

Under the motto "Global Challenges: New markets for the forming industry", about 25 contributions, presented in March 2010 at the 25th ASK Colloquium on Steel Forming Technology (Steel and NE Materials) dealt with current issues in relation to the forming of steels and light-weight metals. This anniversary event with more than 350 participants, organised by the Institute for Metal Forming (IBF) in cooperation with the Institute for Steelworks Technology (IEHK) of the RWTH Aachen University (Technical University) was aimed at decision makers in the metal forming industry, machine and plant construction, as well as the energy and transport sectors.

25th ASK Colloquium on Steel Forming Technology, (Aachener Stahlkolloquium) on 11 and 12 March 2010

## New Markets for the Forging Industry

25. ASK Aachener Stahlkolloquium Umformtechnik, 11. und 12. März 2010

# Neue Märkte für die Massivumformung

Unter dem Motto „Globale Herausforderungen: Neue Märkte für die Umformtechnik“ wurden im März 2010 im Rahmen des 25. ASK Aachener Stahlkolloquium Umformtechnik (Stahl und NE-Werkstoffe) in rund 25 Beiträgen aktuelle Themen der Umformung von Stählen und Leichtmetallen behandelt. Die Jubiläumsveranstaltung mit über 350 Teilnehmern, realisiert vom Institut für Bildsame Formgebung IBF in Zusammenarbeit mit dem Institut für Eisenhüttenkunde IEHK der RWTH Aachen, richtete sich an Entscheider aus der Umformtechnik sowie im Maschinen- und Anlagenbau, in der Energie- und in der Verkehrstechnik.

Als fester Bestandteil fast aller produktionstechnischen Prozessketten zur Verarbeitung von Metallen kann die Umformtechnik wertvolle Beiträge zur Lösung aktueller globaler Herausforderungen leisten. Damit ergeben sich für eine moderne Massivumformung weitreichende Chancen, mit neuen Verfahren und Produkten, zum Beispiel im Hinblick auf eine ressourcenschonende Energieversorgung, auf nachhaltige Mobilität und kosteneffiziente Produktionstechnik, neue Märkte zu erschließen.

