Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 77 (2005)

Artikel: Schmieden - nur historisch interessant? : Substitutionsprozesse und zukünftige Entwicklungen

Autor: Kopp, Reiner

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-378404

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schmieden – nur historisch interessant?

Substitutionsprozesse und zukünftige Entwicklungen

Reiner Kopp
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Dr.-Ing. E. h., Leiter des Instituts für Bildsame Formgebung (IBF) der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule RWTH Aachen. Er befasst sich seit vielen Jahren unter anderem mit der Thematik des Freiformschmiedens.

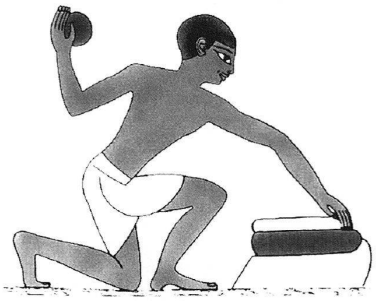


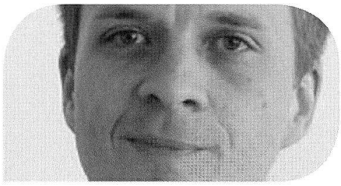
Abb. 1: Skizze aus den Darstellungen am Grabe des Rechmirê, Wesir in der XVIII. Dynastie, ca. 1450 v. Chr. (Quelle 1).

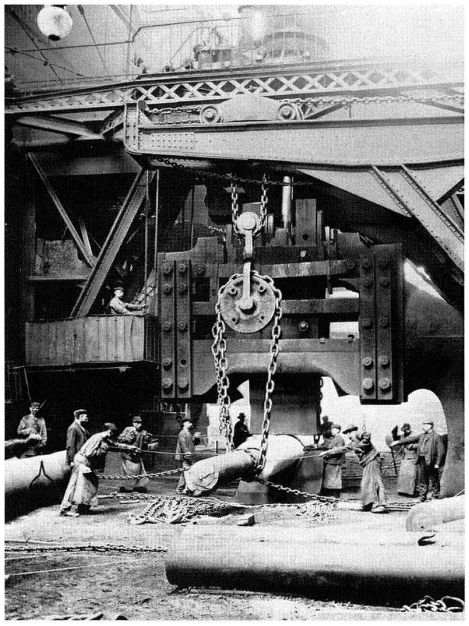
Auf dem Gebiet des industriellen Schmiedens kam es in den letzten Jahrzehnten zu einer Vielzahl von Veränderungen und zur Einführung neuer Technologien. All diese Massnahmen hatten zum Ziel, die Qualität der Produkte zu erhöhen, die Herstellungsmöglichkeiten für neue Formen und Bauteilgrössen zu erweitern oder höhere Werkstoffqualitäten einsetzen zu können. Allerdings lassen sich auch Substitutionen und Veränderungen festmachen, die zu Rationalisierungsmassnahmen und somit zum Verlust von Arbeitsplätzen führten. In diesem Beitrag werden Aspekte der Schmiedetechnologie aus Industrie und Forschung aufgezeigt und einige bevorstehende Veränderungen dargestellt.

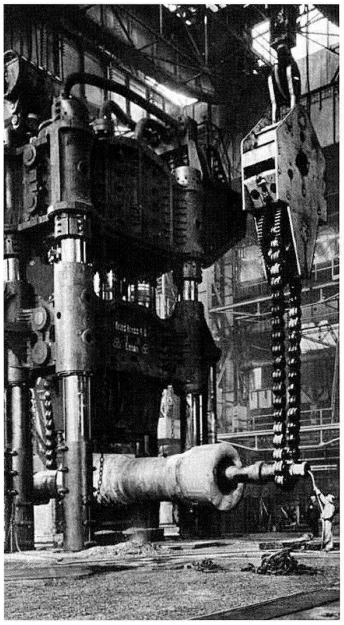
Historische Entwicklung

An dieser Stelle soll nur ein grober Überblick zur geschichtlichen Entwicklung gegeben werden. Hierfür standen unterschiedliche Quellen zur Verfügung (siehe die Literaturhinweise 1 bis 7). Das Schmieden von Metallen gehört zu den ältesten Arbeitstechniken des Menschen. Die in der Natur vorkommenden reinen Metalle wie Gold, Silber oder Kupfer wurden schon um 4000 v. Chr. durch Schmieden zu Gebrauchsgegenständen oder Schmuck verarbeitet. Etwa ab 2500 v. Chr. kannte man in Ägypten, Mesopotamien und im Mittelmeerraum bereits Legierungen aus Kupfer und Zinn mit verschiedenen Zusätzen. Dies lässt sich unter anderem durch Darstellungen wie in Abb. 1 belegen.

