen künftig wesentlich stärker miteinander verbunden werden.

PRODUKTIONSKAPAZITÄTEN MÜSSEN DEUTLICH STEIGEN

Airbus und Boeing verfügen über historisch hohe Auftragsbestände und bauen ihre Produktionskapazitäten entsprechend aus. Airbus investiert dabei sowohl in europäische Standorte als auch in zusätzliche Kapazitäten in den USA und China. Im Mittelpunkt stehen höhere Produktionsraten, stabilere Lieferketten und eine größere Flexibilität des globalen Produktionsnetzwerks.

Diese Entwicklung setzt sich entlang der Lieferkette fort. Zulieferunternehmen müssen höhere Ausbringungsraten realisieren und gleichzeitig höchste Anforderungen an Prozesssicherheit, Qualität, Dokumentation und Ressourceneffizienz erfüllen. Für die Umformtechnik bedeutet dies: Nicht mehr allein die Leistungsfähigkeit der einzelnen Maschine entscheidet. Zu-

nehmend bestimmt das abgestimmte Zusammenspiel von Umformprozess, Automatisierung, Material- und Werkzeughandling sowie digitaler Prozessüberwachung die Leistungsfähigkeit des gesamten Produktionssystems.

UMFORMTECHNIK ZWISCHEN PRODUKTIVITÄT UND FLEXIBILITÄT

Die Entwicklungen in der Luftfahrtindustrie verdeutlichen exemplarisch, wie sich die Anforderungen an moderne Umformanlagen verändern. Einerseits nehmen Bauteilabmessungen und Werkstoffanforderungen zu, andererseits müssen Rüstzeiten verkürzt, Anlagen flexibler genutzt und Fertigungskosten reduziert werden.

Besonders anspruchsvoll ist die Verarbeitung von Titan-, Aluminium- und Nickelbasislegierungen. Diese Werkstoffe verfügen über enge Prozessfenster hinsichtlich Temperatur, Umformgrad und Umformgeschwindigkeit. Bereits bei der Auslegung einer Fertigungslinie müssen deshalb sämtliche Prozessschritte – vom Erwärmen über den Materialtransport bis zur eigentlichen Umformung – exakt aufeinander abgestimmt werden.

Insbesondere bei großen Bauteilen und längeren Transferwegen ist die Temperaturführung von entscheidender Bedeutung. Analog zur bekannten „Kühlkette“ muss bei der Warm-

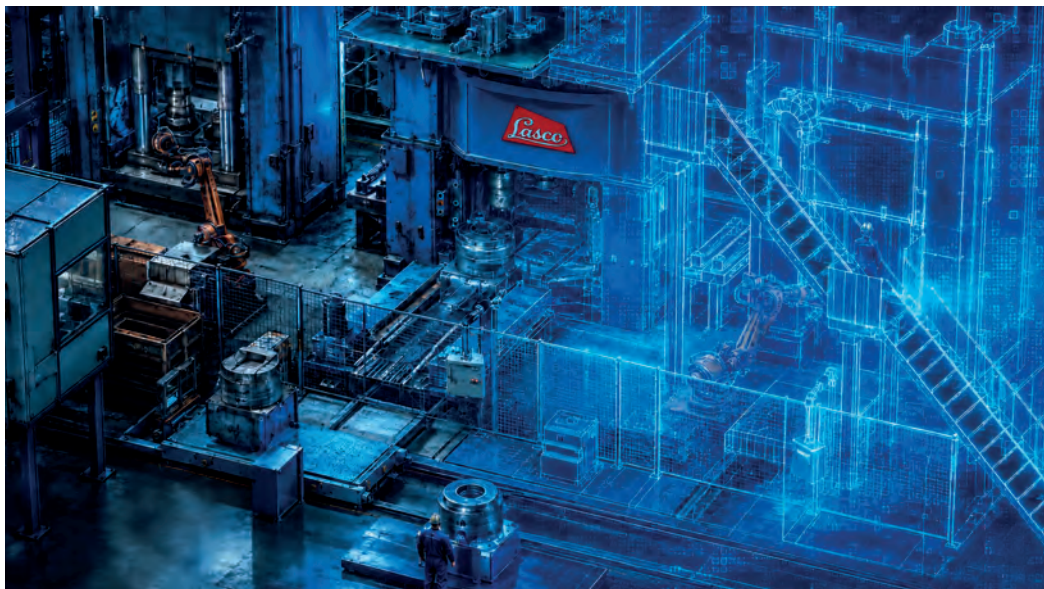


Bild 1: LASCO Gegenschlaghammer – GH 4000 – Werkzeugwechselsystem, CAD, KI-optimiert.

umformung eine definierte „Heizkette“ vom Erwärmen bis zum Abschluss der Umformung sichergestellt werden. Bereits geringe Abweichungen können die Gefügeentwicklung und damit die mechanischen Eigenschaften des Bauteils beeinflussen.

Mit zunehmender Bauteilgröße und steigender Prozesskomplexität wachsen damit auch die Anforderungen an die Automatisierung. Materialhandling, Transferzeiten, Positioniergenauigkeit und Maschinenabläufe müssen so aufeinander abgestimmt werden, dass thermische und mechanische Prozessfenster reproduzierbar eingehalten werden. Automatisierung dient damit nicht allein der Produktivitätssteigerung, sondern wird zu einem wesentlichen Bestandteil der Prozess- und Qualitätssicherung.

AUTOMATISIERUNG GERADE BEI KLEINEN LOSGRÖSSEN

Im Vergleich zur Automobilindustrie sind die Losgrößen in der Luftfahrt klein. Produktionsanlagen müssen deshalb regelmäßig zwischen unterschiedlichen Bauteilen und Werkzeugsätzen umgerüstet werden.

Insbesondere bei Großanlagen stellt dies eine Herausforderung dar. Werkzeuge für die Warmumformung von Titanlegierungen werden häufig auf mehrere hundert Grad Celsius aufgeheizt. Gleichzeitig können sie mehrere Tonnen wiegen. Um Stillstandszeiten möglichst gering zu halten, muss der Werkzeugwechsel dennoch in kurzer Zeit erfolgen. Die Parameter erschweren manuelle Rüstvorgänge und erhöhen gleichzeitig die Anforderungen an Ergonomie und Arbeitssicherheit.

Automatisierte oder teilautomatisierte Werkzeugwechselsysteme gewinnen daher stark an Bedeutung. Optimal ergänzt werden sie durch ein in das Anlagenkonzept integriertes Werkzeugmanagementsystem, welches die Bereitstellung, Vorwärmung und Wechsel der Werkzeuge koordiniert.

Bei Großaggregaten wie Gegenschlaghämmern oder Großschmiedepressen stellt die Automatisierung des Werkzeugwechsels eine eigenständige Entwicklungsaufgabe dar. Bewährte Lösungen kleinerer Anlagen lassen sich aufgrund der deutlich höheren Dimensionen nicht ohne Weiteres skalieren. Erforderlich sind speziell abgestimmte Konzepte, die als Gesamtsystem entwickelt werden (Bild 1).

Mit zunehmender Automatisierung gewinnt auch die digitale Verwaltung der Werkzeuge an Bedeutung. Über RFID-Transponder oder Data-Matrix-Codes können Werkzeuge eindeutig identifiziert und den Fertigungsaufträgen zugeordnet werden. Vorwärmzyklen, Einsatzzeiten, Werkzeugstandzeiten sowie Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen lassen sich damit, wie es bereits bei anderen Fertigungsmaschinen üblich ist, in einer digitalen Werkzeugakte dokumentieren.

Die Bereitstellung dieser Informationen schafft die Datenbasis für zustandsorientierte Instandhaltung und zukünftige Optimierungsverfahren und trägt so zur Qualitätssicherung bei.

DIGITALISIERUNG BEGINNT BEI DEN PROZESSDATEN

Mit wachsendem Automatisierungsgrad steigt die Bedeutung einer durchgängigen und qualitätsgesicherten Pro-

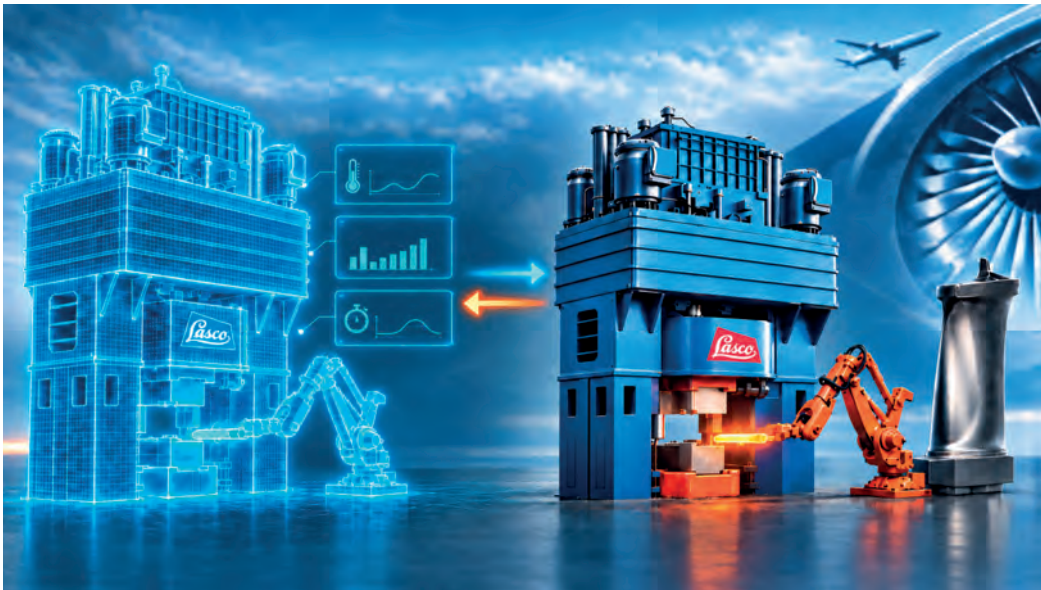


Bild 2: Virtuell erprobt: Der digitale Zwilling macht Optimierungspotenziale virtuell sichtbar und ermöglicht frühzeitige Prozessanpassungen, KI-optimiert.

zessdatenerfassung. Sie bildet die Grundlage für reproduzierbare Prozesse und für die weitere Digitalisierungsmaßnahmen.

Gerade bei thermischen Umformprozessen stellt eine zuverlässige Datenerfassung jedoch eine besondere Herausforderung dar. Hohe Temperaturen, Zunderbildung, Impulse und raue Umgebungsbedingungen erschweren den Einsatz konventioneller Sensorik. Hinzu kommt, dass bei zahlreichen Bestandsanlagen relevante Prozessinformationen bislang nur eingeschränkt oder gar nicht verfügbar sind.

Entscheidend ist dabei nicht allein die Menge der erfassten Daten, sondern deren Qualität und Kontext. Erst durch die zeitlich synchronisierte Erfassung, Bewertung und Verknüpfung relevanter Prozessinformationen lassen sich Abweichungen zuverlässig analysieren und Zusammenhänge zwischen Prozessführung und Bauteilqualität erkennen.

Mit zunehmender Vernetzung liefern in Zukunft Daten aus Werkzeugmanagement, Materiallogistik, Energieversorgung und Qualitätssicherung eine ganzheitliche Prozessbetrachtung und entwickeln sich damit zu einem zentralen Bestandteil moderner Produktionssysteme.

DER DIGITALE ZWILLING ALS NÄCHSTE ENTWICKLUNGSSTUFE

Eine durchgängige und qualitätsgesicherte Datenbasis schafft die Voraussetzung für digitale Zwillinge von Bauteilen, Maschinen und Produktionsprozessen (Bild 2).

Ein wesentliches Entwicklungsziel besteht darin, relevante Daten über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes zu erfassen und miteinander zu verknüpfen – von der Entwicklung und Herstellung über die Nutzungsphase bis hin zum Recycling. Der kontinuierliche Abgleich von Entwicklungs- und Simulationsdaten mit realen Mess-, Prozess- und Betriebsdaten schafft dabei einen geschlossenen Informationskreislauf. Erkenntnisse aus Fertigung und Nutzung können so systematisch zurückgeführt und zur Optimierung von Produkt, Herstellprozess und Betriebsmitteln genutzt werden.

Der digitale Zwilling beschränkt sich dabei nicht auf das Produkt. Auch Werkzeuge, Maschinen und komplette Produktionslinien können digital abgebildet werden. Dadurch lassen sich Produktionsabläufe und Prozessänderungen vor ihrer realen Umsetzung untersuchen und Optimierungspotenziale frühzeitig erkennen. Künstliche Intelligenz und Machine-Learning-Verfahren eröffnen auf dieser Datenbasis zusätzliche Möglichkeiten – von der frühzeitigen Erkennung von Prozessabweichungen und der Prognose von Werkzeugverschleiß bis zur adaptiven Anpassung von Prozessparametern und Optimierung des Energieeinsatzes.

Predictive Maintenance, adaptive Prozessregelungen und perspektivisch selbstoptimierende Produktionssysteme gewinnen damit auch für die Umformtechnik an Bedeutung. Entscheidend ist dabei nicht allein die Menge der verfügbaren Daten, sondern deren Qualität und die Fähigkeit, sie zu nutzbarem Prozesswissen zu verknüpfen.



Bild 3: Bewährte Maschine in neuem Glanz: LASCO MXP vor und nach dem Retrofit.
Bilder: LASCO Umformtechnik GmbH

RETROFIT ALS WEG ZUR DIGITALEN PRODUKTION

Gerade die Umformtechnik verfügt über zahlreiche Bestandsanlagen. Diese zumeist mechanisch robusten Grundstrukturen erreichen Betriebszeiten von mehreren Jahrzehnten. Während Gestell und Umformeinheit weiterhin den Anforderungen entsprechen können, stößt die Steuerung häufig an technologische Grenzen. Der angestrebte Technologiesprung erfordert hier nicht zwangsläufig den Neubau kompletter Fertigungslinien.

Retrofit bietet erhebliche Potenziale. Moderne Steuerungs- und Antriebstechnik, Sensorik sowie automatisierte Material- und Werkzeughandhabung können oft in bestehende Anlagen integriert werden. Dadurch lässt sich die Leistungsfähigkeit verbessern, und gleichzeitig können Voraussetzungen für eine durchgängige Prozessdatenerfassung geschaffen werden. Ein wesentlicher Vorteil besteht in der schrittweisen Umsetzung. Technologische Erweiterungen können abhängig von Bedarf und Möglichkeiten sukzessive modernisiert und ergänzt werden (Bild 3).

Insbesondere bei Großanlagen kann Retrofit deshalb eine technisch und wirtschaftlich attraktive Alternative zum Neubau darstellen.

NEUE ANFORDERUNGEN AN MASCHINEN- UND ANLAGENBAUER

Diese Entwicklungen verändern auch die Rolle der Maschinen- und Anlagenbauer. Die steigenden Anforderungen an moderne Produktionssysteme erfordern einen ganzheitlichen Engineering-Ansatz. Umformmaschine, Wärmeprozess, Automation, Werkzeugtechnik, Materialfluss, Qualitätssicherung und digitale Prozessüberwachung müssen bereits in der Konzeptphase als integriertes Gesamtsystem betrachtet werden.

Die Herausforderung besteht darin, bewährte Technologien an die spezifischen neuen Anforderungen anzupassen, neue Technologien zu integrieren und alle Komponenten zu einem leistungsfähigen Produktionssystem zu verbinden. Für Maschinen- und Anlagenbauer ergibt sich daraus ein grundlegender Rollenwandel: Im Mittelpunkt steht künftig nicht mehr die einzelne Maschine oder Anlagenkonfiguration, sondern die Fähigkeit, den gesamten Umformprozess als integriertes und vernetztes Produktionssystem zu planen, zu realisieren und über dessen Lebenszyklus hinweg weiterzuentwickeln.

Mit der zunehmenden technologischen Komplexität gewinnen dabei auch strategische Partnerschaften an Bedeutung. Maschinenbau, Automatisierung, Sensorik, Simulation, Software

FUCHS Special Applications **LUBRODAL**

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

www.fuchs.com/de



MOVING YOUR WORLD



und Datenanalyse erfordern unterschiedliche Spezialkompetenzen. Entscheidend wird daher die Fähigkeit sein, dieses Know-how in geeigneten Technologie- und Entwicklungspartnerschaften zu bündeln und gleichzeitig einen durchgängigen Informationsfluss zwischen allen Beteiligten sicherzustellen.

FAZIT

Die Luftfahrtindustrie zeigt exemplarisch, wie sich die Anforderungen an die Umformtechnik verändern. Höhere Produktionsraten, anspruchsvolle Werkstoffe und steigende Anforderungen an Qualität und Rückverfolgbarkeit erfordern Produktionssysteme, die Produktivität, Flexibilität und Prozesssicherheit miteinander verbinden. Automatisierung und Digitalisierung werden dabei zu wesentlichen Voraussetzungen für reproduzierbare und wirtschaftliche Prozesse.

Der Fokus verschiebt sich damit von der einzelnen Umformmaschine hin zum intelligent vernetzten Produktionssystem. Entscheidend ist das abgestimmte Zusammenspiel des Gesamtprozesses mit Werkzeug- und Instandhaltungsstrategie sowie der dazugehörigen Prozessdatenerfassung. Gleichzeitig eröffnen digitale Verfahren und die Modernisierung bestehender Anlagen neue Möglichkeiten, Produktionssysteme über ihren gesamten Lebenszyklus weiterzuentwickeln.

LASCO sieht in dieser Entwicklung die konsequente Weiterführung des eigenen Systemansatzes. Die langjährige Erfahrung in der Umformtechnik und der Realisierung automatisierter Produktionsanlagen bildet die Basis, um bestehende Technologien weiterzuentwickeln und mit neuen digitalen Lösungen zu verbinden. Dabei wird künftig auch die Zusammenarbeit mit spezialisierten Technologie- und Entwicklungspartnern an Bedeutung gewinnen. Ziel ist es, unterschiedliche Kompetenzen und Technologien zu integrierten Produktionslösungen zusammenzuführen.