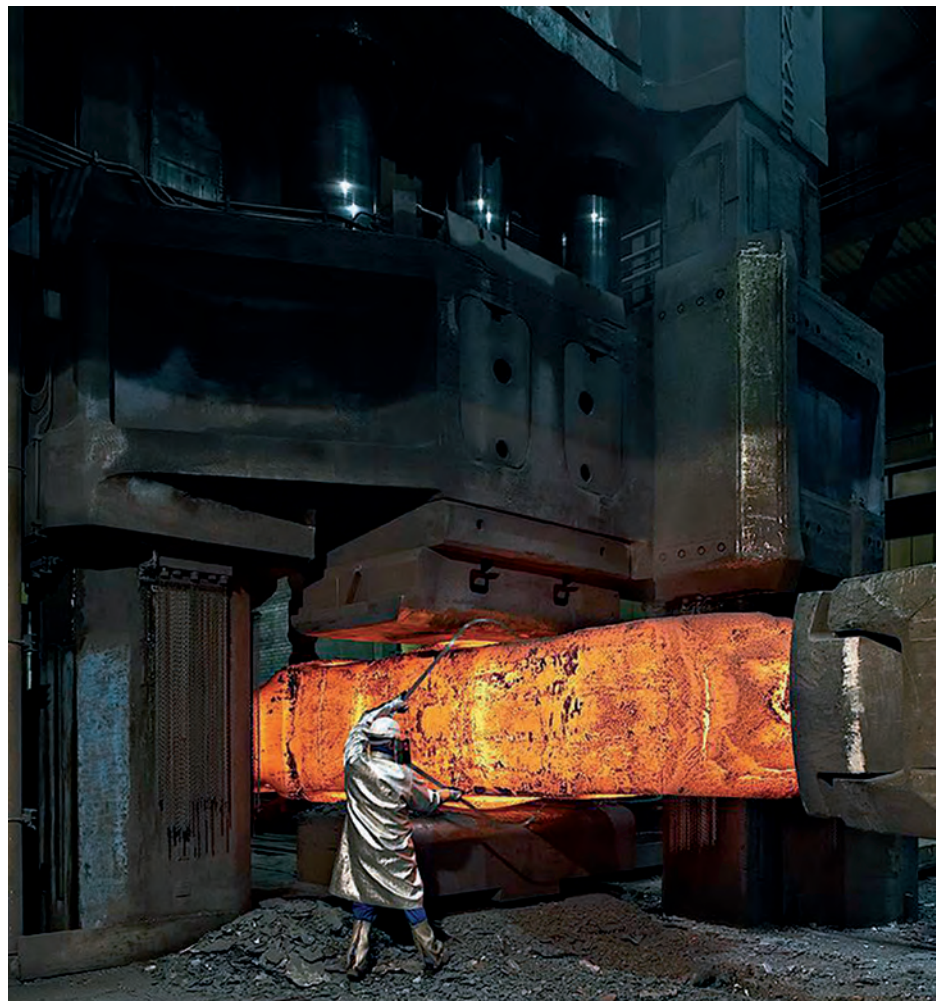


Bild: Buderus

### Steigende Ansprüche an die Massivumformung

Die Umformtechnik kann zu einer nachhaltigen Mobilität durch weiter optimierten Leichtbau, die Verarbeitung neuer Werkstoffe und Werkstoffverbunde und durch funktionale Oberflächen beitragen, so Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hirt, Institut für Bildsamer Formgebung (IBF) der RWTH Aachen, in dem Grundsatzbeitrag „Globale Herausforderungen: Impulse für die Umformtechnik“ [1]. Die Miniaturisierung von Bauteilen und Systemen, das Downsizing, ist im Fahrzeugbau ein schon länger beobachteter Trend.

In der Energietechnik werden dagegen sowohl für moderne Wärmekraftwerke als auch für Windkraftanlagen immer größere metallische Bauteile erforderlich mit steigenden Ansprüchen an die Bauteileigenschaften. So erfordern beispielsweise höhere Wirkungsgrade von Turbinen höhere Einsatztemperaturen für die Bauteile (700-Grad-Kraftwerk). Demgegenüber müssen Großwälzlager und Getriebe für Offshore-Windparks bei sehr rauer Umgebung und oft sehr niedrigen Temperaturen längere Wartungsintervalle als an Land ermöglichen. Hirt: „In beiden Kriterien, das heißt Geometrie und Eigenschaften, gilt es, bestehende Grenzen zu überwinden und neue Lösungskonzepte umzusetzen.“

Die Überwindung bisheriger Größenskalen, verbunden mit einer zunehmenden Individualisierung von Bauteilen, ist bereits deutlich an der Entwicklung nahtloser Ringe, wie zum Beispiel für Großwälzlager, Offshore-Plattformen und Verbindungsflanschen von Windkrafttürmen, zu sehen. Die größten durch Radial-Axial-Ringwalzen hergestellten Ringe weisen bereits Durchmesser von 10 m und ein Stückgewicht von 160 t auf. Sie werden insbesondere für Großwälzlager, Bergbau, Kraftwerke und Luftfahrt eingesetzt. Entsprechend wächst die Anlagengröße. Die nächst größere Generation von Ringwalzanlagen wird bereits konkret geplant.

Aus der meist kleinsten Stückzahl von Großbauteilen und der häufigen Verwendung teurer und hochfester Werkstoffe resultiert, dass Trial-and-Error-Verfahren im Entwicklungsprozess ausgeschlossen sind und vorzugsweise moderne Simulationsmethoden zur Prozessauslegung in Frage kommen.