Um 1500 nach Christus machte die Schmiedetechnik einen Entwicklungssprung: Strömendes Wasser wurde nun als Antrieb eingesetzt. An Flussläufen entstanden Hammerwerke, in denen Wasserräder an Buchenstämmen befestigte eiserne Hammerköpfe, die so genannten Bären, auf entsprechend grosse Ambosse schlagen liessen. Die Muskelkraft des Menschen wurde durch die Fliesskraft des Wassers ersetzt und die Arbeitsleistung so um ein Vielfaches erhöht. Einen weiteren Entwicklungsschritt bedeutete die Ende des 18. Jh. von James Watt erfundene Dampfmaschine. Der Schmiedeindustrie stand somit im Zeitalter der industriellen Revolution ab Mitte des 19. Jh. eine Energiequelle von bis dahin nicht gekannter Grösse zur Verfügung. Ab diesem Zeitpunkt war die Schmiede vom Standort Fluss unabhängig







Oliver Ziegelmayer
Dipl.-Ing., ist seit 2001 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am IBF beschäftigt und leitet dort die Gruppe Warmumformung. Er widmet sich innerhalb der Thematik des Freiformschmiedens dem roboterunterstützten Schmieden.

Abb. 2: Dampfhammer «Fritz» um 1861; Schmiedepresse der Essener Krupp-Werke, um 1929 (Quellen 2 und 3).

und entwickelte leistungsfähige Dampf- und Lufthämmer. So wurde beispielsweise im Jahre 1861 der Dampfhammer «Fritz» von Alfred Krupp entworfen (siehe Abb. 2, linkes Foto). Er besitzt ein Fallgewicht von 1000 Zentnern und ermöglichte das Ausschmieden besonders grosser Werkstücke aus Stahl. Der Hammer blieb 50 Jahre lang im Einsatz. 1929 wurde bei Krupp die damals grösste Schmiedepresse der Welt mit einer 15 000 t entsprechenden maximalen Presskraft in Betrieb genommen und machte das Schmieden von Hochdruckkesseln aus Rohblöcken bis zu 300 t Gewicht möglich. Die Anlage wurde nach dem Zweiten Weltkrieg vollständig demontiert; das unzerstörte zugehörige Hüttenwerk wurde in die Sowjetunion transportiert, während die Schmiedepresse nach Jugoslawien gebracht wurde.

Nach dem Zweiten Weltkrieg konnte sich aus wirtschaftlichen Überlegungen keine Grossschmiede mehr zur erneuten Aufstellung solcher grossen Pressen entschliessen. Vielmehr wurden einige Anlagen mit maximalen Presskräften von etwa 6000 t gebaut, welche die Anforderungen erfüllten. Zahlreiche Erzeugnisse wurden mit anderen Verfahren hergestellt, wie beispielsweise schwere Hohlkörper, die nun geschweisst und gewickelt wurden. Unterstützt wurde dies auch durch Entwicklungen und Fortschritte auf dem Gebiet des Vakuumgusses: Mit solchen Pressen konnten bereits fehlerfreie schwere Schmiedestücke produziert werden (Literatur 4). Die grössten Veränderungen wurden im Bereich der Antriebe für Pressen erzielt. Hier kam es nach der Entwicklung der Hydraulik-Ventiltechnik zu einer fast vollständigen Abkehr von den bisherigen Antrieben. Die vorher meist verwendeten wasserhydraulischen Antriebe mit grossen Akkumulatoren wurden von wasser- oder ölhydraulischen Antrieben mit Pumpen abgelöst. Obwohl die Akkumulatoren einige systembedingte Vorteile besitzen, kommt diese Technik heute nur noch in Schmieden mit bereits vorhandenen Akkumulatoren zum Einsatz. Bei Neuanlagen scheidet diese aufgrund der erheblich höheren Kosten für die Akkumulatoren aus (siehe beispielsweise Quelle 7). Natürlich kam es vor allem im Bereich der Peripherieaggregate der Schmiedeanlagen zu vielfältigen Verbesserungen. Da in dem vorliegenden Text lediglich ein kurzer Geschichtsrückblick gegeben werden soll, werden diese Entwicklungen nicht näher erläutert, und es wird auf weiterführende Literaturstellen (4 bis 7) verwiesen.