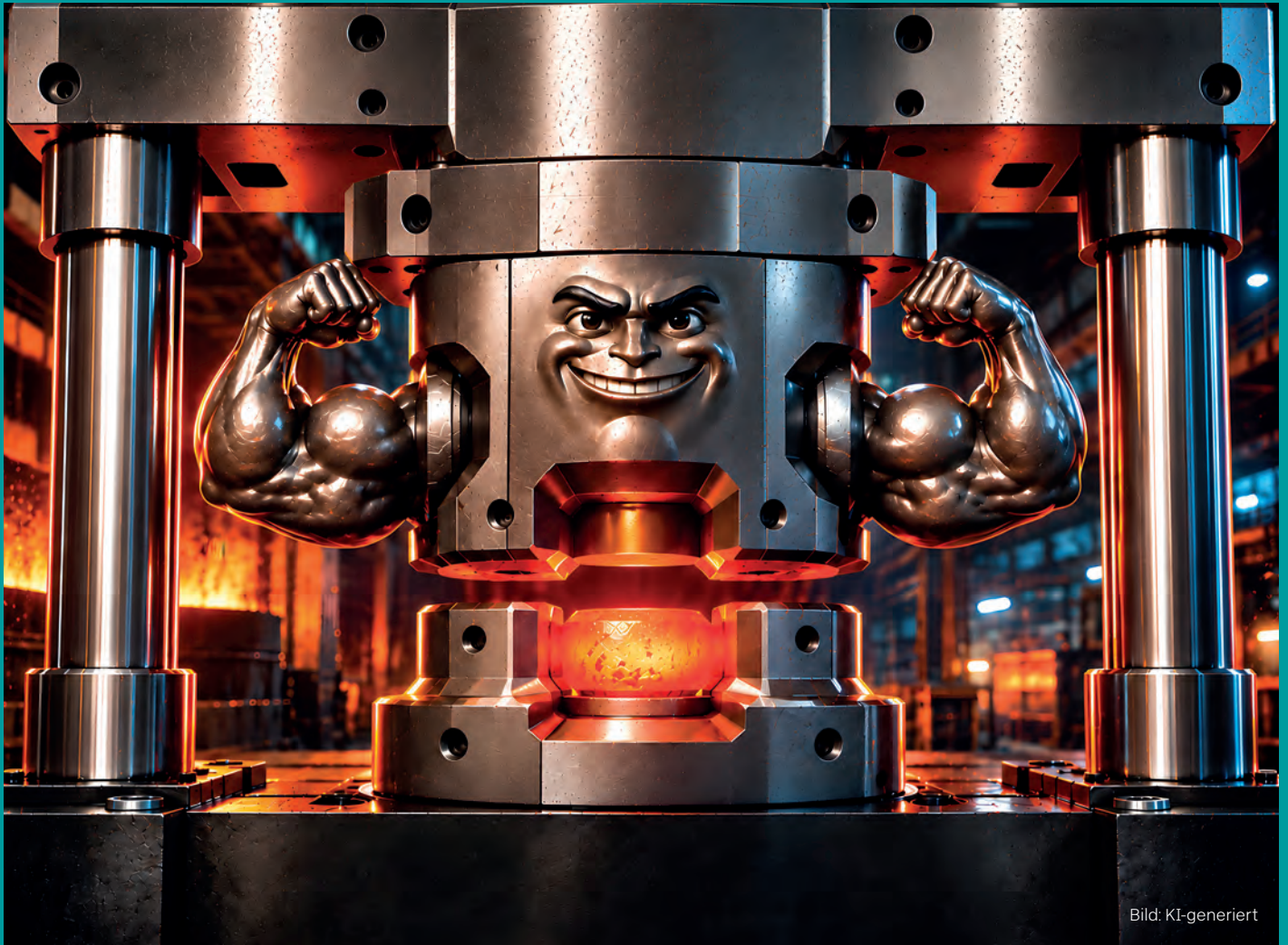
Damit entwickelt sich auch die Rolle des Unternehmens weiter: vom Hersteller leistungsfähiger Umformmaschinen zum System- und Technologiepartner für die Entwicklung, Automatisierung und Digitalisierung ganzheitlicher Umformprozesse.



LASCO Umformtechnik GmbH

Hahnweg 139
96450 Coburg
Telefon: +49 9561 642-0
E-Mail: lasco@lasco.de
Internet: www.lasco.com

Standmengensteigerung von Warmumformwerkzeugen durch Ermüdungssimulation mit experimentell ermittelten Werkstoffkennwerten



Das Ermüdungsversagen infolge hoher zyklischer thermomechanischer Belastungen zählt zu den wesentlichen Ursachen für das vorzeitige und teilweise plötzliche Versagen von Warmumformwerkzeugen. Durch Ermüdungssimulationen auf Basis experimentell ermittelter Werkstoffkennwerte können kritische Bereiche identifiziert und hinsichtlich ihrer lokalen Beanspruchung bewertet werden. Im Rahmen der IMU-Studie 79 „Ermüdungsdaten für Werkzeugstähle der Warmumformung“ wurden drei Werkzeugstähle in sechs Zuständen experimentell untersucht und die entsprechenden Ermüdungsmodellparameter wurden ermittelt. Dies ermöglicht eine gezielte Optimierung der Werkzeuggeometrie und kann dadurch zu einer Erhöhung der Standmenge und einer verbesserten Betriebssicherheit beitragen.

AUTOREN



**Dr.-Ing.
Artem Alimov**

ist akademischer Mitarbeiter
im Fachgebiet Hybride Fertigung
an der Brandenburgischen Technischen
Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg



**Dr.-Ing.
Hans-Willi Raedt**

ist Geschäftsführer
der prosimalys GmbH
in Bad Wörlshofen

FE-Simulationen sind ein wichtiger Bestandteil der Prozessentwicklung und Werkzeugauslegung und tragen wesentlich zur Verbesserung technologischer Prozesse bei.

Dr. Artem Alimov

Die Werkzeugkosten sind ein wesentlicher Bestandteil der Stückkosten. Die systematische Erhöhung der Werkzeuglebensdauer mit Hilfe experimentell belegter Lebensdauerdaten, einfach innerhalb der Umformsimulation, kann die Wirtschaftlichkeit signifikant erhöhen.

Dr. Hans-Willi Raedt

ERMÜDUNGSVORHERSAGE BEIM WARMSCHMIEDEN

Warmumformwerkzeuge sind während des Schmiedeprozesses einer komplexen zyklischen thermomechanischen Beanspruchung ausgesetzt. Bei jedem Umformhub steigt die Oberflächentemperatur des Werkzeugs durch den Kontakt mit dem heißen Werkstück an, und gleichzeitig entstehen durch den Kontakt und die Umformkräfte hohe mechanische Spannungen. Auch wenn diese Spannungen lokal im elastischen Bereich bleiben, können sie aufgrund der zyklischen Belastung zu einer Ermüdung und schließlich zum Versagen des Werkzeugs führen. Insbesondere in kritischen Bereichen mit kleinen Radien, Übergängen oder geometrischen Kerben, können sich thermische und mechanische Belastungen lokal überlagern und konzentrieren, wodurch die Rissbildung begünstigt wird.

Eine rein statische Spannungsbewertung reicht daher nicht aus, um die Festigkeit und die Lebensdauer des Werkzeugs zuverlässig vorherzusagen. Entscheidend ist vielmehr die Analyse der zyklischen Beanspruchung und deren Einfluss auf die Ermüdungsfestigkeit und Lebensdauer des Werkzeugs. Dabei müssen die Höhe und Verteilung der lokalen Spannungen berücksichtigt werden.

Für die Lebensdauervorhersage wurde das Ermüdungsmodell nach Basquin verwendet. Es beschreibt den Zusammenhang

zwischen der Spannungsamplitude und der Lastspielzahl bis zum Ermüdungsversagen. Zur Berücksichtigung des Einflusses einer nicht symmetrischen Spannungsbeanspruchung wurde die Morrow-Korrektur eingesetzt. Das für die Lebensdauervorhersage verwendete Modell wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$\frac{\Delta\sigma}{2} = \sigma_a = (\sigma'_f - \sigma_m)(2N_f)^b$$

Dabei bezeichnet σ_a die Spannungsamplitude, $\Delta\sigma$ die Spannungsdifferenz, σ'_f den Ermüdungsfestigkeitskoeffizienten, σ_m die Mittelspannung, N_f die Anzahl der Lastspiele bis zum Ermüdungsversagen und b den Ermüdungsfestigkeitsexponenten.

Damit kann die lokale Beanspruchung aus einer numerischen thermomechanischen Simulation direkt mit der materialspezifischen Ermüdungsfestigkeit verknüpft werden. Für jeden relevanten Bereich des Werkzeugs lässt sich somit bestimmen, wie viele Lastwechsel unter den gegebenen thermomechanischen Bedingungen bis zum Erreichen eines definierten Ermüdungskriteriums zu erwarten sind.

ERMITTLUNG DER ERMÜDUNGSDATEN FÜR WERKZEUGSTÄHLE DER WARMUMFORMUNG

Eine wesentliche Voraussetzung für eine belastbare Lebensdauersimulation sind geeignete Werkstoffkennwerte. Im Rah-

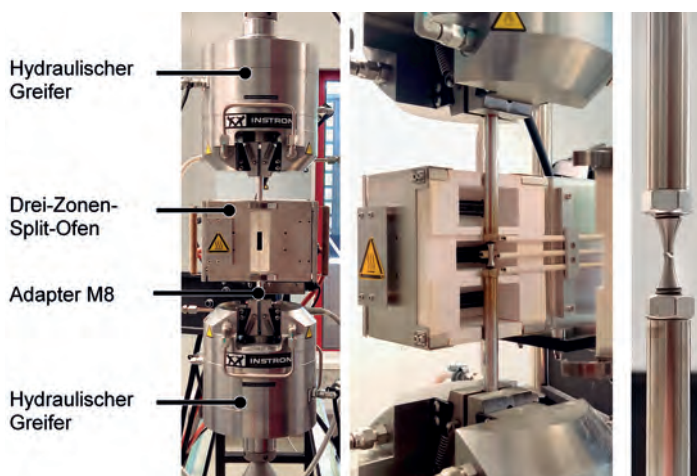


Bild 1: Prüfmachine Instron 8801 und Versuchsaufbau

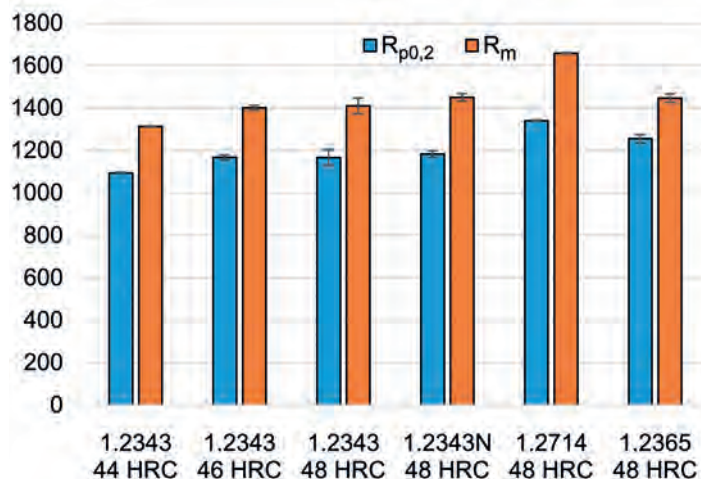


Bild 2: Ermittelte statische mechanische Kennwerte der untersuchten Werkstoffe

men der IMU-Studie 79 „Ermüdungsdaten für Werkzeugstähle der Warmumformung“ wurden daher folgende Werkzeugstähle experimentell untersucht:

Werkstoffzustand	Ermüdungskoeffizient σ'_f MPa	Ermüdungsexponent b
1.2343 – 44 HRC	2141.185	-0,092
1.2343 – 46 HRC	3054.452	-0,119
1.2343 – 48 HRC	3098.157	-0,120
1.2343 – 48 HRC, nitriert	1920.270	-0,078
1.2714 – 48 HRC	2629.494	-0,103
1.2365 – 48 HRC	3094.745	-0,110

Die experimentellen Untersuchungen wurden an einer servo-hydraulischen Ermüdungsprüfmaschine Instron 8801 bei einer Prüftemperatur von 200 °C durchgeführt. Alle Versuche wurden mit jeweils drei Wiederholungen durchgeführt, für die Berechnung der Lebensdauerkoeffizienten wurden die Mittelwerte verwendet. Die Prüfmachine und der Versuchsaufbau sind in Bild 1 dargestellt. Die Erwärmung der Proben erfolgte in einem Drei-Zonen-Split-Ofen. Zur Befestigung der Proben wurde ein M8-Adapter verwendet. Die Fixierung erfolgte mittels Kontermuttern, wodurch das Spiel im Gewinde vollständig beseitigt und eine spielfreie sowie definierte Krafteinleitung während der Prüfung gewährleistet war.

Die Zugversuche wurden mit einer Prüfgeschwindigkeit von 1 mm/min durchgeführt. Die ermittelten mechanischen Kennwerte sind in Bild 2 dargestellt. Die Ermüdungsversuche erfolgten unter Spannungssteuerung mit einer Frequenz von 20 Hz und einem Spannungsverhältnis von $R = -1$. Bei einer möglichen adiabatischen Erwärmung der Proben infolge der zyklischen Belastung wurde die Prüffrequenz reduziert, um einen zusätzlichen Temperatureinfluss auf die ermittelten Ermüdungskennwerte zu vermeiden.

Die Ermüdungsversuche wurden in einem Spannungsamplitudenbereich von 60 bis 95 Prozent der Streckgrenze $R_{p0,2}$ durchgeführt. Bild 3 zeigt die für die untersuchten Werkstoffe ermittelten Wöhlerkurven.

Die aus den Versuchen ermittelten Wöhlerkurven wurden anschließend mithilfe der Basquin-Gleichung approximiert. Aus der Anpassung wurden der Ermüdungsfestigkeitskoeffizient σ'_f und der Ermüdungsfestigkeitsexponent b bestimmt, die in der Tabelle zusammengefasst sind. Diese Werkstoffkennwerte können anschließend für die Ermüdungslebensdauersimulation und -modellierung der untersuchten Werkstoffe verwendet werden.

ANWENDUNGSBEISPIELE

Die ermittelten Ermüdungswerte aus der Studie wurden nach Freigabe des Ausschusses Forschung und Technik des Industrieverbands Massivumformung e. V. in die Datenbank für Werkzeuglebensdauer kennwerte von QForm UK in der Version 12.0.5 eingefügt. Sie stehen damit jedem Anwender ohne weiteren Aufwand direkt zur Verfügung. Die Umformsimulation kann mit elastischen Werkzeugen anhand dieser Daten durchgeführt werden. Dann kann die Werkzeuglebensdauer einfach für jeden Punkt des Werkzeugs direkt innerhalb der Umformsimulationsumgebung berechnet werden.

Für die numerische Untersuchung wurde zunächst der reale Umformprozess thermomechanisch abgebildet. Die dabei ermittelten Temperatur-, Spannungs- und Dehnungsverläufe wurden anschließend für die Ermüdungsbewertung verwendet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Beanspruchung innerhalb des Werkzeugs deutlich heterogen verteilt ist. Während große Bereiche des Werkzeugs nur vergleichsweise geringe Ermüdungsbeanspruchungen erfahren, treten in geometrisch kritischen Bereichen deutlich höhere lokale Belastungen auf.

Ein wesentlicher Vorteil besteht darin, dass verschiedene Varianten, das heißt beispielsweise unterschiedliche Werkzeugwerkstoffe, Änderungen in der Stadienfolge oder verschiedene Armierungskonzepte bereits virtuell miteinander verglichen werden können. Dadurch lässt sich der Prozess hinsichtlich der Ermüdungsbeanspruchung optimieren, bevor kosten- und zeitintensive Versuche mit realen Werkzeugen durchgeführt werden.

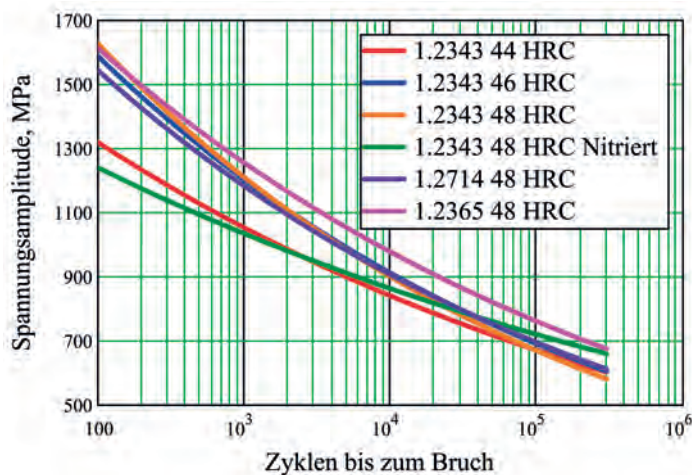


Bild 3: Ermittelte Wöhlerkurven der untersuchten Werkstoffe

Bild 4 zeigt den Vergleich der Werkzeuglebensdauer bei einem industriellen Schmiedevorgang für einen Werkzeugstahl 1.2343 mit 46 HRC und 48 HRC. Während für Werkzeugstahl mit 46 HRC an der kritischen Stelle eine Lebensdauer von nur zirka 1.500 Hüben berechnet wird, verschwindet dieses kritische Feld für den Werkstoff mit 48 HRC. Hier ist deutlich erkennbar, dass bei diesem Prozess die höhere Härte zu einer besseren Lebensdauer des Gesenks führt. So lassen sich schnell verschiedene Werkzeugstähle und Härten miteinander vergleichen. Für den konkreten Fall kann die optimale Auswahl also schon in der Konstruktionsphase bestimmt werden.

NUTZUNGSPOTENZIAL FÜR SCHMIEDEBETRIEBE UND WERKZEUGKONSTRUKTEURE

Die Kombination aus experimenteller Werkstoffcharakterisierung und numerischer Ermüdungssimulation bietet für die industrielle Werkzeugauslegung mehrere Vorteile.

Damit kann ein Unternehmen

- die zu erwartende Lebensdauer von Werkzeugen genauer abschätzen,
- kritische Bereiche bereits während der Konstruktion identifizieren,
- unterschiedliche Werkzeugstähle und Härtezustände miteinander vergleichen,
- den Einfluss einer Oberflächenbehandlung, beispielsweise einer Nitrierung, quantitativ bewerten,
- geometrische Schwachstellen gezielt optimieren,
- eine unnötige Überdimensionierung von Werkzeugen vermeiden und
- Werkzeugwechsel sowie ungeplante Maschinenstillstände reduzieren.



prosimalys GmbH

Messerschmittstrasse 2
86825 Bad Wörishofen
Telefon: +49 173 562 6178
E-Mail: DrRaedt@prosimalys.de
Internet: www.prosimalys.de

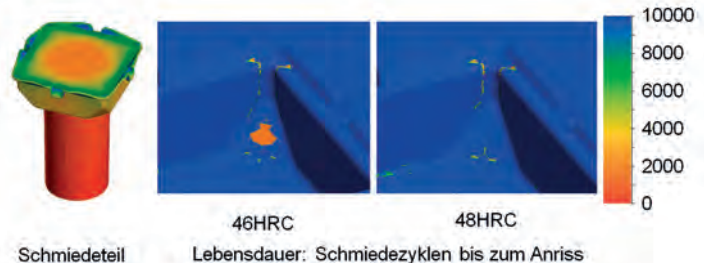


Bild 4: Simulation der Werkzeuglebensdauer mit QForm UK, Bilder: Autoren

Insbesondere die Verwendung experimentell bestimmter, werkstoff- und zustandsspezifischer Ermüdungskennwerte verbessert dabei die Aussagekraft der Lebensdauersimulation.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Ergebnisse zeigen das Potenzial einer kombinierten experimentellen und numerischen Vorgehensweise zur Vorhersage und Verbesserung der Lebensdauer von Warmumformwerkzeugen. Die experimentelle Bestimmung der Ermüdungskennwerte ermöglicht eine realitätsnähere Beschreibung des Werkstoffverhaltens als die Verwendung allgemeiner Kennwerte.

Durch die Nutzung dieser Daten direkt in der Umformsimulation können kritische Werkzeugbereiche identifiziert und hinsichtlich ihrer Ermüdungsbeanspruchung bewertet werden. Die Methodik schafft damit die Grundlage für eine gezielte Optimierung von Werkzeuggeometrie, was zu einer höheren Standzeit des Werkzeugs führt.

Im nächsten Schritt soll die Methodik auf weitere Werkzeugwerkstoffe, Wärmebehandlungszustände und reale Werkzeuggeometrien übertragen und anhand von Produktionsversuchen validiert werden. Ziel ist eine praxisorientierte Lebensdauervorhersage, mit der sich die Standmenge von Warmumformwerkzeugen bereits während der Entwicklungs- und Konstruktionsphase gezielt beeinflussen lässt.



Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg Fachgebiet Hybride Fertigung

Panta Rhei Gebäude
Konrad-Wachsmann-Allee 17
03046 Cottbus
Telefon: +49 355 69-3156
E-Mail: fg-hybride-fertigung@b-tu.de
Internet: www.b-tu.de

Risiken bei Standortwechseln: veränderter Lieferketten- und Versicherungsschutz



Die Debatte um eine schleichende Deindustrialisierung Deutschlands ist in vielen Industriebetrieben keine abstrakte Zukunftsfrage mehr. In energieintensiven und international exponierten Branchen prägt sie das operative Geschäft. Energiepreise, Regulierung, Fachkräftemangel und Wettbewerbsdruck zwingen Unternehmen, ihre Produktionsstrukturen neu zu ordnen.