### Großbauteile für die Kraftwerkstechnik

Im Vortrag „Moderne Dampfturbinen für Großkraftwerke – Anforderungen an die Umformtechnik“ gab Dr.-Ing. Thomas Thiemann, Leiter der Abteilung Steam Turbine Component Development der Siemens AG, Mülheim an der Ruhr, nach einer Vorstellung der typischen Anwendungsbereiche für umformtechnisch hergestellte Bauteile einen Ausblick auf künftige Anforderungen und neue Anwendungsbereiche insbesondere für die Massivumformung [2]. So sind besondere Schwerpunkte der Massivumformung freiformgeschmiedete Wellen und Radscheiben sowie geschmiedete Laufschaufeln und Ringe. Ein Beispiel sind Dampfturbinenwellen, die entweder aus einem Monoblock, der durch Freiformschmieden erzeugt wird, aus einzeln freiformgeschmiedeten Stücken, die durch Schweißen miteinander gefügt werden,



Bild 1: Endstufenschaufel einer modernen Großkraftwerk-Dampfturbine.



Bild: Siemens AG, Mülheim an der Ruhr

oder aus einer Spindelwelle, auf der durch Freiformschmieden erzeugte Radscheiben aufgeschraubt werden. Die Wellen erreichen Massen zwischen 15.000 (Hochdruckstufe) bis 95.000 kg (Niederdruckstufen mit Längen bis 8000 mm und Durchmessern bis 2000 mm), und je nach Einsatzbereich kom-

men hochlegierte Stähle mit 1 Prozent, 2 Prozent oder 10 Prozent CrMoV sowie 3,5 Prozent NiCrMoV zum Einsatz. Die Laufschaufeln der Niederdruck-Endstufen sind stark dreidimensional verwunden und werden im Gesenkschmiedeverfahren je nach Anwendung und Belastung aus hochlegiertem Stahl oder Titan hergestellt (Bild 1).

Die umformtechnisch hergestellten Bauteile befinden sich, so Dr. Thiemann, in einem permanenten Wettbewerb mit gießtechnisch hergestellten Komponenten: „Entscheidende Faktoren für die Wahl des Design-Konzepts (Guss- oder Stahlbaulösung) sind insbesondere Kosten, Qualität, Lieferzeit sowie Beschaffbarkeit auf dem Weltmarkt.“ Die Schmiedetechnik für den künftigen Einsatz von hochlegierten warmfesten Stählen in großen Kraftwerkseinheiten muss für deutlich größere Module weiterentwickelt werden. Ansprüche stellt ebenfalls die Beschäufelung, während für Gesenk- und Ringschmieden die Chancen in der Gehäuseherstellung steigen. Weiterentwickelte Umformverfahren können so helfen, in neue Anwendungsbereiche vorzustoßen.

Neben der schmiedetechnischen Beherrschung dieser großen Massen und Abmessungen ist aufgrund der hohen Auslastung der Turbinenwellen die Erfüllung der Qualitätsanforderungen ein entscheidender Faktor. So ist eine der wichtigsten Zielgrößen beim Freiformschmieden die Mikrostruktur bzw. die Korngröße im Werkstück. Der Vortrag „Schnelle Modelle zur Online-Optimierung beim Freiformschmieden“ von Dipl.-Ing. Dominik Recker, wissenschaftlicher Mitarbeiter am IBF, RWTH Aachen, beschreibt verschiedene schnelle, semiempirische Modelle, die helfen sollen, die mikrostrukturellen Eigenschaften in einem geschmiedeten Block während des Prozesses bestimmen zu können [3]. In mehreren deutschen Schmiedebetrieben werden zurzeit laserbasierte Messsysteme verwendet. Die langfristige Vision ist ein Assistenzsystem, das zu jedem Zeitpunkt des Prozesses die optimale Fortsetzung der Schmiedung vorherberechnet. Zur Realisierung werden schnelle onlinefähige Modelle entwickelt, die die Vergleichsformänderung und die Temperatur in der Kernfaser des Schmiedeblocks während des Prozesses berechnen können.