Handwerk wird zu Hightech – Stand der Technik

Heute werden Schmieden zunehmend unter modernen Produktionsbedingungen betrieben, und ihre Erzeugnisse kommen nach wie vor in sehr unterschiedlichen Gebieten zum Einsatz. Einen Überblick über Veränderungen und Tendenzen bieten verschiedene Quellen; unter anderem sei auf den Tagungsband des «15th International Forgemasters Meeting 2003» verwiesen, welches das letzte Mal im Oktober 2003 im japanischen Kobe stattgefunden hat (vgl. Literatur 8

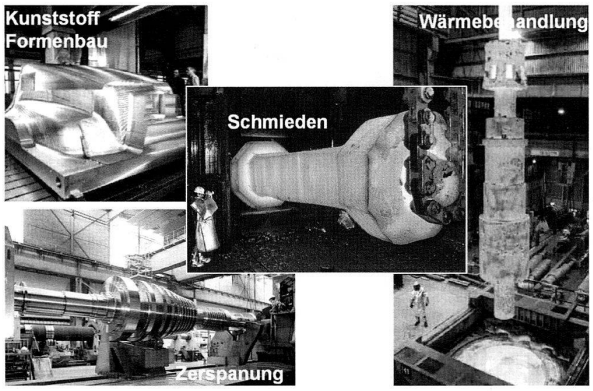


Abb. 3: Beispiele für freiformgeschmiedete Produkte (Quelle 9).

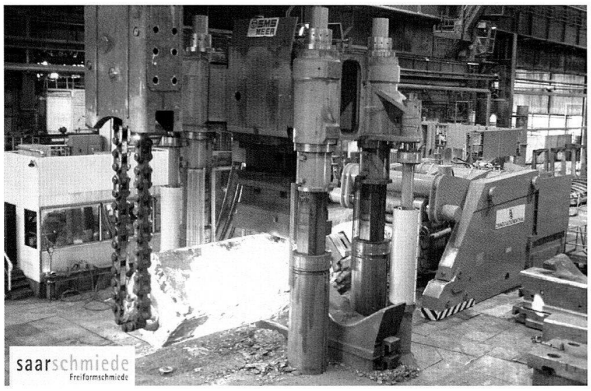


Abb. 4: Schmiedeanlage der Saarschmiede GmbH Freiformschmiede (Quelle 10).

bis 12). Schmiedeprodukte kommen dort zum Einsatz, wo Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer von entscheidender Bedeutung sind. Als Anwendungsbeispiele lassen sich vielfältige Bauteile aufführen, die etwa an besonders hoch beanspruchten Stellen in der Verkehrstechnik (LKW, Zug, Flugzeug) und des Anlagenbaus (Energie- und Antriebsmaschinen) eingesetzt werden.

Das Freiformschmieden zählt klassisch zu den Herstellungsverfahren für hochwertige metallische Halbzeuge. So werden zum Beispiel bestimmte Stähle geschmiedet, die im Gusszustand nicht walzbar sind oder um Anforderungen zu erfüllen, die sich allein durch Schmieden erzielen lassen. Es wird auch bei besonders grossen Bauteilabmessungen oder bei Einzel- und Kleinserienfertigung eingesetzt. Gegenüber dem Gesenkschmieden werden hier nur einfache Werkzeuge verwendet, die dem traditionellen Hammer und Amboss nicht unähnlich sind. Die Zange wird durch einen so genannten Manipulator ersetzt.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich ausschliesslich auf das Freiformschmieden. Viele der Aspekte lassen sich jedoch auch auf das Gesenkschmieden übertragen. Einige Beispiele typischer Freiformschmiedeprodukte sind in Abb. 3 dargestellt. Die Fotos verdeutlichen die Fertigungsstufen unterschiedlicher Wellen für den Energiemaschinen-Sektor: Schmieden, Wärmebehandlung und Zerspanen. Diese Bauteile lassen sich aufgrund ihrer Grösse bei den geforderten Eigenschaften ausschliesslich durch Freiformschmieden in die gewünschte Form bringen. Sie haben eine Länge von ca. 15 m und ein Rohblockgewicht zwischen 80 und 120 t. In Einzelfällen kann dies auch überschritten werden.