AUTOR



Dennis Gottschalk, M.Sc.

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



Wer Produktion verlagert, verlagert versicherungsrelevante Exponierungen mit. Ein Standortwechsel ist eine Kostenentscheidung und zugleich eine Neubewertung von Lieferfähigkeit, Haftung und Versicherbarkeit.



Dennis Gottschalk

STANDORTWECHSEL UND RISIKOPROFIL

Auch in der Massivumformung stellt sich die Frage, welche Fertigungsschritte sich noch am Standort Deutschland wirtschaftlich darstellen lassen und welche verlagert werden müssen.

Solche Entscheidungen fallen häufig entlang von Kosten- und Kapazitätsargumenten. Ein Standortwechsel verändert jedoch mehr als die betriebswirtschaftliche Kalkulation. Er greift in Lieferketten, Haftungsstrukturen und Risikoprofile ein. Wer Produktion verlagert, verlagert versicherungsrelevante Exponierungen mit – oft in Märkte mit anderen Sicherheitsstandards, abweichender Infrastruktur und komplexeren rechtlichen Rahmenbedingungen.

Für die Massivumformung ist das besonders relevant: Die Fertigung ist kapitalintensiv, auf spezialisierte Maschinen und Werkzeuge angewiesen und eng in abgestimmte industrielle Lieferketten eingebunden. Schon kurze Ausfälle einzelner Bearbeitungsstufen können die weitere Wertschöpfung erheblich stören. Werden Produktionsanteile ins Ausland verlagert oder neue Fertigungspartner eingebunden, steigen die organisatorische Komplexität und die Anfälligkeit für Unterbrechungen.

Mit einem neuen Standort ändern sich zunächst die Grundlagen der Risikobewertung. Deutsche Werke stützen sich in der Regel auf etablierte technische Standards, dokumentierte Wartungsprozesse und gewachsene Sicherheitsstrukturen. Im Ausland sind diese Voraussetzungen nicht automatisch in gleicher Form gegeben. Abweichungen bei Brandschutz, Energieversorgung, Ersatzteilverfügbarkeit, Instandhaltungsqualität oder behördlicher Aufsicht wirken sich unmittelbar auf das Schadenpotenzial aus. Bei der Bewertung von Sach- und Betriebsunterbrechungsrisiken sind das in der Praxis der Versicherer wesentliche Faktoren. Bereits kleinere Unterschiede in der technischen Risikostruktur können Prämien, Selbstbehalte und Deckungsumfang verändern.

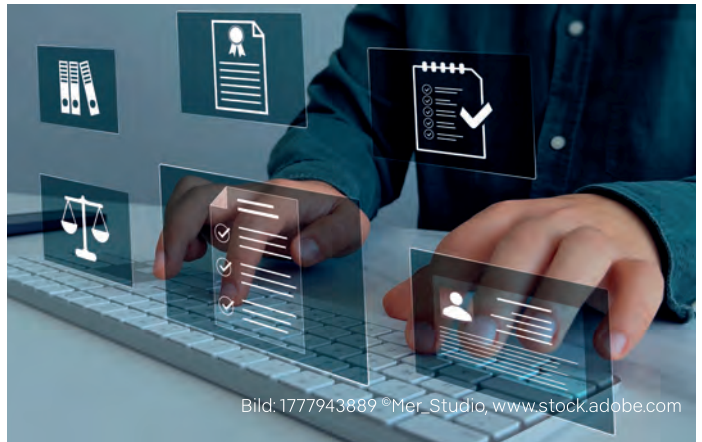


Bild: 1777943889 ©Mer_Studio, www.stockadobe.com

HYBRIDE PRODUKTIONSMODELLE UND LIEFERKETTENABHÄNGIGKEITEN

In der Praxis führt eine Verlagerung selten zu einer klaren Verschiebung „von A nach B“. Häufig entstehen hybride Modelle: Ein Teil der Fertigung bleibt in Deutschland, andere Prozessschritte gehen ins Ausland, weitere Komponenten kommen von externen Zulieferern. Transportwege, Schnittstellen und Abhängigkeiten verlängern sich. Rohstoffe, Vorprodukte, Werkzeuge und Fertigteile überschreiten häufiger Landesgrenzen, durchlaufen zusätzliche Umschlagpunkte und werden stärker von Zollprozessen, Transportkapazitäten, politischen Entwicklungen oder infrastrukturellen Störungen beeinflusst. Je arbeitsteiliger die Produktion, desto mehr Störquellen sind möglich.

GRENZEN KLASSISCHER VERSICHERUNGSLÖSUNGEN

Damit stoßen klassische Versicherungslösungen an ihre Grenzen. Viele Sach- und Betriebsunterbrechungspolicen setzen einen versicherten Sachschaden am eigenen Standort voraus. In international verteilten Produktionsstrukturen ist das oft nicht mehr der ausschlaggebende Auslöser eines wirtschaft-



Bild: 2110427908 ©Wasun, www.stock.adobe.com

lichen Schadens. Steht ein ausländisches Werk still, fällt ein kritischer Zulieferer aus oder wird eine zentrale Transportverbindung unterbrochen, kann die Produktion in Deutschland oder an anderen Standorten erheblich beeinträchtigt werden – auch ohne physischen Schaden im eigenen Betrieb. Stromausfälle, Naturereignisse, politische Unruhen, Streiks oder behördliche Einschränkungen im Ausland wirken dann direkt auf Lieferfähigkeit und Umsatz. Rückwirkungsschäden, Contingent-Business-Interruption und Non-Damage-Business-Interruption werden dadurch in der Deckungsgestaltung wichtiger.

TRANSPORTVERSICHERUNG UND PRODUKTHAFTUNG

Auch die Transportversicherung ist stärker gefordert. Mit der Verlagerung von Fertigungsschritten steigen die Warenbewegungen und die Zahl der Risikoübergänge. Vormaterialien, Spezialwerkzeuge, Halbfabrikate und fertige Komponenten sind häufiger auf Straße, Schiene oder Seeweg unterwegs oder liegen in Zwischenlagern. Damit wachsen die Risiken für klassische Transportschäden ebenso wie für Verzögerungen, Diebstahl, Fehlverladung oder geopolitisch bedingte Routenänderungen. Zugleich haben viele Unternehmen ihre Lagerbestände aus Effizienzgründen reduziert. Fehlen Pufferlager, schlagen selbst kurze Störungen schneller in die Produktion durch. Transport-, Sach- und Betriebsunterbrechungsrisiken lassen sich bei veränderten Standortstrukturen kaum noch getrennt betrachten.

Ein weiterer Aspekt ist die Produkthaftung. Die Verantwortung des Herstellers endet nicht mit der Auslagerung einzelner Fertigungsschritte. Wer als Inverkehrbringer auftritt, bleibt für Qualität und Sicherheit des Endprodukts verantwortlich. Werden Lieferanten gewechselt, Materialien verändert oder Prüfprozesse angepasst, kann die Fehlerwahrscheinlichkeit steigen. In der Massivumformung ist das besonders relevant, weil häufig sicherheitskritische Bauteile für Automotive, Maschinenbau und andere anspruchsvolle industrielle Anwendungen gefertigt werden. Kommt es zu Serienfehlern, Rückrufen oder Folgeschäden, reichen Standarddeckungen häufig nicht aus. Internationale Produkthaftungspflichtprogramme und passende Rückrufkostenversicherungen sind dann ein zentrales Element der Risikovorsorge.

REGULATORISCHE KOMPLEXITÄT UND INTERNATIONALE PROGRAMME

Mit international verteilten Produktionsstrukturen wächst zudem die regulatorische Komplexität. Unternehmen müssen klären, welche Risiken lokal versichert werden müssen, welche Policen grenzüberschreitend zulässig sind und wie lokale Deckungen in ein übergeordnetes Masterprogramm eingebunden werden. Non-Admitted-Regelungen, steuerliche Anforderungen, Meldepflichten und unterschiedliche Haftungssysteme machen die Gestaltung internationaler Versicherungsprogramme anspruchsvoll. Werden diese Fragen erst nachgelagert geklärt, entstehen leicht Deckungslücken, die im Schadenfall gravierende Folgen haben.

INTEGRIERTE RISIKOBETRACHTUNG

Für industrielle Versicherungsmakler und Risikoberater verändert sich dadurch die Rolle. Gefragt ist weniger die Platzierung einzelner Policen als eine integrierte Betrachtung der industriellen Risikostruktur. Risikoerhebungen müssen die relevanten Standorte, Zulieferer und logistischen Knotenpunkte erfassen. Kritische Abhängigkeiten in der Lieferkette sind ebenso zu analysieren wie die Einbindung lokaler Policen in internationale Programme. Ein Standortwechsel wird damit zu einer interdisziplinären Aufgabe an der Schnittstelle von Technik, Einkauf, Supply Chain Management, Recht und Versicherung.



Bild: 1837849838 ©Yellow Boat, www.stock.adobe.com

Aus Sicht der industriellen Versicherung ist die Deindustrialisierungsdebatte deshalb mehr als ein wirtschaftspolitisches Schlagwort. Sie berührt die Frage, wie widerstandsfähig Unternehmen künftig aufgestellt sind – technisch, organisatorisch und im Versicherungsschutz. Für Unternehmen der Massivumformung gilt: Ein Standortwechsel ist eine Kostenentscheidung und zugleich eine Neubewertung von Lieferfähigkeit, Haftung und Versicherbarkeit. Wettbewerbsfähig ist am Ende der Standort, an dem Produktion, Qualität, Rechtssicherheit und Versicherungsschutz zusammenpassen.



VSM Versicherungsstelle Stahl- und Metallverarbeitung

Hohenzollernstraße 2

44135 Dortmund

Telefon: +49 231 5404-521

E-Mail: Dennis.Gottschalk@aleue.de

Internet: www.versicherungsstelle.com

LASCO RETROFIT

**Starke Basis.
Neue Möglichkeiten.**



BEWÄHRTES ERHALTEN. ZUKUNFT GESTALTEN.

- ▶ Robuste Struktur weiter nutzen
- ▶ Intelligente Steuerung für digitale Produktion
- ▶ Frischer Antrieb für mehr Energieeffizienz

LASCO verbindet bewährte Maschinensubstanz mit moderner Steuerungs- und Antriebstechnik. Für digitale Prozesse, höhere Leistungsfähigkeit und einen effizienten Energieeinsatz.

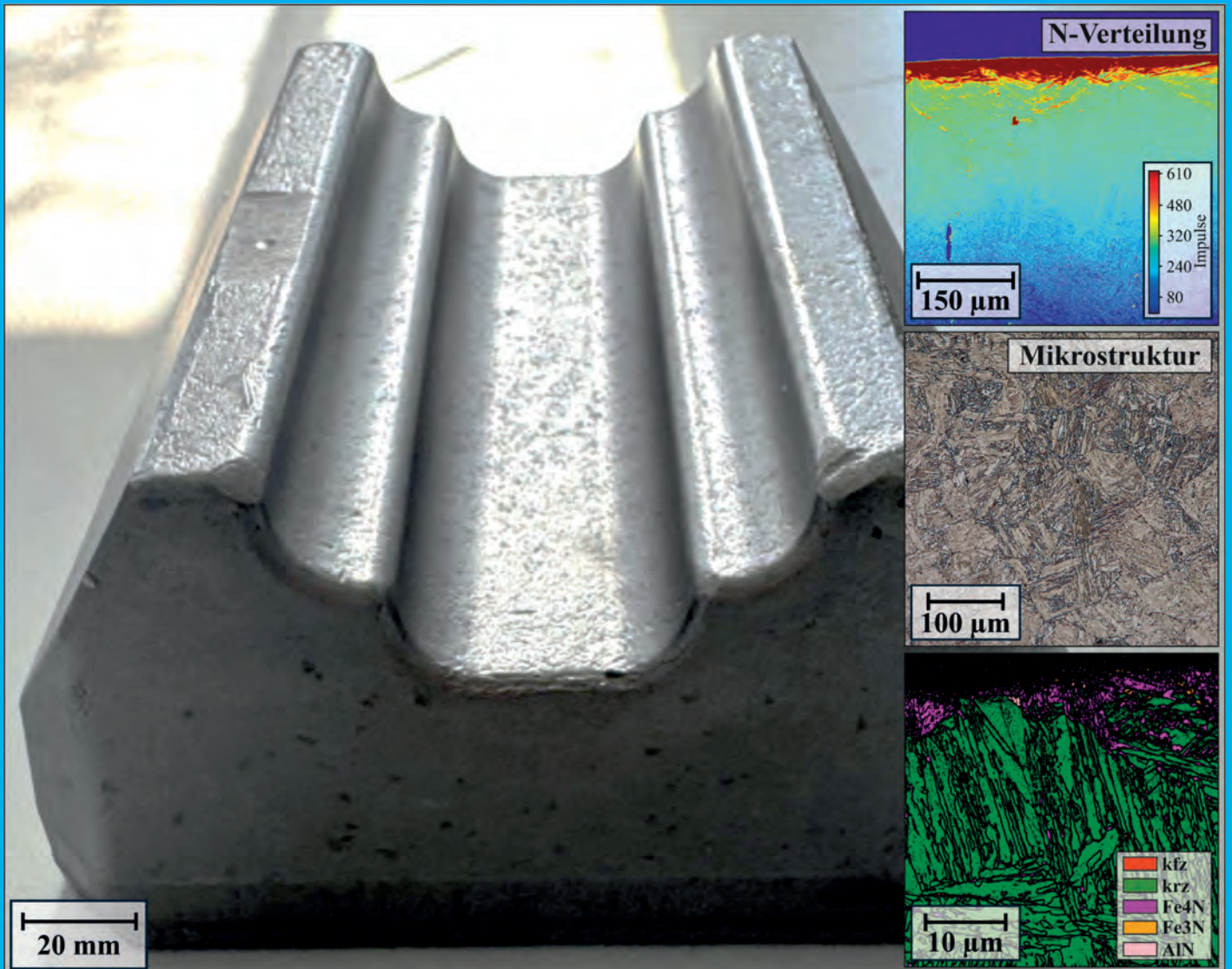
LASCO – Ausrüster der Besten.



LASCO Umformtechnik GmbH

Hahnweg 139 • D-96450 Coburg • Tel +49 9561 642-0

LASCO.COM



Entwicklung lufthärtender Nitrierstähle für Bauteile mit großer Oberflächenbelastung

Lufthärtende Schmiedestähle (LHD-Stähle) können aufgrund der verkürzten Prozesskette einen signifikanten Beitrag zu einer CO₂-neutralen Massivumformung leisten. Während die Eigenschaften im luftgehärteten Zustand bereits umfassend untersucht wurden, war bislang unklar, inwiefern sich diese Stahlklasse auch für thermochemische Oberflächenbehandlungen eignet. Untersuchungen zeigen nun, dass LHD-Stähle auch hinsichtlich ihrer Nitriereigenschaften mit gängigen Stahlkonzepten konkurrieren können.

AUTOREN



**Dr.-Ing.
Alexander Gramlich**

ist Ober-Ingenieur
am Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK)
der RWTH Aachen University



Can Akkus, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK)
der RWTH Aachen University



**Prof. Dr.-Ing. habil.
Ulrich Krupp**

leitet den Lehrstuhl
für Werkstofftechnik der Metalle und
das Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK)
der RWTH Aachen University



**Dr. rer. nat.
Sivia Richter**

ist Gruppenleiterin ESMA
im Gemeinschaftslabor für
Elektronenmikroskopie (GFE)
der RWTH Aachen University



Nelli Gorin, M.Sc.

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin
im Gemeinschaftslabor für
Elektronenmikroskopie (GFE)
der RWTH Aachen University

LHD-Stähle können durch thermochemische Behandlungen neue Anwendungsfelder erschließen.

Dr. Alexander Gramlich

Die Entwicklung der lufthärtenden Schmiedestähle wurde im Industrieverband Massivumformung e.V. in den 2010er-Jahren gestartet, primär mit dem Ziel, einen neuen, kostengünstigen martensitischen Stahl für Struktur- Getriebekomponenten zu entwickeln [1]. Durch ein kontinuierliches Ineinandergreifen von Grundlagenforschung und anwendungsnahen Demonstratorversuchen wurde unterschiedlichen Legierungen entwickelt, welche vorwiegend aufgrund des erhöhten Mangangehaltes von 4 Gew.-%, bei einer Abkühlung an Luft vollständig martensitisch umwandeln [2]. Aufgrund der Tatsache, dass die Vergütung vollständig eingespart werden kann, ergibt sich zusätzlich ein großer Hebel die CO₂-Emission drastisch zu reduzieren [3]. Neueste Aktivitäten zielen auf die Anpassung des Legierungskonzeptes, sodass es auch für große Freiformschmiedekomponenten nutzbar gemacht werden kann. Hier scheint Nickel ein probates Legierungselement zu sein, allerdings stehen finale Bauteilversuche noch aus [4]. Neben den Anwendungen, bei de-

nen eine rein martensitische Mikrostruktur gewünscht ist, werden einige Schmiedekomponenten einer thermochemischen Oberflächenbehandlung unterzogen, um die Oberflächenhärte sowie den Verschleißwiderstand und die Ermüdungsfestigkeit zu erhöhen. Da sich die chemische Zusammensetzung der LHD-Stähle grundlegend von gängigen Nitrierstählen unterscheidet, stellte sich die Frage, inwiefern diese neuartigen Stähle auch hier als gängige Stahlkonzepte substituieren können.

BISHERIGE ERKENNTNISSE ZUM LEGIERUNGSDESIGN VON LHD-STÄHLEN

Das Legierungskonzept der LHD-Stähle ist primär darauf ausgelegt, dass die diffusionskontrollierten Phasenumwandlungen, wie die Bainit- oder Perlitbildung, zu längeren Abkühlzeiten verschoben wird. Hierfür werden vorwiegend vier Prozent Mangan legiert, wie am Beispiel der Chemischen Zusammensetzung des Pilotversuchs aus dem Vorgängerprojekt „LHD2“ in Tabelle 1

Legierung	C	Si	Mn	Al	V	Mo	Nb	B	N
Pilotversuch LHD2	0,15	0,50	3,90	0,52	–	0,24	0,03	0,0025	0,006
0,5 Al	0,18	0,52	3,98	0,54	0,1	0,20	–	0,0030	0,010
0,25 Al	0,19	0,52	3,97	0,24	0,1	0,02	–	0,0059	0,011
0 Al	0,19	0,51	3,97	0,005	0,1	0,02	–	0,0055	0,011
Pilotversuch LHN	0,14	0,59	3,85	0,4	0,14	0,19	–	0,0023	0,010

Tabelle 1: Chemische Zusammensetzung der wichtigsten Laborschmelzen, der Referenzschmelze des Vorgängerprojektes, sowie der neuen Demonstratorschmelze. Alle Angaben in Gew.-%.