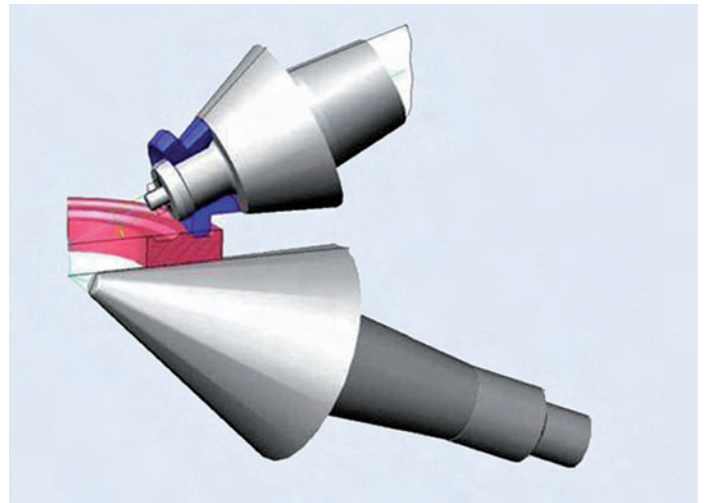


Bild 2: Flexibles axiales Profilieren und Werkzeugkonzept. Das Ergebnis sind scheibenförmige Ringe ein- und mehrstufig axial profiliert [4].

### Prozess- und Produktentwicklungen

Nahtlos profilierte Ringe werden derzeit im Ringwalzprozess mit produktspezifisch profilierten Walzen oder auf Sondermaschinen hergestellt. Hierdurch wird die hohe Flexibilität des Radial-Axial-Ringwalzens nicht genutzt. In früheren Arbeiten wurden daher am IBF der RWTH Aachen Konzepte zum radialen und axialen Profilieren auf Radial-Axial-Ringwalzwerken im Wachstumsmodell erprobt. Diese ermöglichen bei hoher Flexibilität das Walzen unterschiedlicher Ringgeometrien mit universell nutzbaren Werkzeugen. In dem Vortrag „Flexibles Profilieren nahtloser Ringe aus Stahl“ zeigte Dipl.-Ing. Viola Goldbach, wissenschaftliche Mitarbeiterin am IBF, dass eine Übertragung dieser Konzepte auf den Werkstoff Stahl grundsätzlich möglich ist und gezielt profilierte Ringquerschnitte eingestellt werden können, Bild 2 [4].

Das Werkzeug als zentrale Komponente der Massivumformung steht ebenfalls im Fokus der Forschung. Neben dem Werkzeugverschleiß stellt die Ermüdungsrissbildung infolge der thermisch-mechanischen Wechselbeanspruchung der Werkzeuge mit den Werkstücken bei der Warmmassivumformung die bedeutendste Ausfallursache dar. Im Vortrag „Numerische Untersuchungen zum Ermüdungsversagen von Schmiedewerkzeugen infolge thermisch-mechanischer Wechselbelastung“ berichtete Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens, Leiter des Instituts für Umformtechnik und Umformmaschinen IFUM der TU Hannover, über Untersuchungen auf der Basis von zwei Modellprozessen [5]. Hierbei handelte es sich um einen Modellprozess aus dem SFB 489 „Präzisionsschmieden“ und um einen Praxisprozess der Hirschvogel Umformtechnik aus dem IGF-Forschungsvorhaben „Simulation Rissbildung“. Bei der FE-gestützten thermisch-mechanisch gekoppelten Simulation beider Prozesse wurde das elasto-plastische Werkstoffver-

halten der versagensbehafteten Unterge-senke berücksichtigt. Für den Schmiedeprozess aus dem SFB konnte die Werkzeugstandmenge bis zur Anrissbildung in guter Übereinstimmung mit der Realität vorhergesagt werden.