Im Hinblick auf die heutigen Anforderungen an Freiformschmiedestücke und geschmiedeten Stabstahl kommt der Eigenschaftsverbesserung der zu schmiedenden Werkstoffe eine hohe Bedeutung zu. So ist beispielsweise der Kunststoffformenbau ein wichtiger Abnehmer für geschmiedete Stäbe und Blöcke. Der verstärkte Einsatz von Kunststoffteilen im Automobilbau sowie neue Kunststoffverarbeitungstechnologien (zum Beispiel Spritzgiessen von glasfaserverstärkten Formmassen) verändern die geforderte Eigenschaft der Stähle. Die bisher eingesetzten Werkstoffe passen sich den zukünftigen Anforderungen an die Schmiedeindustrie an. Ergebnisse sind beispielsweise Kunststoffformenstähle, deren Bauteileigenschaften durch die Veränderung der Legierungszusammensetzung positiv beeinflusst werden. So ist es heute möglich, im Werkzeug- und Formenbau vergütete Schmiedeblöcke für besonders grosse Kunststoffformen bereitzustellen, die bessere mechanische Eigenschaften und eine optimierte Schweissbarkeit aufweisen und ausserdem hochglanzpolierfähig sind. Ein Beispiel illustriert Abb. 3 (oben links). Es handelt sich hier um eine grosse Spritzgussform für die Herstellung einer LKW-Motorhaube aus Kunststoff.

Neuerungen in der Schmiedeindustrie sind häufig verbunden mit der Errichtung leistungsfähiger Maschinen bzw. Anlagen, die auf den Produktionsprozess abgestimmt entwickelt werden. Des Weiteren findet eine zunehmende Automatisierung der Prozesse statt, und die Anforderungen an Bauteilgrösse, -qualität und -sicherheit steigen kontinuierlich.

Im Folgenden werden exemplarisch zwei herausragende Anlagen aufgeführt: Bei Abb. 4 handelt es sich um die im Jahr 2002 in Betrieb genommene und zugleich grösste und modernste Freiform-Schmiedeanlage in Deutschland. Sie besteht aus einer 75/85 MN-Presse[1] mit einem 80 t/200 mt-Schienen-Manipulator[2]. Die Anlage wurde konzipiert, um der Forderung nach höheren Blockgewichten, vor allem für hochwarmfeste Stähle für Energiemaschinen, gerecht zu werden. Daher sollte die Presse unter anderem neben einer höheren Leistungsfähigkeit (mehr Presskraft, höhere

Abb. 5: Radialschmiedeanlage Edelstahl Witten-Krefeld GmbH (Quelle 11).

Geschwindigkeit und Genauigkeit) auch eine Eignung für Automatik- und Programmschmieden sowie eine automatische Prozessdokumentation aufweisen (vgl. Quelle 10).

Ein weiteres Beispiel ist in Abb. 5 zu sehen. Es handelt sich um eine mechanisch-hydraulische Radialschmiedemaschine, die als Prototyp dieser Bauart unter Berücksichtigung der Anforderungen des Betreiberunternehmens entwickelt wurde. Sie besitzt vier sich gleichzeitig bewegende Werkzeuge, die unter einem Winkel von 90° angeordnet sind und zugleich die Bauteil-Oberfläche umformen. Die Werkzeuge werden mechanisch angetrieben. Als Neuerung verfügt diese Maschine über eine hydraulische Zustellung der Werkzeuge. Diese ermöglicht das Schmieden von Stäben in einer Hitze und kann dabei einen hohen Durchsatz bei sehr guter Werkstückqualität erzielen. Es ergeben sich dadurch vielfältige Möglichkeiten in der Produktionstechnologie von Stabstählen hochlegierter Güten im Bereich der Edelstahlproduktion:[3]

- Radialumformmaschine
- vier Werkzeuge
- variable Hubrate
- variabler Rotationswinkel
- Arbeiten mit Schmiedeprogramm
- Blockgewicht ≤ 8 t
- Grösse der Schmiedestücke 120 mm bis 560 mm