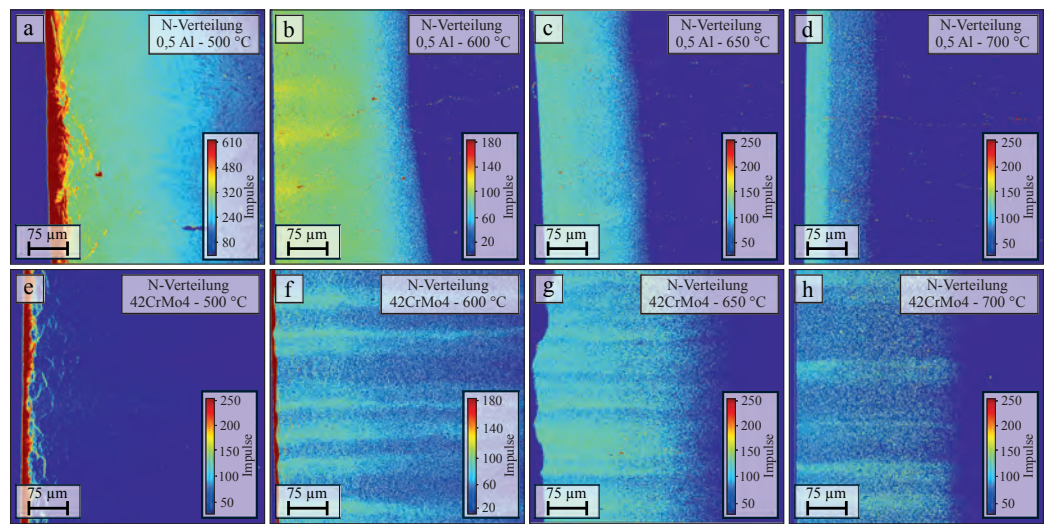


Bild 1: Stickstoffverteilungsbilder der 0,5 Gew.-% Aluminium haltigen Laborschmelze (a – d) sowie der Referenzlegierung 42CrMo4 (e – h) [6]

ersichtlich ist. Silizium wird legiert, um die Karbidvergrößerung während der Luftabkühlung zu unterdrücken; Molybdän und Bor werden vorwiegend legiert, um der Manganversprödung entgegenzuwirken und somit die Zähigkeit anzuheben. In den bisherigen Untersuchungen wurde zusätzlich Niob legiert, um die Austenitkorngröße zu kontrollieren; allerdings konnte kein positiver Effekt auf die mechanischen Eigenschaften nachgewiesen werden.

Den Durchbruch hinsichtlich der Zähigkeitseigenschaft hat jedoch die Zugabe von 0,5 Gew.-% Aluminium gebracht, da Aluminium durch die Erhöhung der Martensitstarttemperatur den Selbstanlasseffekt verstärkt, was sich nachweislich positiv auf die Kerbschlagarbeit auswirkt. Allerdings ist Aluminium hinsichtlich der Stahlherstellung als problematisch zu bewerten, da es die Strangvergießbarkeit erschwert. Im Fokus des Projektes stand nunmehr den Einfluss unterschiedlicher Nitridbildner sowohl auf die Eigenschaft der Nitrierschicht als auch die Matrix zu untersuchen. Vor diesem Hintergrund wurden Laborschmelzen erstellt, bei denen primär der Aluminiumgehalt

variiert sowie der Vanadiumgehalt erhöht wurde. Die drei aussagekräftigsten Schmelzen (LHD19-LHD21) sind ebenfalls in Tabelle 1 dargestellt und werden im Folgenden diskutiert. Weitere Legierungen mit erhöhten Chromgehalten wurden ebenfalls im Laborversuch hergestellt und untersucht; nähere Informationen sind dem Abschlussbericht zu entnehmen.

LEGIERUNGSENTWICKLUNG IM LABORMASSSTAB

Aufgrund der Problematiken beim Strangguss wurde der Fokus auf die Charakterisierung von Schmelzen mit unterschiedlichen Aluminiumgehalt gelegt. Auch wenn eine Reduktion des Aluminiumgehaltes aufgrund der Vergießbarkeit wünschenswert wäre, könnte im Projekt nachgewiesen werden, dass eine Verringerung des Aluminiumgehalts zu einer kritischen Abnahme der Kerbschlagarbeit von 48 Joule auf 11 beziehungsweise 12 Joule führt. Mit dem Aluminiumgehalt sinkt die Martensitstarttemperatur, was zu einem verringerten Selbstanlasseffekt und somit zwar zu höheren Festigkeiten, aber gleichermaßen zu verringerten Duktilitäten und Zähigkeiten führt. Die Übersicht der mechanischen Kennwerte ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Legierung	R _{p0.2} [MPa]	R _m [MPa]	A _g [%]	A _{5,65} [%]	KBV [J]	R _{p0.2} /R _m [-]
Pilotversuch LHD2	855	1236	5,2	14,5	47	0,69
0,5 Al	892	1366	5,3	13,2	48	0,65
0,25 Al	997	1452	4,4	10,9	11	0,69
0 Al	957	1343	4,8	12,0	12	0,71
Pilotversuch LHN	831	1218	5,9	14,2	25	0,68
Pilotversuch LHN, nitriert	966	1164	6,2	15,2	5	0,83

Tabelle 2: Mechanische Eigenschaften ermittelt im Zug- und Kerbschlagversuch der wichtigsten Laborschmelzen, der Referenzschmelze des Vorgängerprojektes, sowie der neuen Demonstratorschmelze im luftgehärteten und im bei 500 °C für 12 h nitrierten Zustand.

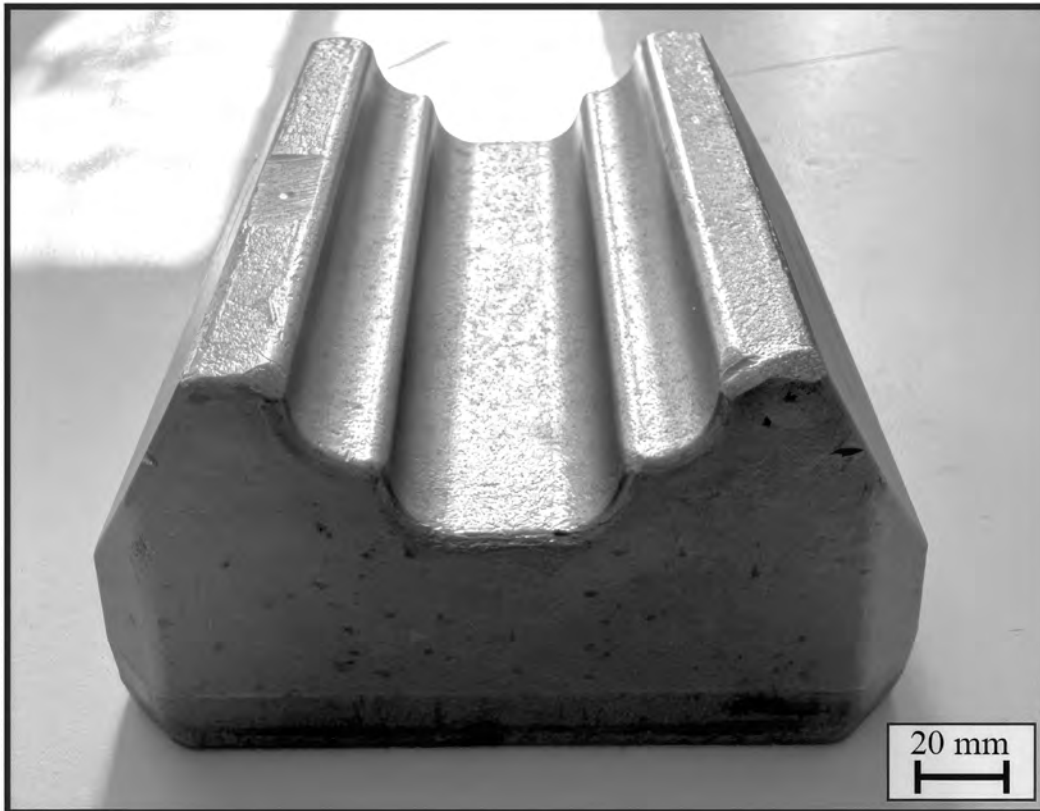


Bild 2: Demonstratorbauteil des Projektes LHN-Schmiedestahl, hergestellt vom Hammerwerk Fridingen

Neben der Bestimmung der mechanischen Eigenschaften stand insbesondere die Elementare Verteilung des Stickstoffs im Zentrum der Analysen. Bereits in Vorarbeiten konnte gezeigt werden, dass die LHD-Stähle aufgrund ihrer im Vergleich zu gängigen Vergütungs- und Nitrierstählen deutlich andere Stickstoffverteilungsbilder aufzeigen [5]. Die Unterschiede zwischen der Laborschmelze mit 0,5 Gew.-% Aluminium und dem Referenzwerkstoff 42CrMo4 nach einer Plasmanitrierungen bei unterschiedlichen Temperaturen ist in Bild 1 dargestellt. Die in den Vorversuchen festgestellten Unterschiede konnten weitestgehend unabhängig von der LHD-Variante bestätigt werden. Dies lässt darauf schließen, dass diese vorwiegend durch den deutlich erhöhten Mangangehalt verursacht werden. Insbesondere bei niedrigeren Nitriertemperaturen findet eine deutlich höhere Aufstickung bei den LHD-Werkstoffen statt, was sich auch in den Härteverläufen widerspiegelt, welche ebenfalls über denen des Referenzwerkstoffes liegen.

DEMONSTRATORVERSUCH

Auf Basis der Untersuchungen der Laborphase wurde ein 5,6-Tonnen-Gussblock durch die Vantage Alloys AG bei der Pleissner Guss GmbH beauftragt. Die chemische Zusammensetzung ist ebenfalls in Tabelle 1 abgebildet. Der Gussblock wurden zunächst zu zwei Blöcken mit einem Querschnitt von 240 x 240 mm² ausgeschmiedet und im Anschluss bei der Georgsmarienhütte GmbH zu runden Stangen mit Durchmesser von 105 mm bei Temperaturen oberhalb von 1150 °C ausgewalzt. Die gewalzten Stäbe wurden dann vom Hammerwerk Fridingen zu Schmiedebauteile verarbeitet, das finale Bauteil ist in Bild 2 zu sehen.

Im Anschluss an die Schmiedung wurde das Bauteil von der Oetzbach Edelstahl GmbH bei 500°C für 12 Stunden plasmanitriert. Eine Beprobung zur Bestimmung der mechanischen

Eigenschaften wurde sowohl im luftgehärteten Zustand als auch im nitrierten Zustand durchgeführt, die mechanischen Eigenschaften sind in Tabelle 2 aufgelistet. Wie zu erkennen ist erreicht der Werkstoff im luftgehärteten Zustand bereits nur Kerbschlagarbeit von 25 Joule; nach der Nitrierung fällt die Härter weiter bis auf 5 Joule ab. Die Festigkeiten sind für beiden Zustände auf einem hohen Niveau, wobei das Plasmanitrieren zu einer Anhebung der Streckgrenze im Bauteilinneren und somit zu einer Anhebung des Streckgrenzenverhältnisses führt. Die mechanischen Eigenschaften insbesondere die geringe Streckgrenze und Kerbschlagarbeit, weisen darauf hin, dass die Anpassung des Legierungssystems zu einer Verminderten Härtebarkeit und somit zur Bildung von Bainit im geführt hat. Die Spannungs-Dehnungs-Kurven beider Zustände sind in Bild 3a dargestellt.

Neben den Eigenschaften der Bauteilmatrix wurden auch die Eigenschaften der Nitrierschicht durch Aufnahme der Stickstoffkonzentrationsprofile, sowie der Mikrohärteverläufe untersucht. Die Ergebnisse sind in Bild 3b sowie Bild 3c aufgeführt. Vergleichbar zu den Laborversuchen ist eine signifikante Anreicherung von Stickstoff in der Nitrid- und Diffusionsschicht messbar. Hierbei spielt die Oberflächenqualität nur eine geringfügige Rolle, jedoch ist der Bereich mit der besonders hohen Stickstoffanreicherung in der Probe ohne angeschliffene Oberfläche tendenziell etwas breiter. Auch die Mikrohärtemessungen zeigen einen deutlichen Härteanstieg durch das Plasmanitrieren. Nahe an der Oberfläche werden Härtewerte von circa 1050 HV0,1 gemessen; die Dicke des Bereiches mit einer Härtesteigerung beträgt ungefähr 200 µm, danach erreicht der Härteverlauf die Matrixhärte, welche circa 400 HV0,1 entspricht.

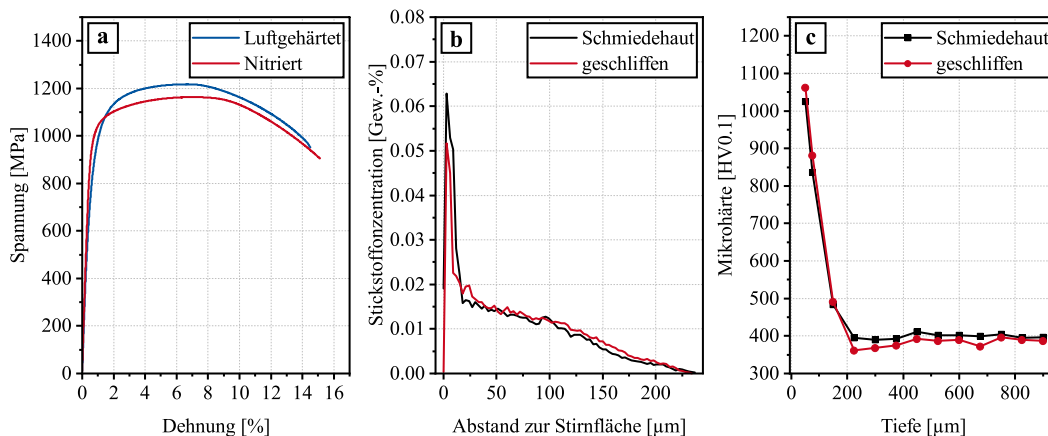


Bild 3: Mechanische Eigenschaften des Demonstratorbauteils im luftgehärteten und nitrierten Zustand: a) Spannungs-Dehnungs-Kurve nach der Lufthärtung sowie nach einer Plasmanitrierung bei 500°C für 12 h; b) Stickstoffkonzentrationsprofile aufgenommen direkt von der Schmiedehaut beziehungsweise ein einer vor dem Nitrieren angeschliffenen Stellen; c) Härteprofile zu den Stickstoffkonzentrationsprofilen. Bilder Autoren

ZUSAMMENFASSUNG

Klassische Vergütungsstähle sind vielseitige Werkstoffe, welche neben ihrem Einsatz im vergüteten Zustand auch eine Vielzahl von Oberflächenbehandlungen ausgesetzt werden können, um ihre Leistung unter anspruchsvollen Bedingungen weiter zu steigern. Während die LHD-Stähle ihre Eigenschaften im luftgehärteten Zustand bereits mehrfach auch im industriellen Maßstab demonstriert haben, liegen nur geringe Informationen über ihre Eigenschaften nach einer thermochemischen Behandlung, wie beispielsweise dem Nitrieren vor. Das abgeschlossene Projekt LHN-Schmiedestahl zeigt, dass LHD-Stähle grundsätzlich

dafür geeignet sind, nitriert zu werden, jedoch gibt es bei der Verwendung aktuell üblicher Nitrierparameter einen Abfall der Kerbschlagarbeit. Hier gilt es zukünftig durch eine Anpassung der Prozessparameter, beispielsweise durch eine interkritische Nitrierung, die Kerbschlagzähigkeit zu erhöhen oder durch eine Zugabe von zähigkeitssteigernden Legierungselemente der Versprödung entgegenzuwirken, damit auch für nitrierte Bauteile die CO₂-Emissionen durch die Verwendung von LHD-Stählen signifikant reduziert werden können.



Das Vorhaben IGF 22346 N (LHN-Schmiedestahl) der Forschungsvereinigungen Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. (FSV) und Forschungsvereinigung Stahlanwendung e.V. (FOSTA) wird über den Projektträger DLR im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Der Schlussbericht kann bei der FSV, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



- [1] Stieben, A.; Bleck, W.; Schönborn S.: Lufthärtender duktiler Stahl mit mittlerem Mangengehalt für die Massivumformung. *massivUMFORMUNG*, 1 2016, S. 50 – 55
- [2] Gramlich, A.; Schönborn, S.; Schmiedl, T.; Baumgartner, J.; Krupp, U.: Lufthärtende duktile Schmiedestähle für zyklische Beanspruchung. *massivUMFORMUNG* 5 (2021) 2, S. 64 – 69
- [3] Gramlich, A.: Lufthärtende duktile Schmiedestähle – Verringerung der CO₂-Emission und des Erdgasverbrauchs durch neue Stahlwerkstoffe. *massivUMFORMUNG* 7 (2023) 2, S.64 – 69
- [4] Gramlich, A.; Akkus, C.; Gouverneur, M.; Hollas, C.; Bailly, D.; Röder, J.; Jacobs, G.; Krupp, U.: Geschmiedete Hochleistungsrotorwellen für die Energiewende. *massivUMFORMUNG* 10 (2026) 1, S. 52
- [5] Gramlich, A.; Auger, M. A.; Richter, S.: Plasmanitrierung eines lufthärtenden Schmiedestahls mit mittlerem Mangengehalt. *HTM*, 77 (2022) 4, S. 298 – 315
- [6] Akkus, S.C.; Gorin, N.; Richter, S.; Krupp, U.; Gramlich, A.: Revealing the effect of intercritical plasma-nitriding on air-hardened medium manganese steels. *Journal of Materials Research and Technology*, 44 (2026), S. 2450 – 2549



Ölaufbereitungsanlage von Hatebur

Die saubere Lösung für Horizontal- wie Vertikalpressen

Moderne Umformprozesse stellen höchste Anforderungen an Effizienz und Wirtschaftlichkeit. Mit der Ölaufbereitungsanlage von Hatebur wird gebrauchtes Schmieröl wieder nutzbar – direkt im Produktionsprozess.



info@hatebur.com

Sie wünschen Informationen zu unseren Lösungen?

Kontaktieren Sie uns per E-Mail oder besuchen Sie unsere Website:
www.hatebur.com



Ihre Vorteile:

- Bis zu 90 % Öl-Wiederverwendung
- Bis zu 50 l/h Reinigungsleistung
- Kurzer Return-on-Invest
- Selbstreinigende 3-Phasen-Zentrifuge
- Für Horizontal- und Vertikalpressen
- Modular - Inline oder zentrale Lösung



Mit lokaler KI Retrofits planen – ein Anwendungsszenario mit Weitblick

Viele ältere Umformmaschinen sind technisch leistungsfähig, aber kaum digital vernetzt. Das Forschungsprojekt DiReProFit stellt auf Basis eines lokal betriebenen KI-Systems dar, wie sich Bestandsanlagen durch gezielte Nachrüstung von Sensoren, strukturierte Datenerfassung und -analyse leistungsfähiger machen lassen. Dadurch können Unternehmen Retrofitmaßnahmen fundierter unter Berücksichtigung eigener Wissensgrundlagen planen.

AUTOREN



**Dipl.-Ing.
Marc Warnecke**

ist Projektingenieur
am IPH – Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH



Patrick Kramer, M. Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Labor für Massivumformung
der Fachhochschule Südwestfalen
in Iserlohn



**Dipl.-Ing.
Mareile Kriwall**

ist Abteilungsleiterin der Prozesstechnik
des IPH – Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH



**Dr.-Ing.
Malte Stonis**

ist koordinierender Geschäftsführer
des IPH – Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH



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

ist Leiter des Instituts
für Umformtechnik und Umformmaschinen
der Leibniz Universität Hannover (IFUM)
und geschäftsführender Gesellschafter
des IPH – Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH



**Prof. Dr.-Ing.
Michael Marré**

ist Leiter des Labors für Massivumformung
der Fachhochschule Südwestfalen
in Iserlohn

Vorsprungssicherung und Arbeitseffizienzsteigerungen mit gleichzeitiger Datensicherheit sind dank lokal nutzbarer KI-Modelle mit etwas Aufwand in vielen Anwendungsfeldern möglich und sinnvoll.

Marc Warnecke

Retrofitplanungen sind mit der richtigen Unterstützung eine echte Chance für die wirtschaftliche Anpassung von Anlagen.

Patrick Kramer

Die KI wird immer anwendungsfreundlicher und kann in vielen Anwendungsszenarien auch rein betriebsintern verwendet werden.