In dem Beitrag „Virtuelle Prozess- und Produktgestaltung“ stellte Dr.-Ing. Gabriel Barton, acut Aachener Umformtechnik GmbH, ein FE-Simulationsmodell des Ringwalzens von großen Hülsen aus einem Vergütungsstahl vor, das direkt gekoppelt mit der Plastomechanik des Rings die elastische Deformation der Haupt- und Dornwalze während der Formgebung berücksichtigt [6]. Das in dieser Arbeit vorgestellte Modell vernachlässigt derzeit noch den Temperaturhaushalt. Die mit dem vorgestellten Simulationsmodell berechneten Ergebnisgrößen (Kraftverlauf, elastische Durchbiegung) stimmen gut mit analytischen Modellrechnungen überein.

Schließlich hat die Entwicklung neuer Stähle mit verbesserten Eigenschaften oder neuen Herstellverfahren mit ökologisch und ökonomisch optimierten Prozessketten als Basis der Wettbewerbsfähigkeit eine hohe Priorität. Die Computersimulation hat sich als weitere methodische Vorgehensweise in Materialwissenschaft und Werkstofftechnik inzwischen etabliert. Der Einsatz von Simulationsmethoden ermöglicht auch in der industriellen Stahlentwicklung eine deutliche Verkürzung der Entwicklungszeiten, unterstützt den nachhaltigen Einsatz von Ressourcen (Rohstoffe, Energie, Zeit) und hilft Fehler zu vermeiden. In dem Beitrag „Stahlentwicklungen am Computer: Möglichkeiten und Grenzen der Werkstoffmodellierung“ gab Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Bleck, Institut für Eisenhüttenkunde IEHK der RWTH Aachen, einen beispielhaften Überblick über aktuelle Fortschritte der virtuellen Werkstoffentwicklung und einen Ausblick auf die noch offenen Entwicklungsschritte [7]. ■

### Literatur

- [1] Hirt, G.; Heppner, St.: Globale Herausforderungen: Impulse für die Umformtechnik. S. 15-24.
- [2] Thiemann, T.; Dense, H.; Peterson, M.: Moderne Dampfturbinen für Großkraftwerke – Anforderungen an die Umformtechnik. S. 25-34.
- [3] Recker, D.; Franzke, M.; Hirt, G.; Rech, R.: Schnelle Modelle zur Online-Optimierung beim Freiformschmieden. S. 35-44.
- [4] Goldbach, V.; Hirt, G.; Michl, D.; Tiedemann, I.: Flexibles Profilieren nahtloser Ringe aus Stahl. S. 47-56.
- [5] Behrens, B.-A.; Bouguecha, A.; Schäfer, F.; Hadifi, T.: Numerische Untersuchungen zum Ermüdungsversagen von Schmiedewerkzeugen infolge thermisch-mechanischer Wechselbelastung. S. 175-184.
- [6] Barton, G.; Li, A.; Franzke, M.: Virtuelle Prozess- und Produktentwicklung in der Umformtechnik. S. 185-191.
- [7] Bleck, W.; Prahl, U.: Stahlentwicklung am Computer: Möglichkeiten und Grenzen der Werkstoffmodellierung. S. 193-203.

Alle in: 25. ASK Aachener Stahlkolloquium Umformtechnik 2010. Tagungsband, Gerhart Hirt (Hrsg.), Institut für Bildsame Formgebung IBF der RWTH Aachen.

Der Tagungsband zum 25. ASK 2010 kann zum Gesamtpreis von 125 Euro beim IBF bezogen werden.

### Kontakt:

Institut für Bildsame Formgebung IBF  
RWTH Aachen  
52056 Aachen, Deutschland  
Dipl.-Ing. Kai W. Gerhardt  
Tel. +49 241 80-95913  
ask@ibf.rwth-aachen.de  
www.ibf.rwth-aachen.de