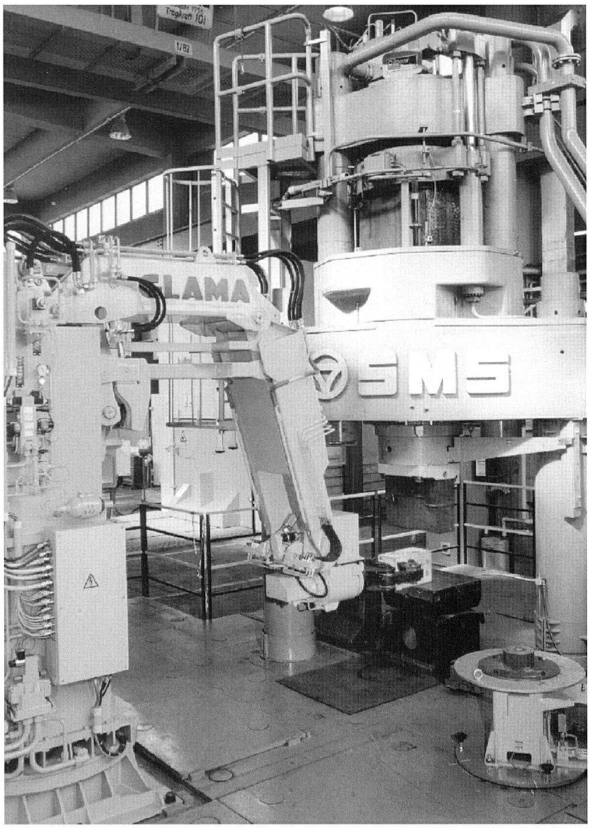


Abb. 6: Schmiedeanlage des IBF.

Schmieden: eine Schlüsseltechnologie – Entwicklung und Forschung

In der Schmiedetechnik zeichnet sich die Herstellung immer grösserer Formteile aus hochwertigen und teils schwer umformbaren Werkstoffen ab. Unabdingbar ist die Orientierung an individuellen Anforderungen und Kundenwünschen sowie der Einsatz einer Vielzahl von Verfahren und Verfahrenskombinationen. Das Erreichen einer vollständig reproduzierbaren Schmiedeproduktion durch immer präzisere Anlagen eröffnet neue Tätigkeitsfelder. Immer komplexere Formen können zu neuen Einsatzgebieten für Schmiedeprodukte führen. Hierfür sind jedoch entsprechende Voraussetzungen in der Produktion zu schaffen.

Das Institut für Bildsame Formgebung (IBF) verfügt über eine Laborschmiedeanlage mit vielfältigen Fähigkeiten und Möglichkeiten. Sie realisiert im Labor die bereits genannten Forderungen nach einer reproduzierbaren Fertigung und der Herstellung komplexer Bauteilformen (siehe hierzu auch die Veröffentlichungen 3 bis 17 und 19 bis 21). Diese Anlage besitzt einen industriellen Massstab und ist in der vorliegenden Form ein allein am IBF existierender Prototyp.

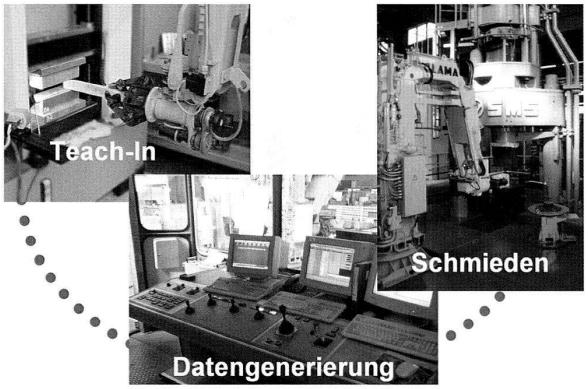


Abb. 7: Erstellung von Steuerprogrammen für die IBF-Schmiede.

Presse:
- Presskraft: bis 6,3 MN
- Wiederholgenauigkeit: bis 0,1mm

Roboter:
- 6 hydraulisch angetriebene Achsen
- Nenntragkraft: 3 kN
- Hohe Dynamik durch patentiertes Hebelsystem
- Genauigkeit bis ±0,1 mm bzw. 0,01°

Messwerterfassung:
- diverser Grössen wie t, s, v_w, F, ϑ
- Roboter-Positionen in Realisierung