Prof. Bernd-Arno Behrens

Die Nutzung cloud-basierter KI-Lösungen ist sowohl hinsichtlich IT-Sicherheit als auch zunehmend aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten kritisch.“

Dr. Malte Stonis

DER RETROFIT ALS SCHLÜSSEL ZUR DIGITALISIERUNG VON BESTANDSANLAGEN

Die massivumformende Industrie fertigt zum Großteil sicherheitsrelevante Produkte, die sich durch hohe Festigkeiten auszeichnen. Für die dabei notwendigen hohen Kräfte sorgen Pressen und Hämmer, zumeist älterer Generationen. Viele dieser Bestandsmaschinen besitzen keine durchgängigen Datenschnittstellen, keine einheitliche Dokumentation und keine integrierten Systeme für Produktions- und Qualitätsdaten.

In ein digitales Umfeld sind diese Maschinen in ihrem aktuellen Zustand häufig nicht oder nur sehr eingeschränkt integrierbar. Das erschwert oder verhindert die Kommunikation mit Industrie-4.0-Strukturen, eine weitergehende Automatisierung sowie eine systematische Datenverarbeitung. Stillstände, Ausschuss und Energieverluste werden zwar erkannt, jedoch können die

Ursachen ohne entsprechende Messsysteme kaum identifiziert und Maßnahmen selten wirtschaftlich abgeleitet werden. Zugleich fehlen vielfach aufbereitete Betriebsdaten, mit denen sich fertigungstechnische Potenziale wie Stückkostenreduktion, Fehlererkennung, Aussagen zum Verschleißverhalten oder die Optimierung von Taktzeiten gezielt erschließen ließen.

Hier setzte das Forschungsprojekt DiReProFit an. Durch einen digitalen Retrofit, also die Nachrüstung mit Sensoren und moderner Messtechnik, konnte die Prozesstransparenz und die Vernetzbarkeit bestehender, älterer Maschinen verbessert werden, ohne die Kernmaschine zu ersetzen oder in die Steuerung einzugreifen. Gerade für kleine und mittlere Unternehmen stellt dies eine wirtschaftlich tragfähige Alternative zur kostenintensiven Neuanschaffung Industrie-4.0-fähiger Umformmaschinen dar.

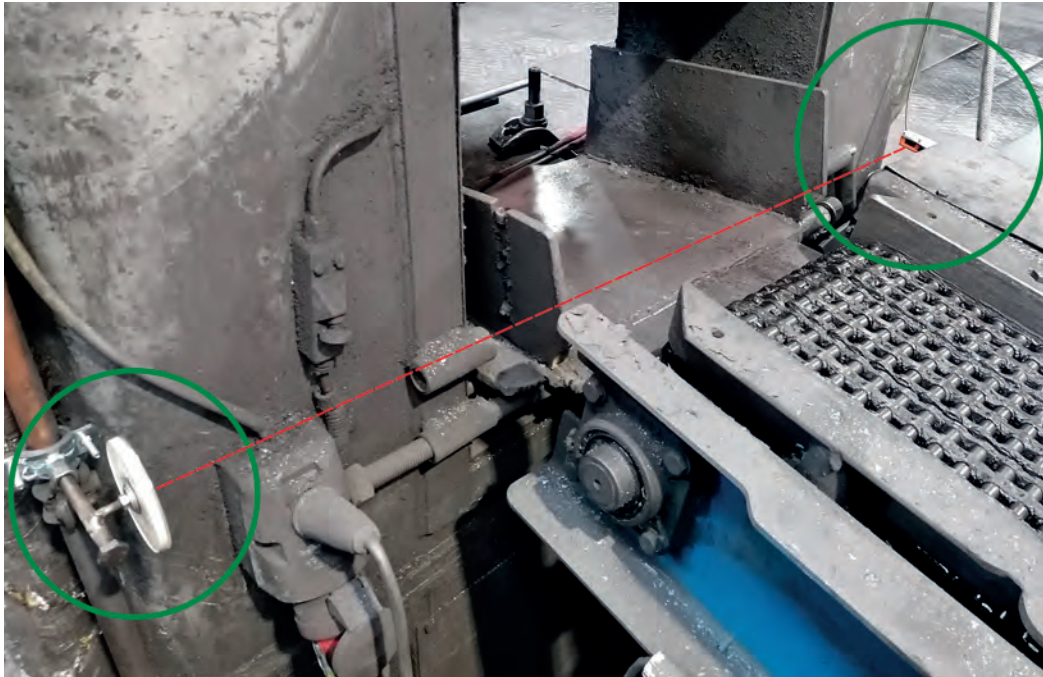


Bild 1: Nachgerüstete Sensoren an einer Abgratpresse der untersuchten Schmiedelinie: Auch Prozessparameter älterer Bestandsanlagen lassen sich durch gezielte Sensorintegration digital auswerten. Foto: Patrick Kramer, LFM

FEHLINVESTITIONEN BEIM RETROFIT VERMEIDEN

Das Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH (IPH) und das Labor für Massivumformung (LFM) adressierten im Forschungsprojekt DiReProFit eine Lücke in der Praxis. Unternehmen brauchen eine Vorbetrachtung, bevor sie Sensoren beschaffen, Dateninfrastruktur aufbauen oder externe Dienstleister beauftragen. Unabgestimmtes Vorgehen kann zu Fehlinvestitionen führen. Die technische Nachrüstung mit Sensoren ist heute grundsätzlich Stand der Technik; die eigentliche Herausforderung liegt in der Auswahl geeigneter Sensorkonzepte, der wirtschaftlich sinnvollen Messdatenerfassung und vor allem in der korrekten Interpretation der gewonnenen Daten.

Gerade kleine und mittlere Unternehmen müssen Retrofits mit wenig Personal, begrenztem Budget und hoher Produktionsauslastung planen. Ein Fehlgriff beziehungsweise unklare Zielsetzungen binden Investitionen und blockieren zusätzlich Produktionszeit. Ist beispielsweise das Sensorkonzept für den beabsichtigten Einsatzzweck ungeeignet, lassen sich die gewünschten Messgrößen nicht belastbar erfassen und Investitionen bleiben ohne nachweisbaren Nutzen.

Ein weiteres Hindernis besteht in der Regulatorik beziehungsweise in Haftungsfragen. Viele Betriebe vermeiden Eingriffe in

bestehende Steuerungen, weil diese sogenannten „wesentlichen Veränderungen“ im Sinne der Maschinenrichtlinie eine erneute, vollständige Konformitätsbewertung auslösen. Die Praxis kennt für die Dokumentation eines sicheren Inverkehrbringens – sowohl im Handel, als auch im eigenen Betrieb – die CE-Kennzeichnung. Diese bestätigt, dass eine Maschine grundlegende Sicherheitsanforderungen erfüllt. Fehlt bei Altanlagen die vollständige technische Dokumentation, wird die nachträgliche Dokumentationserstellung für ein Änderungsprojekt aufwendig oder scheitert sogar. Es lohnt sich aus Kostenperspektive daher, bereits im Vorfeld einer Maßnahme zu prüfen, inwiefern eine „wesentliche Veränderung“ vorliegt oder wie diese möglichst vermieden werden kann.

Das Forschungsprojekt DiReProFit begegnete diesem Spannungsfeld mit einem Ansatz, der den initialen Planungsaufwand verringert und den technischen Nutzen möglicher Retrofitvorhaben bereits im Vorfeld abschätzbar macht.

PLANBARKEIT, DATENQUALITÄT UND INVESTITIONSFESTE ENTSCHEIDUNGEN

Das IPH und das LFM erstellten drei Bausteine, die Anwender unmittelbar nutzen können:

Zunächst erarbeiteten sie eine Übersicht geeigneter Sensor-

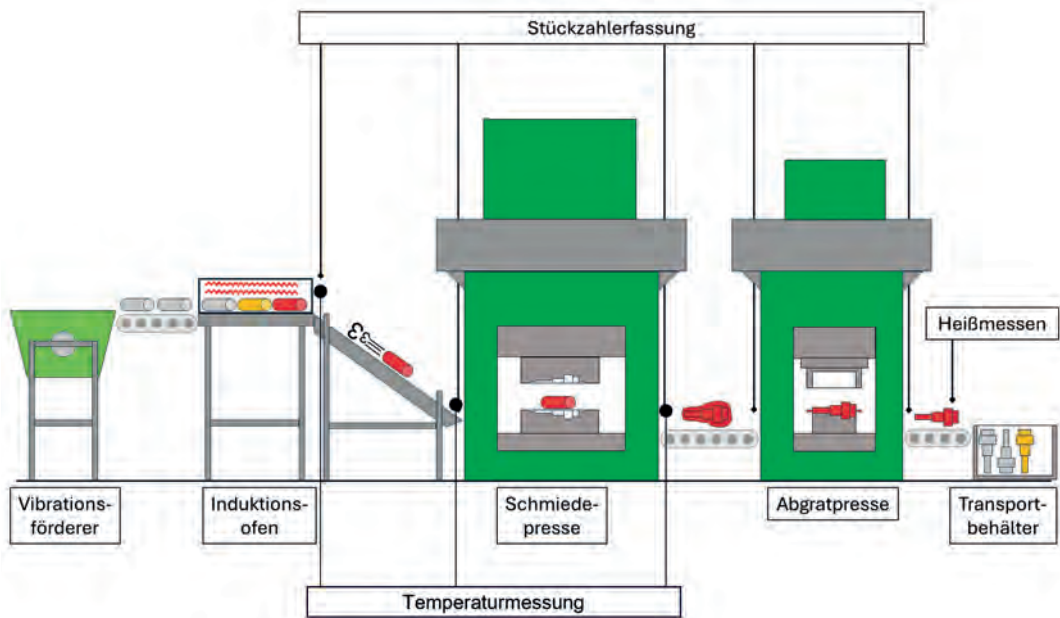


Bild 2: Übersicht der Schmiedelinie mit den im Projekt integrierten Messpunkten zur Stückerfassung und Heißmessung: vom Vibrationsförderer über Induktionsofen, Schmiede- und Abgratpresse bis zum Transportbehälter. Quelle: IPH/LFM

systeme für Digitalisierungsmaßnahmen. In Schmiedebetrieben konkurrieren robuste, verschmutzungsresistente Messprinzipien mit Anforderungen an Taktzeiten, Temperaturbereiche und Einbauraum. Die Projektergebnisse ordnen Sensorarten, Messprinzipien und typische Integrationspfade so, dass Prozessverantwortliche und Entscheider schneller zu einer belastbaren Vorauswahl kommen.

Dazu konzipierten die beiden Institute in einem zweiten Baustein exemplarische Retrofitkonzepte und setzten diese produktionsbegleitend an einer Schmiedelinie um. Diese umfassen Stückerfassung nach Prozessschritten, Heißmessung zur frühen Qualitätsbewertung sowie Temperatur- und Energieanalysen für die thermische Prozessführung. Die Umsetzung zeigte, warum eine reine Stückerfassung über Auswerfersignale der Steuerung in der Serie scheitern kann. Die bauteilabhängigen Hubfolgen und Einrichtungsvorgänge verfälschen die Interpretation. Das LFM kombinierte deshalb Steuerungssignale mit externen, redundanten Sensoren. Damit entstand für den Retrofit eine Datenbasis, die sich in den Prozesskontext einordnen lässt. Allerdings muss dabei anwendungsseitig weiterhin die Wartung berücksichtigt werden, etwa bei optischen Sensoren, die Zunder, Ölnebel und weiteren Partikeln ausgesetzt sind.

Einen weiteren, für die Produktion zentralen Effekt lieferte die Heißmessung. Das LFM setzte die optische Vermessungstechnik eines Unternehmens der Projektpatengruppe ein, um Geometrieabweichungen von Rohlingen bereits im heißen Zustand zu erkennen. Betriebe können anhand dieses Sensorkonzepts Werkzeugverschleiß oder Gesenkschädigungen früher identifizieren und Werkzeugwechsel innerhalb einer laufenden Serie rechtzeitig planen. Das reduziert Qualitätskosten, Ausschuss und Nacharbeit.

Als dritten Baustein entwickelte das IPH einen Softwaredemonstrator als proof-of-concept, der Retrofitwissen in eine anwendungsnahe Entscheidungsfindung überführt. Der Demonstrator arbeitet dialogbasiert und liefert textbasierte Empfehlungen. Kern ist ein Retrieval-Augmented-Generation-Modell (RAG-Modell).

Auf Anfrage strukturiert der Demonstrator die Planung eines digitalen Retrofits, empfiehlt Sensor- und Integrationspfade, benennt typische Risiken einschließlich Aufwänden für die CE-Kennzeichnung und bleibt dabei herstellerunabhängig. Der Demonstrator wurde mitsamt Leitfaden und quellenoffen auf GitHub veröffentlicht, sodass Betriebe den Ansatz nachvollziehen und weiterentwickeln können. Die Rechenzeit hängt in

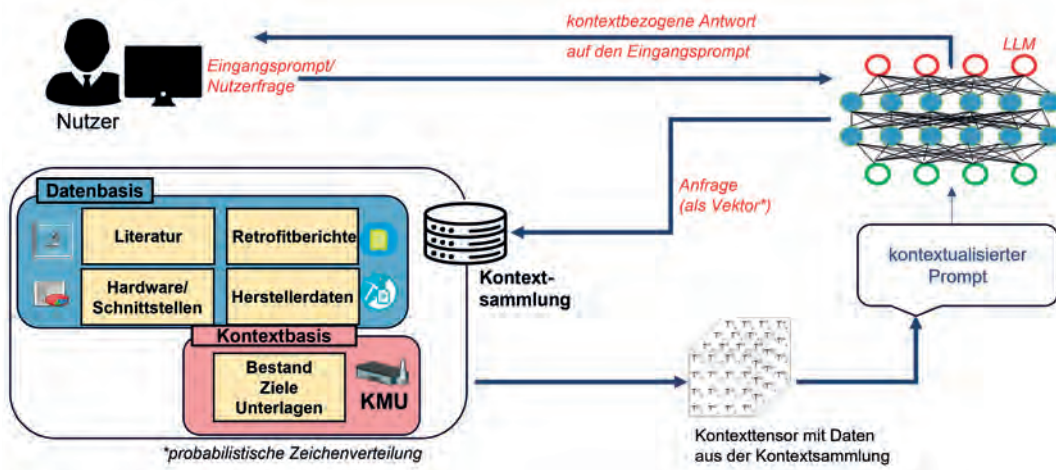


Bild 3: Funktionsweise des im DiRe-ProFit-Demonstrator eingesetzten RAG-Modells: Nutzeranfragen werden mit einer kuratierten Datenbasis abgeglichen, bevor das Sprachmodell eine kontextbezogene Antwort generiert.
Quelle: IPH

der Praxis von der Leistungsfähigkeit der unternehmenseigenen Hardware ab. Während der auf dem Docker-Aufbau basierende Demonstrator auf verschiedenen Betriebssystemen lauffähig ist, empfehlen die Institute eine Serverinstallation auf starker Hardware für den verteilten Zugriff.

SPRACHMODELLE MIT RAG-SYSTEM ALS INDUSTRIELLES WISSENSWERKZEUG

Unternehmen, welche die im Projekt umgesetzten Ansätze für ein Sprachmodell konsequent einsetzen und weiterentwickeln, können dies einerseits für den Erkenntnisgewinn aus den hinterlegten eigenen Unterlagen und andererseits als festen Bestandteil zur technischen Wissensarbeit nutzen. Dieses Verfahren kombiniert dazu ein generatives Sprachmodell mit einer vorab kuratierten Dokumentensammlung. Das Unternehmen hinterlegt dafür neben frei zugänglichen Fachinformationen eigene Unterlagen, Betriebsstandards, Erfahrungswissen und projektspezifische Dokumentationen in der Datenbasis. Das System sucht darin passende Textstellen in bestehenden Leitfäden, Literatur, Sensorübersichten und Praxisberichten und formuliert daraus eine Antwort. Damit reduziert es die für inferenzbasierte Sprachmodelle typischen „Halluzinationen“, also KI-Ausgaben ohne belastbare Grundlage. Darüber hinaus bleibt die Wissensbasis ohne zwingendes Neutraining des Sprachmodells ausbaufähig.

Somit liegt der Vorteil des RAG-Ansatzes darin, dass das Sprachmodell nicht nur allgemeine Fragen beantwortet, sondern auch passende Antworten aus der wachsenden Wissensbasis heraus generiert. Diese muss dafür allerdings kuratiert

und im besten Fall einheitlich formatiert sein. Dadurch entstehen belastbare, kontextbezogene Antworten, ohne dass das Sprachmodell selbst für jede neue Information neu trainiert werden muss.

Langfristig entwickelt sich aus diesem Ansatz ein digitaler Wissensassistent für Ingenieurwesen, Produktion, Instandhaltung und Investitionsplanung. Mit der Planung von Retrofits beauftragte Mitarbeitende stellen in diesem System Fragen nach geeigneten Sensorprinzipien, Integrationswegen, typischen Risiken, Dokumentationsanforderungen oder wirtschaftlichen Zielkonflikten.

Für Unternehmen liegt der strategische Wert des lokalen KI-Ansatzes vor allem in drei Punkten. Erstens bleibt die Datensouveränität gewahrt, weil die Lösung auf einem Server oder einer Workstation vor Ort betrieben werden kann und daher sensible Informationen das Unternehmen nicht verlassen müssen. Zweitens steigt die Generalisierbarkeit: Auch Unternehmen ohne Maschinendatenhistorie oder ohne vollständig digitalisierte Altanlagen können mit dem System Erstbewertungen und Handlungsempfehlungen erhalten, die zu Beginn einer Projektierung wertvoll sind. Drittens sinkt der Aufwand, neues Wissen nutzbar zu machen, weil neue Dokumente in die Datenbasis aufgenommen werden können, statt ein Sprachmodell mit hohem Rechenaufwand immer wieder neu zu trainieren.

Mit dem vorgestellten System ist daher keine autonom entscheidende KI entstanden, sondern ein dokumentengestütztes Assistenzsystem für industrielle Entscheidungen. Damit

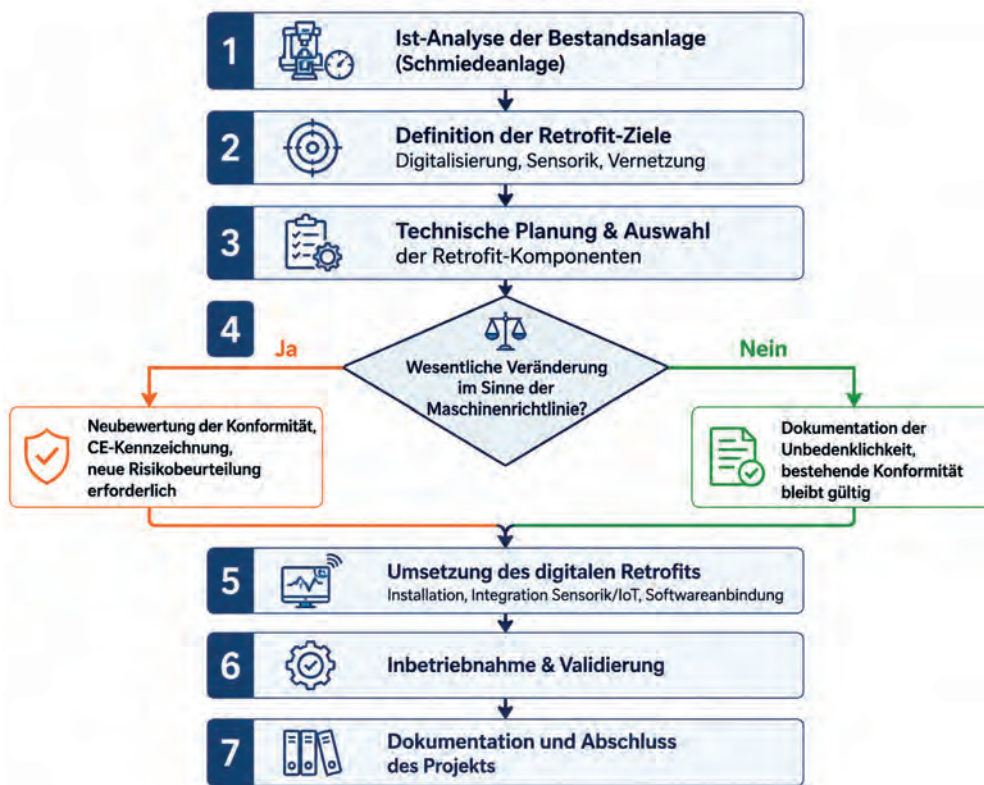


Bild 4: Ablaufschema zur Durchführung eines digitalen Retrofits: von der Ist-Analyse der Bestandsanlage über die Prüfung, ob eine wesentliche Veränderung im Sinne der Maschinenrichtlinie vorliegt, bis zur Inbetriebnahme und Dokumentation. Eigene Darstellung

unterstützen IPH- und LFM-Fachkräfte bei der Vorbereitung von Retrofits, bei der Auswahl von Sensoren und Schnittstellen, bei der Bewertung technischer und regulatorischer Randbedingungen und bei der Überführung von Erfahrungswissen in wiederverwendbare Antworten.



Dieses vorwettbewerbliche Forschungsprojekt mit dem Förderkennzeichen 01IF22669N wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages aus Mitteln der IGF gefördert. Die Langfassung des Abschlussberichts kann über die Forschungsgesellschaft Stahlverformung e.V. beim WSM Wirtschaftsverband Stahl und Metallverarbeitung, Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, angefordert werden.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



[1] Ilari, S.; Carlo, F.; Ciarapica, F.; Bevilacqua, M.: Machine Tool Transition from Industry 3.0 to 4.0: A Comparison between Old Machine Retrofitting and the Purchase of New Machines from a Triple Bottom Line Perspective, Sustainability, 2021, Nr. 13, 10441, pp. 1 – 21. DOI: 10.3390/su131810441

[2] VDMA – Forum Industrie 4.0, „Leitfaden Retrofit für Industrie 4.0“, VDMA Verlag GmbH, Frankfurt am Main, 2020

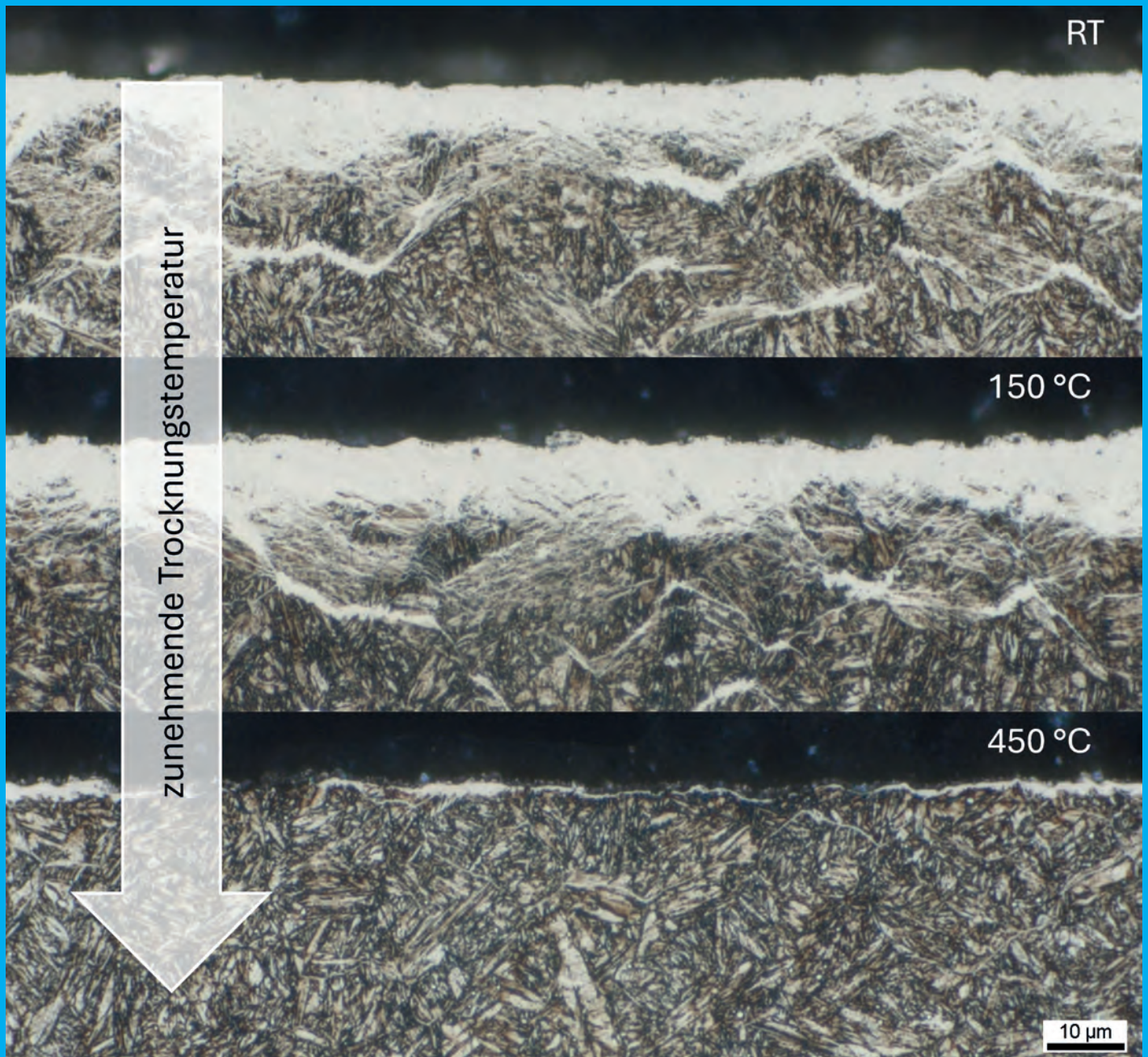
[3] Arslan, M.; Cruz, C.: Business-RAG: Information Extraction for Business Insights, Proceedings of the 21st International Conference on Smart Business Technologies (ICSBT 2024), Dijon, Frankreich. DOI: 10.5220/0000178900003764

[4] Tantscher, D.; Mayer, B.: Digital Retrofitting of legacy machines: A holistic procedure model for industrial companies, CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2022; Nr. 36, p. 35 – 44. DOI: 10.1016/j.cirpj.2021.10.011



Dieser Beitrag ist in ähnlicher Form bereits in der „phi – Produktionstechnik Hannover informiert“ unter www.phi-hannover.de erschienen.

Einfluss der fertigungsbedingten Randschichtveränderung auf die Nitrierbarkeit von Schmiedewerkzeugen



Das Nitrieren von Schmiedewerkzeugen ermöglicht eine Steigerung der Härte und Verschleißbeständigkeit der Randschicht und damit eine Verlängerung der Standzeit der Werkzeuge. Bei unsachgemäßer Fertigung kann es jedoch zur Bildung von oberflächlichen Sperrschichten kommen, die eine erfolgreiche Nitrierung verhindern. Um eine gleichmäßige Nitrierschichtbildung zu erreichen, müssen die Schleifprozesse zur Fertigung und die anschließende Lagerung der Schmiedewerkzeuge optimiert werden.

AUTOREN



Martje Brandt, M.Sc.

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Wärmebehandlung der Hauptabteilung Werkstofftechnik am Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien – IWT in Bremen



Rica Baustert, M.Sc.

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Wärmebehandlung der Hauptabteilung Werkstofftechnik am Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien – IWT in Bremen



Tim Oelker, M.Sc.

ist ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Wärmebehandlung der Hauptabteilung Werkstofftechnik am Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien – IWT in Bremen



Ablie Nije, M.Sc.

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Schleifen und Verzahnung der Hauptabteilung Fertigungstechnik am Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien – IWT in Bremen



Dr.-Ing. Matthias Steinbacher

leitet die Abteilung Wärmebehandlung der Hauptabteilung Werkstofftechnik am Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien – IWT in Bremen

Selbst die Sputterwirkung beim Plasmanitrieren kann keine zuverlässig beherrschte Prozesskette ersetzen **Martje Brandt**

Das Nitrieren ist ein robustes Wärmebehandlungsverfahren, das eine leistungsorientierte Fertigung von Schmiedewerkzeugen ermöglicht **Rica Baustert**

Eine sorgfältige industrielle Reinigung ist eine wesentliche Voraussetzung für einen erfolgreichen Nitrierprozess. **Dr. Matthias Steinbacher**

Beim Nitrieren handelt es sich um ein beanspruchungsorientiertes, thermochemisches Wärmebehandlungsverfahren, durch das die Gebrauchseigenschaften von hochbeanspruchten Bauteilen verändert werden [1]. Dabei wird die Bauteilrandschicht mit Stickstoff angereichert; dies bedingt bei Überschreitung der Löslichkeitsgrenze des α -Eisens eine Phasenumwandlung und die Bildung von Eisennitriden. In Abhängigkeit der Nitrierbedingungen und der chemischen Zusammensetzung des Werkstoffs erfolgt eine Härtesteigerung der Randschicht.

Die gewünschte Wirkung des Nitrierens stellt sich jedoch nur ein, wenn bei der Wärmebehandlung über den gesamten Gravurbereich eine gleichmäßig ausgeprägte Nitrierschicht ausgebildet wird. Eine fehlende oder unzureichend ausgebildete Nitrierschicht stellt eine Schwachstelle im Randschichtgefüge dar und kann zu einem frühzeitigen Ausfall des Werkzeugs führen. Um ein optimales Nitrierergebnis zu erzielen, ist eine nitrierbare Oberfläche beziehungsweise Randschicht daher unerlässlich [2].

Durch die Kräfte, Temperaturen und die chemische Umgebung, die im Verlauf der Fertigung auf das Material einwirken, entsprechen Struktur und Gefüge der Randschicht des Werkzeugs in der Regel nicht denen des Grundwerkstoffs [3], [4]. Durch Reaktionen mit dem Kühlschmierstoff können sich beispielsweise verschiedene Schichten (Bild 1) unterschiedlicher Haftfestigkeit auf der Werkstoffoberfläche bilden [6]. Weiterhin werden durch die Bearbeitung Verformungen und Eigenspannungen in die Randzone eingebracht [7]. Gerade bei zu nitrierenden Bauteilen ist mit höheren Krafteinwirkungen bei der Bearbeitung zu rechnen, da diese in der Regel vorvergütet werden und im Gegensatz zu Bauteilen zum Einsatzhärten bereits vor der abschließenden thermochemischen Wärmebehandlung eine hohe Festigkeit beim Schleifen aufweisen. Die durch die Fertigung verformte Grenzschicht kann im Zusammenspiel mit der diffusionsbehindernden Reaktionsschicht den erfolgreichen Übergang des Stickstoffs in die Randschicht verhindern. Die Bildung einer solchen Sperrschicht kann somit das Nitrierergebnis entscheidend beeinflussen und zu Schwachstellen im Werkzeug führen.



Bild 1: Schematischer Aufbau der Oberfläche metallischer Bauteile nach Haase [5]

Ziel des Projekts „Einfluss der fertigungsbedingten Randschichtveränderung auf die Nitrierbarkeit von Schmiedewerkzeugen“ war, die Zusammenhänge zu untersuchen, die zwischen der Gestaltung des Schleifprozesses, den dadurch induzierten Veränderungen auf und in der Randschicht, der Lagerung der geschliffenen Werkstücke und der abschließenden Nitrierung bestehen. Im Rahmen des Projekts sollte eine optimale Abstimmung zwischen der Hartfeinbearbeitung und der Wärmebehandlung ermöglicht werden. Hierfür wurden die Schleif- und Lagerungsbedingungen für zwei praxisübliche Warmarbeitsstähle variiert. Nach gleicher Nitrierbehandlung wurden an metallographischen Querschliffen die Verbindungsschicht- und Porensaumdicke sowie die Nitrierhärte tiefe beurteilt.

EXPERIMENTELLES

Aufgrund ihrer hohen Relevanz für Schmiedegesenke dienten die praxisüblichen Warmarbeitsstähle X38CrMoV5-3 und 55NiCrMoV7 als Untersuchungswerkstoffe. Da Bauteile in der Regel nach dem Nitrieren ohne weitere Nachbearbeitung eingesetzt werden, wurden Proben mit einem vorvergüteten Ausgangszustand genutzt. Um die Nitrierbarkeit der Werkstoffe zu ermitteln, wurden unterschiedliche Vergütungszustände, Schleifparameter, Reinigungs- und Lagerbedingungen in verschiedenen Versuchsreihen miteinander kombiniert. Dabei sollten bewusst Passiv- beziehungsweise Sperrschichten erzeugt werden, die eine gleichmäßige Nitrierschichtbildung verhindern. Im Anschluss wurde der Einfluss der Sperrschichten auf die Nitrierschichtbildung nach einem Gas- und Plasmanitrierprozess untersucht.

So sollte weitergehend die Wechselwirkung zwischen dem Nitrierprozess und den Sperrschichten bestimmt werden. Um die Vergleichbarkeit zwischen den Versuchen zu gewährleisten, blieben die Nitrierbedingungen über die Versuche gleich. Angestrebt wurde eine praxisübliche Nitrierhärte tiefe (NHD) von 0,3 bis 0,4 Millimetern. Die Parameter der Nitrierbehandlung sind der Tabelle zu entnehmen. Vor dem Plasmanitrieren wurden die Proben mit Ethanol gereinigt. Vor dem Gasnitrieren wurden die Proben einer praxisüblichen industriellen Reinigung unterzogen.

Um den Einfluss der Schleifparameter zu untersuchen, wurden unterschiedliche Belastungskollektive aus thermischen und mechanischen Lasten eingestellt. In einer ersten Versuchsreihe wurden die unterschiedlichen Belastungskollektive durch eine Variation der Vorschubgeschwindigkeiten und Zustellungen beim Schleifen realisiert. Die thermischen Lasten wurden bewusst so hoch gewählt, dass die Proben bei einigen Belastungskollektiven Schleifbrand aufwiesen. Zudem wurden innerhalb dieser Versuchsreihe die Passiv- beziehungsweise Sperrschichtbildung bei unterschiedlichen Vorvergütungszuständen untersucht. Hierfür wurde durch unterschiedliche Anlasstemperaturen für beide Werkstoffe eine Härte von 44 HRC beziehungsweise 55 HRC eingestellt. Ferner kam in einer zweiten Versuchsreihe eine elastisch gebundene anstatt einer keramisch gebundenen Korundscheibe zum Einsatz. So konnte eine mechanisch dominierende Wirkung sichergestellt und der Einfluss der mechanisch verformten Randzone auf die Nitrierschichtbildung untersucht werden.

Nitrierverfahren	Temperatur	Dauer	Nitrierkennzahl	Druck	Atmosphäre
Plasma	520 °C	1 + 36 h	–	300 Pa	80 % N ₂ + 20 % H ₂
Gas	520 °C	30 h	2,5 bar ⁻¹	atm.	NH ₃ + N ₂ + H ₂

Tabelle: Prozessparameter der Nitrierbehandlung

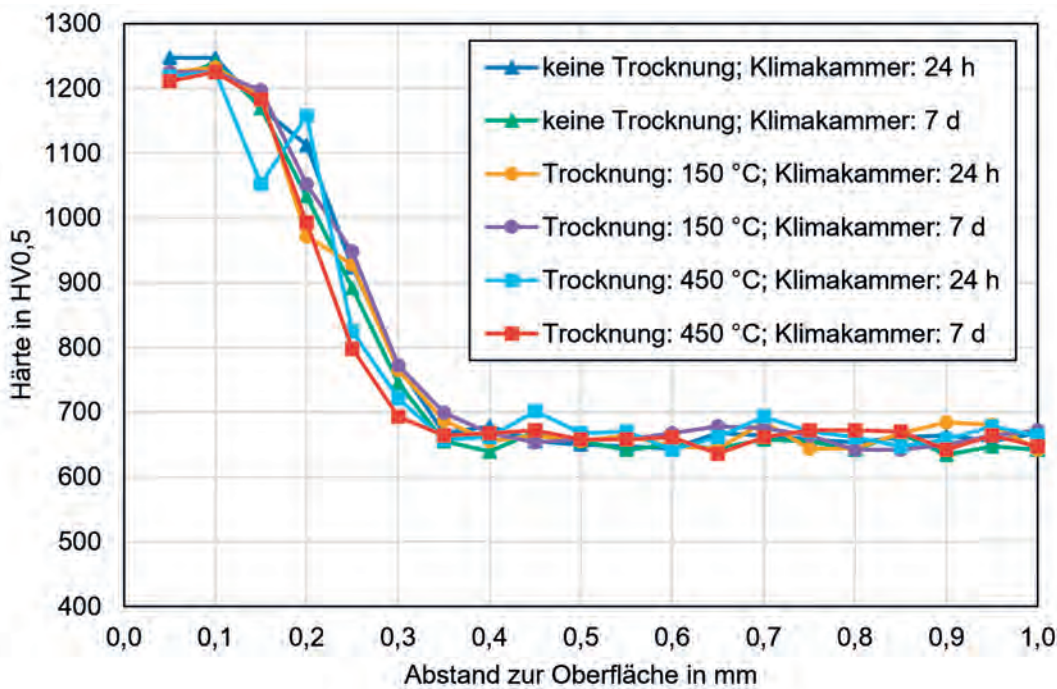


Bild 2: Härteverläufe der plasmanitrierten Proben des X38CrMoV5-3 der dritten Versuchsreihe

Zwei weitere Versuchsreihen betrachteten den Einfluss von Kühlschmierstoffen, der anschließenden Lagerung und der Reinigung der Bauteile auf die Gleichmäßigkeit der Nitrierung. In der dritten Versuchsreihe wurde Öl als Kühlschmierstoff verwendet. Um die Auswirkung des Kühlschmierstoffs zu verstärken, wurde dieser bei teilweise bis zu 450 °C auf den Proben eingebrannt. Darüber hinaus wurde die Lagerdauer bis zum Nitrieren variiert. So wurden die Bauteile entweder lediglich 24 Stunden oder sieben Tage nach der Bearbeitung vor dem Nitrieren gelagert. In der letzten Versuchsreihe wurde mit Emulsion als Kühlschmierstoff gearbeitet. Hierbei lag der Fokus auf der Reinigung und Lagerung der Bauteile. Entweder wurden

die Zahnräder im Vorfeld gereinigt oder mit Kühlschmierstoff imprägniert. Die Lagerung fand anschließend im Korrosionsschutzbeutel oder an Luft statt.

ERGEBNISSE

Ein wesentliches Ergebnis der Untersuchungen ist, dass selbst bei Schleifprozessen mit Parametern über der oberen Prozessgrenze in der Regel keine negativen Auswirkungen auf die Nitrierbarkeit zu erwarten sind. Sowohl beim Gas- als auch beim Plasmanitrieren ließen sich bei allen Proben der ersten Versuchsreihe geschlossene und gleichmäßige Verbindungsschichten erzeugen. Die erzielten Nitrierhärte-tiefen und Ver-

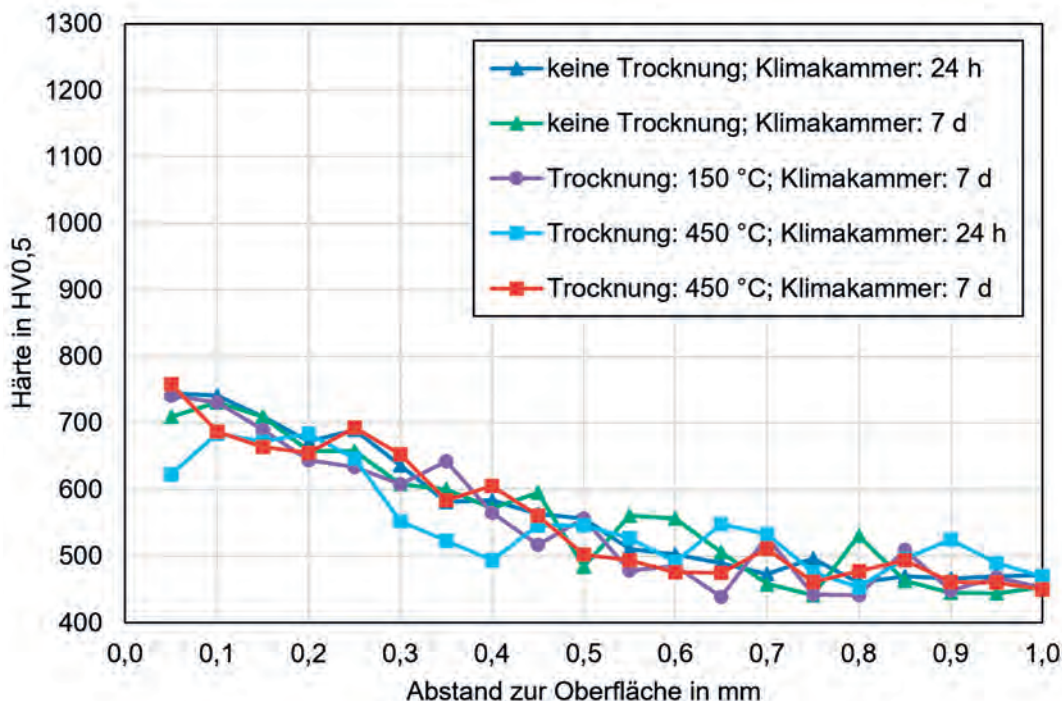


Bild 3: Härteverläufe der plasmanitrierten Proben des 55NiCrMoV7 der dritten Versuchsreihe

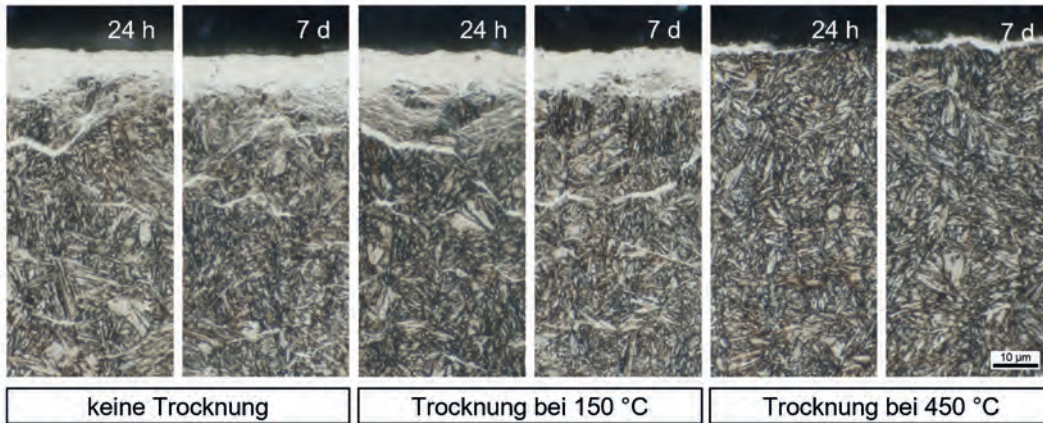


Bild 4: Lichtmikroskopische Darstellung der Randschichten der plasmanitrierten Proben des X38CrMoV5-3 (Ätzung: 3 %ige alkoholische HNO_3) aus der dritten Versuchsreihe (Schleifversuche mit Öl); Lagerdauer in der Klimakammer oben rechts im Bildabschnitt

bindungsschichtdicken zeigten unabhängig von der Gefügestruktur keine signifikanten Abhängigkeiten von der mechanischen oder thermischen Vorbelastung durch den Schleifprozess. Ebenfalls ohne Einfluss auf die Nitrierschichtbildung erwies sich die bewusste mechanische Verformung der Oberfläche innerhalb der zweiten Versuchsreihe. Auch die Variation der Lagerungsbedingungen der vierten Versuchsreihe zeigte keine signifikante Auswirkung auf die Verbindungsschicht- und Porensaumdicke oder die Nitrierhärte tiefe.

Die Bildung von diffusionsbehindernden Passiv- beziehungsweise Sperrschichten konnte primär auf Rückstände von Kühlschmierstoffen zurückgeführt werden. Werden Kühlschmierstoffe vor dem Nitrieren nicht vollständig entfernt, können sie bei hohen Prozesstemperaturen in die Oberfläche einbrennen und die Nitrierung dort lokal oder großflächig behindern. Für die Entfernung der Kühlschmierstoffrückstände erwies sich eine praxisübliche industrielle Reinigung als ausreichend. So zeigten lediglich die Ergebnisse der plasmanitrierten Proben der dritten Versuchsreihe deutliche Unterschiede in der Ausprägung der Verbindungsschichtdicke. Die Härteverläufe der dritten Versuchsreihe blieben dabei unbeeinflusst von der Sperrschichtbildung und zeigten keine signifikanten Unterschiede innerhalb der Werkstoffe, wie in Bild 2 und Bild 3 zu sehen ist.

In Bild 4 und Bild 5 sind die lichtmikroskopischen Aufnahmen der Randschicht der plasmanitrierten Proben der dritten Versuchsreihe dargestellt. Wie zu erkennen ist, kam es bei einer Trocknungstemperatur von 450 °C und dem damit verbundenen Einbrennen von Kühlschmierstoffrückständen bei beiden Werkstoffen zu einer deutlich verringerten Verbindungs-

schichtbildung. Bei dem 55NiCrMoV7 ist zudem eine Entkohlung des randnahen Bereichs erkennbar, was auf eine zeitverzögerte Verbindungsschichtbildung hindeutet.

ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Schmiedewerkzeuge leistungsorientiert und prozesssicher geschliffen werden können, ohne die nachgeschaltete Nitrierung zu gefährden. Die untersuchten Warmarbeitsstähle wiesen eine hohe Beständigkeit gegenüber fertigungsbedingten Einflüssen auf und zeigten selbst nach hoher thermischer und mechanischer Beanspruchung eine gleichmäßige Nitrierschichtbildung. Dies unterstreicht die Robustheit des Nitrierens gegenüber moderaten Gefügeänderungen im Grundwerkstoff, sofern die Oberfläche vor der thermochemischen Wärmebehandlung ausreichend gereinigt wird. Die Befürchtung, dass allein die thermomechanische Umformung oder moderate Schleifbrandzonen grundsätzlich zu einer Sperrschichtbildung führen, konnte im Rahmen dieses Vorhabens weitestgehend entkräftet werden. Ein wichtiger Transferaspekt für die industrielle Praxis ist die Erkenntnis, dass die Reinigung das entscheidende Bindeglied in der Prozesskette darstellt. Es konnte nachgewiesen werden, dass eine industrielle Standardreinigung in der Lage ist, die meisten prozessbedingten Rückstände zu entfernen, um so eine erfolgreiche Nitrierung sicherzustellen. Problematisch wird es erst dann, wenn die Vorreinigung gänzlich entfällt oder Rückstände von Kühlschmierstoffen durch unsachgemäße thermische Zwischenschritte auf der Bauteiloberfläche fixiert werden und so die Bildung von Sperrschichten bedingt wird.

Für Unternehmen ergeben sich aus diesen Erkenntnissen deutliche Vorteile. Die Fertigungsabläufe können effizienter

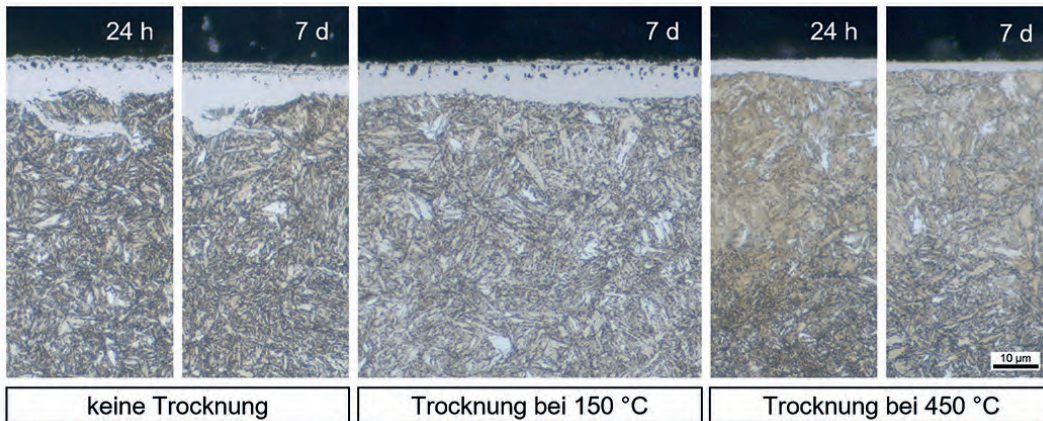


Bild 5: Lichtmikroskopische Darstellung der Randschichten der plasma-nitrierten Proben des 55NiCrMoV7 (Ätzung: 3 %ige alkoholische HNO₃) aus der dritten Versuchsreihe (Schleifversuche mit Öl); Lagerdauer in der Klimakammer oben rechts im Bildabschnitt. Bilder: Autoren

gestaltet werden, indem der Fokus auf robuste Reinigungsprozesse gelegt wird und nicht auf eine unnötig konservative Auslegung von Schleifprozessen, die unter Umständen die Produktivität verringert. Die Ergebnisse des Projekts liefern somit eine fundierte wissenschaftliche Basis für die Optimierung der gesamten Fertigungskette von Hochleistungsschmiedewerkzeugen.



Das IGF-Vorhaben IGF-Nr. 01IF22877N der Forschungsvereinigung AWT – Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung + Werkstofftechnik e.V. wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit den Mitteln der IGF gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



- [1] Liedtke, D: Merkblatt 447: Wärmebehandlung von Stahl – Nitrieren und Nitrocarburieren, Stahl Informations-Zentrum, 2005, ISSN: 0175-2006
- [2] Huchel, U; Klüner-Westkamp, H; Sommer, P; Spengler, A.: Notwendige Anforderungen an Bauteile zur Sicherung der Prozessfähigkeit beim Nitrieren und Nitrocarburieren, HTM J. Heat Treatm. Mat. Journal 64 (2009) S. 222 – 225
- [3] Fuchs, K.D; Rasche, K; Wendl, F: Einfluss der Erodierbedingungen auf Gefügeausbildung und Zähigkeit von Werkzeugstählen und daraus folgende Fehlerscheinungen bei Druckgießformen, Giesserei Band 76, Heft 24, S. 843 – 847, 1989
- [4] Yilkiran, T: Untersuchungen zu den Randzonenbeeinflussungen von Werkzeugen für die Warmmassivumformung infolge verschiedener Fertigungsverfahren, www.umformtechnik.net, Verlag Meisenbach GmbH, Franz-Ludwig-Straße 7a, 96047 Bamberg, 2010
- [5] Haase, B.: Bauteilreinigung vor/nach der Wärmebehandlung. Bericht aus dem FA 14 "Bauteilreinigung" der AWT, HTM Z. Werkst. Wärmebeh. Fertigung 63 (2008) 2, S. 104 – 114
- [6] Haasner, T; Stiles, M; Walter, A; Haase, B; Bauckhage, K: Nachweis von Reaktionsschichten und ihr Einfluss auf thermochemische Diffusionsverfahren, HTM Härterei-Techn. Mitt. Journal 55 (2000), S. 101 – 108
- [7] Scholtes, B.: Eigenspannungen in mechanisch rand-schichtverformten Werkzeugzuständen – Ursachen, Ermittlung und Bewertung, Habilitation Universität Karlsruhe, 1990

GERMAN METAL TECH

German Metal Tech auf der IZB 2026 in Wolfsburg

Vom 27. bis 29. Oktober 2026 präsentiert der Gemeinschaftsstand German Metal Tech die gebündelte Innovationskraft der Metallbranche auf der Internationalen Zuliefererbörse (IZB) in Wolfsburg. Unternehmen aus den vier Verbänden Industrieverband Blechumformung, Industrieverband Massivumformung, Deutscher Schraubenverband sowie Fachverband Metallwaren- und verwandte Industrien bündeln erneut ihre Kompetenzen und zeigen die Stärken der deutschen Metallumformung.

Nach dem erfolgreichen Auftritt im Jahr 2024 knüpft German Metal Tech 2026 an dieses Momentum an und entwickelt das Format konsequent weiter. Ziel ist es, die technologische Leistungsfähigkeit, die Nachhaltigkeitskompetenz und die internationale Relevanz der Branche sichtbar zu machen. Der Gemeinschaftsstand versteht sich als Plattform für Dialog, Vernetzung und zukunftsorientierte Lösungen entlang der automobilen Wertschöpfungskette. Gemeinsam zeigen die beteiligten Unternehmen, was German Metal Tech ausmacht: gebündelte Expertise, partnerschaftliche Zusammenarbeit und Innovationskraft „Made in Germany“.

Die Aussteller freuen sich auf einen informativen Austausch bei Ihrem Besuch des Gemeinschaftsstands German Metal Tech.



ZEISS Innovation Summit 2026 in Berlin

Der ZEISS Innovation Summit kehrt vom 4. bis 6. November 2026 nach Berlin zurück. Unter dem Motto „Turning Insights into Impact“ bringt das Event internationale Führungskräfte, Entscheider, Wissenschaftler und Innovatoren führender Unternehmen und Institute zusammen, um aus Ideen konkrete Ergebnisse zu machen. Fortschritt entsteht dort, wo Technologie, Wissen und Menschen zusammenkommen.

In einer Zeit, in der globale Megatrends wie KI, Computing der Zukunft, Automatisierung, die Elektrifizierung und Digitalisierung im Gesundheitswesen ganze Industrien transformieren, wird der ZEISS Innovation Summit zur globalen Plattform, auf der unterschiedliche Perspektiven zusammenkommen, Ideen hinterfragt werden, Lösungen Gestalt annehmen und Kooperationen in konkrete Maßnahmen münden.

Mit einem hochkarätigen Konferenzprogramm, der bislang größten Ausstellung an ZEISS-Innovationen und -Lösungen, die es je gab, sowie einem internationalen Networking-Programm können Teilnehmende Eindrücke in Mehrwert für ihr Business verwandeln.

Neben internationalen Keynote-Speakern und inspirierenden Panel-Diskussionen sowie Einblicken in globale Technologietrends und Innovationen wird das komplette ZEISS-Produktportfolio live zu erleben sein. Tickets und weitere Informationen unter: www.zeiss.de/messtechnik/home.html



Bin Picking Forum 2026: Kamerageführte Robotik für robuste Produktionsprozesse

Am 18. und 19. November 2026 findet im Automotive Center Südwestfalen (ACS) in Attendorn die fünfte Ausgabe des Bin Picking Forum statt. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie sich ungeordnet bereitgestellte Bauteile zuverlässig automatisiert greifen und lagerichtig Folgeprozessen zuführen lassen – ein Thema mit hoher Relevanz für metallverarbeitende Betriebe, die Produktivität steigern, Personal entlasten und Maschinen wirtschaftlicher beschicken wollen.

Das Forum bringt die für Bin-Picking-Anwendungen entscheidenden Disziplinen an einem Ort zusammen: Robotik, 3D-Kameratechnik, Fingergreifer-, Magnetgreifer und Saugsysteme, funktionale Sicherheit sowie Integrations- und Automatisierungskompetenz. Besucher erhalten damit die Möglichkeit, technische Lösungsansätze herstellerübergreifend zu diskutieren und eine eigene Anwendung ganzheitlich zu prüfen.

Ein besonderer Fokus liegt auf Praxis und Machbarkeit. In realen Roboterzellen können Erfahrungen mit Kamera, Roboter und Bedienung gesammelt werden. Eigene Bauteile sind ausdrücklich willkommen und können vor Ort getestet werden; CAD-Daten lassen sich vorab senden. Ergänzt wird die Ausstellung durch kompakte Fachvorträge mit anwendungsspezifischem Fokus.

Die Teilnahme am Bin Picking Forum 2026 ist kostenfrei. Weitere Informationen und Anmeldung unter www.binpickingforum.de

Magnesium und Magnesiumlegierungen

Magnesium verstehen, verarbeiten, anwenden

25. - 26.11.2026

FREIBERG

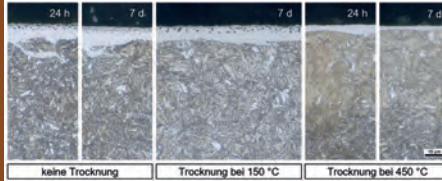
DGM DE/GO/5640

Magnesium verstehen, verarbeiten, anwenden

Am 25. und 26. November 2026 findet in Freiberg die DGM-Fortbildung „Magnesium und Magnesiumlegierungen“ unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Ulrich Prahl und Dr.-Ing. Madlen Ullmann (beide Technische Universität Bergakademie Freiberg) statt. Im Mittelpunkt steht die Frage, wie sich Magnesiumwerkstoffe sinnvoll auswählen, sicher verarbeiten und für industrielle Anwendungen gezielt einsetzen lassen.

Die zweitägige Veranstaltung bietet einen praxisorientierten, fundierten Überblick über alle relevanten Bereiche, von der Werkstofftechnik und Metallurgie bis hin zu modernen Fertigungstechnologien wie CONFORM. Die Teilnehmenden erhalten tiefgehende Einblicke in Gieß-, Umform- und Fügeverfahren und erlernen, wie sie Magnesium optimal verarbeiten können. Die Inhalte verbinden grundlegende Werkstoffwissenschaften mit industriellen Anwendungen und decken zentrale Themen wie Gießen, Gießwalzen, Walzen, Schmieden, Blechumformung, Fügen und Korrosionsschutz ab. Durch diese praxisnahe Wissensvermittlung werden die Teilnehmenden in die Lage versetzt, Magnesium effizient und sicher in ihren Produktionsprozessen zu integrieren und seine vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten voll auszuschöpfen. Die Fortbildung richtet sich an Ingenieurinnen und Ingenieure, Technikerinnen und Techniker sowie Fach- und Führungskräfte aus der Industrie und Forschung, die ihr Wissen zu Magnesiumwerkstoffen und deren Verarbeitung gezielt vertiefen möchten.

Weitere Informationen unter www.dgm.de/akademie/events/magnesium-und-magnesiumlegierungen-2026



40. VDI-Tagung Kaltmassivumformung – Jubiläum mit Blick nach vorn

Am 3. und 4. Februar 2027 kommt die Umformbranche in Düsseldorf zur 40. VDI-Tagung der Kaltmassivumformer zusammen – ein besonderes Jubiläum und zugleich der Treffpunkt für die Zukunftsthemen der Branche.

Wenn sich Anwender, Hersteller, Zulieferer und Dienstleister der Kaltmassivumformung treffen, geht es längst nicht nur um einzelne Prozesse oder Produkte. Es geht um die Zukunftsfähigkeit einer ganzen Branche. Das 40. Jubiläum ist dabei vor allem Anlass, den Blick konsequent nach vorn zu richten. Unter der fachlichen Leitung von Prof. Peter Groche von der PtU Darmstadt stehen die technischen und wirtschaftlichen Fragen im Mittelpunkt, die die Unternehmen aktuell bewegen.

Das Jahrestreffen verbindet praxisnahe Erfahrungsberichte mit technologischen Impulsen und offenem Austausch auf Augenhöhe. Gerade die Mischung aus Anwenderwissen, Maschinen- und Werkzeugtechnik, Werkstoffen, Oberflächen, Digitalisierung und neuen Marktanforderungen macht die Veranstaltung zum zentralen Branchentreff. Die 40. Ausgabe soll mehr sein als ein Jubiläum: ein Treffpunkt für neue Ideen, konkrete Lösungen und die nächsten Schritte der Kaltmassivumformung.

Das Tagungsprogramm ist unter www.kaltmassiv.de verfügbar. Fachlicher Ansprechpartner beim VDI-Wissensforum ist Kai Olof Duda, Telefon: +49 211 6214 560, E-Mail: duda@vdi.de



Jahrestagung MEFORM 2027 – Fachliche Inhalte und Networking

Das Institut für Metallformung (IMF) der TU Bergakademie Freiberg lädt vom 18. bis 19. März 2027 herzlich zur MEFORM in Freiberg ein. Die Jahrestagung bietet eine hervorragende Gelegenheit, vom Austausch über die neuesten Entwicklungen und Forschungsergebnisse im Bereich der Werkstoff- und Umformtechnologie zu profitieren.

Die MEFORM 2027 bietet eine Plattform, um innovative Vorträge zu aktuellen Themen der Umformtechnik zu hören und zu diskutieren. Der Fokus liegt auf der engen Verzahnung von werkstoffspezifischen und technologischen Aspekten in der Metallformung. Die Besucherinnen und Besucher erwarten spannende Präsentationen zu den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen und deren praktischen Anwendungen, um das Wissen über die neuesten Entwicklungen in der Umformtechnik zu vertiefen.

Das IMF ist seit über 95 Jahren führend auf dem Gebiet der Metallverarbeitung und bietet den Teilnehmenden die Möglichkeit, in direkten Austausch mit Experten aus der Industrie und der Wissenschaft zu treten. Die Veranstaltung wird in englischer Sprache abgehalten und richtet sich an alle, die an den innovativen Entwicklungen in der Umformtechnologie interessiert sind. Weitere Informationen und Anmeldungen unter: www.acatrain.net/meform.

VERANSTALTUNGEN

27.10.2026 bis 29.10.2026	INTERNATIONALE ZULIEFERERBÖRSE (IZB) 2026 Internationale Zuliefererbörse für die Automobilbranche, siehe Mitteilung auf Seite 72 Weitere Informationen: www.izb-online.com	WOLFSBURG
17.11.2026 bis 20.11.2026	FORMNEXT Internationale Fachmesse für additive Fertigungstechnologien, 3D-Druck sowie Werkzeug- und Formenbau, Näheres unter: formnext.mesago.com	FRANKFURT/MAIN
04.11.2026 bis 06.11.2026	ZEISS INNOVATION SUMMIT 2026 Konferenz zu Qualitätssicherung und Messtechnik mit begleitender Expo, siehe Mitteilung auf Seite 72 Weitere Informationen: www.zeiss.de/messtechnik/home.html	BERLIN
04.11.2026 bis 06.11.2026	FORM-IMPULSE MASSIVUMFORMUNG Seminar des Instituts für Umformtechnik der Universität Stuttgart, Weitere Informationen: www.form-impulse.de	STUTTGART
18.11.2026 bis 19.11.2026	BIN PICKING FORUM 2026 Fachtagung der Optonic GmbH mit Fachausstellung, siehe Mitteilung auf Seite 72 Weitere Informationen: www.binpickingforum.de	ATTENDORN
18.11.2026 bis 19.11.2026	EINFÜHRUNG IN DIE MASSIVUMFORMUNG Seminar der Schmiede-Akademie in Zusammenarbeit mit der prosimalys GmbH, Bad Wörishofen Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen-1/seminare	HAGEN
16.11.2026	DER WEG ZUM HOCHWERTIGEN UMFORMTEIL SICHERE QUALITÄTSPRÜFUNG Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen-1/seminare	HAGEN
03.12.2026	KI-WORKSHOP: MODUL 1 GRUNDLAGEN Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen-1/seminare	ONLINE
09.12.2026	STANDMENGENSTEIGERUNG BEI SCHMIEDEGESENKEN Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen-1/seminare	HAGEN
10.12.2026	KI-WORKSHOP: MODUL 2 GRUNDLAGEN Seminar der Schmiede-Akademie Weitere Informationen: www.massivumformung.de/veranstaltungen-1/seminare	ONLINE
03.02.2027 bis 04.02.2027	40. VDI-TAGUNG KALTMASSIVUMFORMUNG Fachtagung des VDI Wissensforum GmbH, siehe Mitteilung auf Seite 73 Weitere Informationen: www.vdi-wissensforum.de	DÜSSELDORF

09.03.2027	AACHENER FORUM RINGWALZEN	AACHEN
Forum mit technischem Austausch über das Ringwalzen Weitere Informationen: www.ibf.rwth-aachen.de/		
10.03.2027	AACHENER FORUM FREIFORMSCHMIEDEN	AACHEN
Forum mit technischem Austausch über das Freiformschmieden Weitere Informationen: www.ibf.rwth-aachen.de/		
18.03.2027 bis 19.03.2027	MEFORM 2027	FREIBERG
Fachtagung für Umformtechnik des Instituts für Metallformung in der TU Bergakademie Freiberg, siehe Mitteilung auf Seite 73 Weitere Informationen: www.acatrain.net/events/meform		
05.04.2027 bis 08.04.2027	HANNOVER MESSE 2027	HANNOVER
Internationale Fachmesse für Produktions- und Montageautomatisierung Weitere Informationen: www.motek-messe.de/		
18.05.2027 bis 20.05.2027	FORGE FAIR 2027	CLEVELAND/USA
Nordamerikas größte Fachmesse und Branchen-Treffpunkt für die Schmiedeindustrie Weitere Informationen: www.forgefair.com		

IMPRESSUM

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

HERAUSGEBER

Industrieverband Massivumformung e. V.

Chefredakteur: Frank Severin, Vi.S.d.P.

Redaktion: Corinna Blümel, Köln

Redaktionsbeirat: Matthias Henke
Tobias Hain

Layout: Grafik Design Peter Kanthak, Wickede (Ruhr)

Anschrift der Redaktion: massivUMFORMUNG
Goldene Pforte 1
58093 Hagen, Deutschland
Telefon: +49 2331 9588-27
Telefax: +49 2331 9587-28
E-Mail: fseverin@massivumformung.de
Internet: www.massivumformung.de

VERLAG

Industrieverband Massivumformung e. V.
Goldene Pforte 1, 58093 Hagen, Deutschland
Telefon: +49 2331 9588-11, 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. 31 vom 1. Januar 2026

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.



High Potentials für die Zukunft und die Branche

Mit Stipendien und Awards fördert der Industrieverband Massivumformung e.V. (IMU) kontinuierlich herausragende Leistungen junger Talente der Branche. Auf der diesjährigen IMU-Jahrestagung wurden am 9. Juni zwei Karl-Diederichs-Stipendien, ein Karl-Diederichs-Masterpreis, der IMU-Förderpreis sowie drei Azubi-Awards verliehen.

NACHWUCHS FÜR DIE MASSIVUMFORMUNG BEGEISTERN

„Die High Potentials von heute bilden das Rückgrat der Zukunft unserer Branche. Deshalb wollen und müssen wir den Nachwuchs für das Thema Massivumformung begeistern. Umso wichtiger ist es, herausragende Leistungen zu unterstützen und Talente langfristig an unsere Branche zu binden“, unterstreicht der IMU-Vorsitzende Thomas Hüttenhein auf der Cast Forge 2026, die alle zwei Jahre in der Messe Stuttgart stattfindet. Er nahm die Ehrungen auf der Bühne der CastForge persönlich vor.

KARL-DIEDERICHs-STIPENDIEN FÜR ENGAGIERTE NACHWUCHSWISSENSCHAFTLER

Die beiden Karl-Diederichs-Stipendien in Höhe von jeweils 12.000 Euro gingen an Sophie-Marie Zöller von der Fachhochschule Südwestfalen und Sven Kassner von der TH Köln.

Marie Sophie Zöller von der Fachhochschule Südwestfalen überzeugte mit ihren herausragenden wissenschaftlichen Leistungen und ihr großes Forschungspotenzial im Bereich der Massivumformung. Bereits während ihres Studiums konnte sie durch anspruchsvolle Forschungsarbeiten, wissenschaftliche Veröffentlichungen und eine enge Verknüpfung von Werkstofftechnik und industrieller Anwendung überzeugen.

Sven Kassner überzeugte die Jury durch seine herausragenden wissenschaftlichen Leistungen und sein großes Engage-

ment in der Forschung zur Massivumformung. Insbesondere seine Arbeiten zur Prozessauslegung und Gefügeoptimierung von Titanwerkstoffen sowie seine Mitarbeit in industrienahen Forschungsprojekten unterstreichen sein hohes fachliches Potenzial.

Mit den Stipendien unterstützt die Karl-Diederichs-Stiftung besonders engagierte Masterstudierende, die mit ihren wissenschaftlichen Arbeiten wichtige Impulse für die Weiterentwicklung der Massivumformung setzen. Die Auszeichnung würdigt nicht nur die bisherigen Leistungen der Stipendiaten, sondern soll zugleich die weitere wissenschaftliche Arbeit fördern. Der IMU dankt der Karl-Diederichs-Stiftung für ihr langjähriges Engagement in der Nachwuchsförderung.

KARL-DIEDERICHs-MASTERPREIS FÜR HERVORRAGENDE ABSCHLUSSARBEIT

Der Karl-Diederichs-Masterpreis würdigt wissenschaftliche Exzellenz und innovative Forschungsansätze mit besonderem Bezug zur industriellen Praxis.

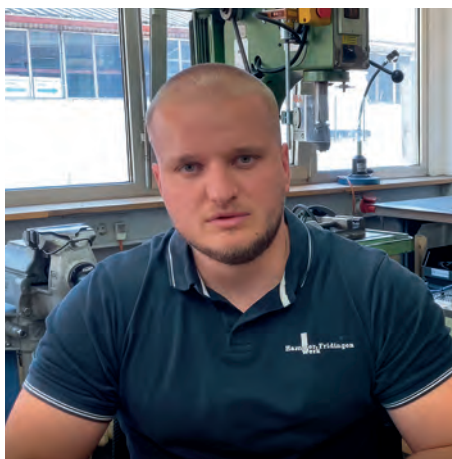
Jakob Möhlenkamp von der Fachhochschule Dortmund wurde mit dem Karl-Diederichs-Masterpreis für seine exzellente Masterarbeit ausgezeichnet, die in Kooperation mit der Otto Fuchs KG entstand. Mit der Entwicklung und industriellen Erprobung eines KI-gestützten Verfahrens zur automatisierten Qualitätskontrolle von Schmiedeteilen überzeugte er durch hohe Innovationskraft und außergewöhnlichen Praxisbezug.



Karl-Diederichs-Stipendien für Sophie-Marie Zöller (links) und Sven Kassner (rechts)



Karl-Diederichs-Masterpreis für Jakob Möhlenkamp (links) und IMU-Förderpreis für Dr. Artem Alimov (rechts)



Die drei Preisträger für den IMU-Azubi-Award: Bruklin Brati, Michael Maier und Eric Busch mit Situationen aus ihren Bewerbungsvideos (von links nach rechts)

IMU-FÖRDERPREIS FÜR BESONDEREN WISSENSCHAFTLICHEN BEITRAG

Mit dieser Auszeichnung ehrt der Industrieverband Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, deren Arbeiten einen besonderen Beitrag zur Weiterentwicklung der Massivumformung leisten und zugleich einen hohen Praxisbezug aufweisen.

Den IMU-Förderpreis erhielt Dr. Artem Alimov, akademischer Mitarbeiter der Brandenburgische Technische Universität Cottbus, für das Projekt „Ermüdungsdaten für Werkzeugstähle der Warmumformung“, welches vom Industrieverband in Abstimmung mit den Gremienmitgliedern des IMU-Ausschusses Forschung und Technik beauftragt wurde.

IMU-AZUBI-AWARDS FÜR HERAUSRAGENDES ENGAGEMENT UND BEGEISTERUNG IM BERUF

Mit den Azubi-Awards würdigt der IMU junge Menschen, die durch besonderes Engagement, Eigeninitiative und Begeisterung für ihren Beruf überzeugen.

Erstmals erfolgte die Bewerbung nicht über einen Bewerbungsbogen, sondern über ein persönliches Video. Darin stellten die Auszubildenden ihren Ausbildungsberuf, ihren beruflichen Werdegang sowie ihre Motivation vor. Die eingereichten Beiträge zeigten eindrucksvoll die Vielfalt der Tätigkeitsfelder in der Massivumformung und das hohe Engagement des Branchennachwuchses.

Die Azubi-Awards gingen an Bruklin Brati, angehender Verfahrenstechnologe Metall mit der Fachrichtung Stahl-Umformung bei der Hammerwerk Fridingen GmbH, sowie an Michael Maier von der Maschinenfabrik Alfing Kessler GmbH in Aalen, der ebenfalls eine Ausbildung zum Verfahrenstechnologen mit Schwerpunkt Stahlumformung absolviert. Den dritten Azubi-Award nahm Eric Busch, angehender Werkzeugmechaniker bei Richard Neumayer GmbH in Hausach, entgegen.

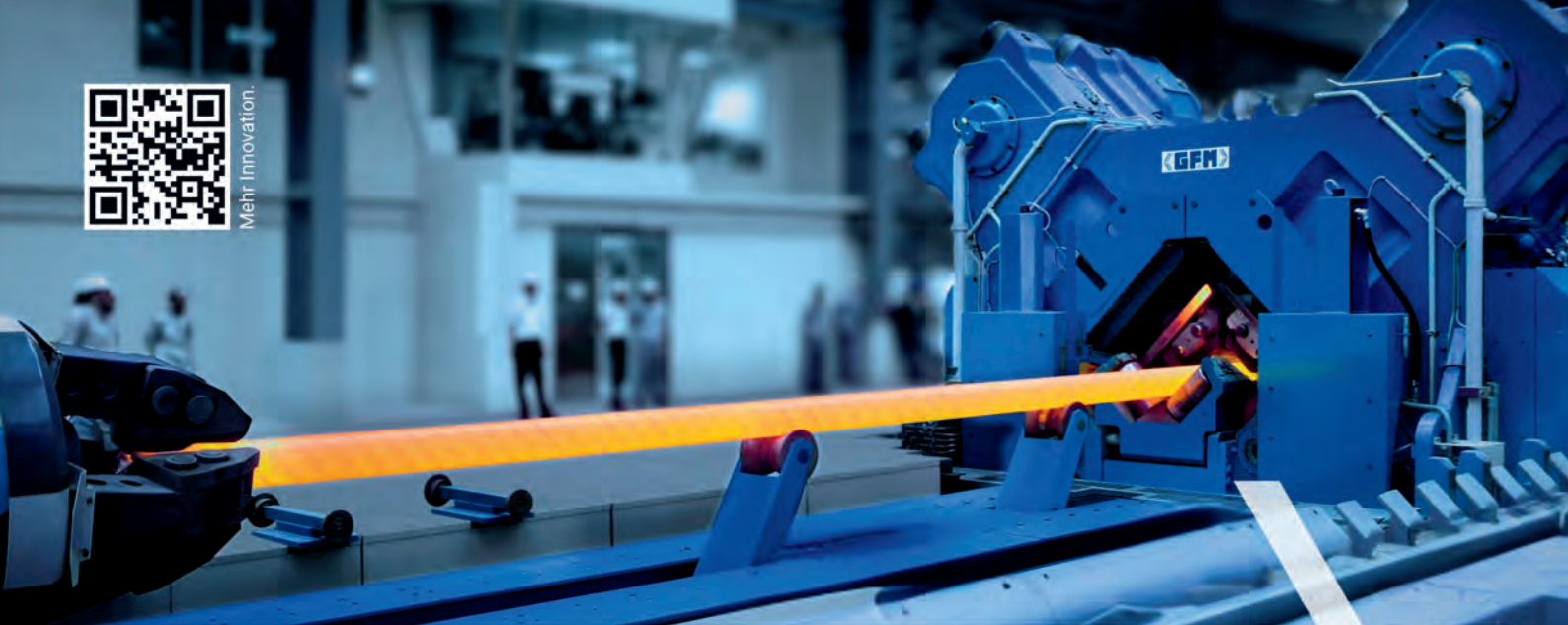
Die Verantwortlichen in den Ausbildungsbetrieben, ebenso wie die Lehrbeauftragten und Professoren der zahlreichen branchennahen Hochschulen und Forschungsinstitute werden auch im kommenden Jahr die Fördermöglichkeiten nutzen, um junge Nachwuchskräfte einer breiteren Öffentlichkeit vorzustellen und auf diese Weise auch zu fördern.



Karl-Diederichs-Stiftung
c/o Deutsches Stiftungszentrum GmbH
Baedekerstraße 1
45128 Essen
Tanja Denker Stiftungsmanagement
Telefon: +49 201 8401-173
E-Mail: tanja.denker@stifterverband.de
Internet: www.karl-diederichs-stiftung.de



Mehr Innovation.



RADIALSCHMIEDEN NEU DEFINIERT

Innovation beginnt mit Prozessverständnis. Wir verstehen das Materialverhalten und entwickeln daraus die Maschine für optimale Umformergebnisse.

Neue RX – mehr Kontrolle, mehr Performance

Vier Werkzeuge, präzise Prozesssteuerung und innovative Strategien wie **Die Pair Offset Forging** und **Stroke Skipping** ermöglichen kontrollierte Umformung bis in den Kern.



Bis zu 60 %
höhere Reduktion von
Kernporositäten durch präzise
Umformsteuerung



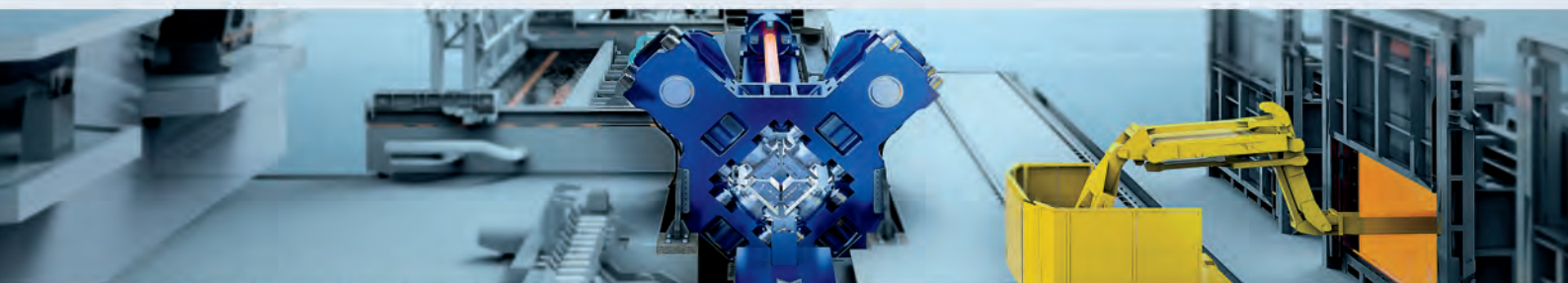
Bis zu 40 %
weniger Energieverbrauch
durch Direktantrieb



Optimierte
Materialeigenschaften durch
gezielte Dehnungsverteilung
über den gesamten Querschnitt

GFM Radial Forging

We understand the process. We engineer the solution.



 **SHAPING FUTURE INNOVATIONS**

GFM GmbH | Steyr, Austria | www.gfm.at

American GFM Corporation | Chesapeake, USA | www.agfm.com





MASSIVUMFORMUNG MIT ANDRITZ SCHULER

SCHLÜSSELFERTIGE ANLAGEN AUS EINER HAND.

Für jedes Teil die passende Lösung: Prozess- und Anlagentechnologie von ANDRITZ 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 ANDRITZ Schuler zudem die passende Automation, Werkzeuge, Prozess-Know-how, digitale Lösungen und einen Service, wie für Sie gemacht.



STRONGER. TOGETHER. NOW.
Schuler heißt jetzt ANDRITZ



www.schulergroup.com/Forging