Werkstoffe:
- Stähle und NE-Metalle

Sie besteht aus den numerisch gesteuerten Einzelkomponenten Manipulator und Presse, deren Steuerungen über ein Netzwerk miteinander kommunizieren. Um einen automatischen Versuch zu fahren, ist ein geeignetes Steuerprogramm erforderlich. Die Generierung der dafür notwendigen Daten kann durch Teach-In oder Programmierung erfolgen. Zu der gesamten Anlage gehört neben den Schmiedeaggregaten auch der Stoffflusssimulator, der in Abb. 7 (Foto links oben) dargestellt ist. Es ist ein Modell des 6-Achsen-Schwerlastroboters der IBF-Anlage im Massstab 1:2. Für Stoffflussuntersuchungen mit Modellwerkstoffen werden die einzelnen Positionen des Roboters während des Schmiedeprozesses an der Modellanlage mit Hilfe des Teach-In-Modus gespeichert und anschliessend auf die Presse übertragen. Damit lassen sich komplizierte Bauteilformen und Formelemente generieren. Die Daten dienen als Grundlage für das Roboterprogramm; darüber hinaus werden offline zusätzliche Parameter und Funktionen ergänzt. Nicht ausreichend dokumentierte Schmiedestrategien können so in ein numerisches Steuerprogramm übertragen und für eine anschliessende Optimierung bereitgestellt werden. Alternativ können die Pressen- und Roboterparameter für klassische Reckschmiedeoperationen im Voraus durch so genannte Schmiedeplanberechnungsverfahren bestimmt werden und damit als Eingangsdaten einer Versuchsschmiedung dienen. Dazu werden in einem Stichplan unter Zuhilfenahme der Ausgangsgeometrie und der Prozess-, Werkstoff- und Anlagendaten die Prozessschritte der gewünschten Zielgeometrie berechnet (Programmschmieden).

Ein mögliches Einsatzgebiet des roboterunterstützten Freiformschmiedens ist die industrielle Herstellung von gekrümmten Bauteilen. In einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützten Forschungsvorhaben und in Kooperation mit einem Industrieunternehmen wird die reproduzierbare Herstellung gekrümmter Bauteile untersucht. Industrielle Anwendungsbeispiele dieser Bauteile sind Vorformen für Rumpfspanten von Flugzeugen aus Aluminium (siehe Abb. 8, rechtes Foto), deren Endgeometrie durch Gesenkschmieden und/oder Zerspanung

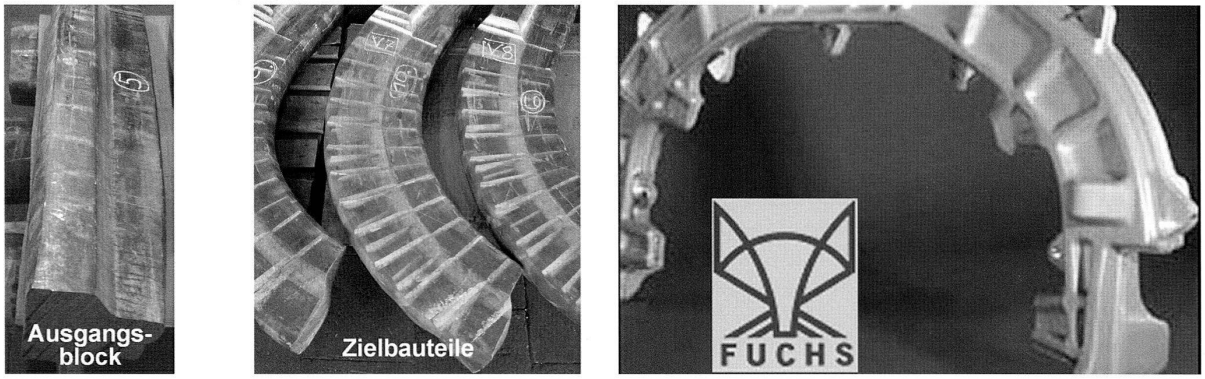


Abb. 8: Schmieden mit Hilfe eines Roboters – Beispiel gekrümmte Bauteile (Quelle: Fertigteil 18).

hergestellt wird. In Untersuchungen (vgl. Quelle 17) hat sich gezeigt, dass und wie man ein derartiges Bauteil durch Freiformschmieden fertigen kann. Hierfür wurde im aktuellen Beispiel ein Werkstück mit einem rechteckigen Querschnitt zunächst in Längsrichtung abgesetzt (siehe linkes Bild in Abb. 8). Anschliessendes Ausschmieden erzielte sehr gute Ergebnisse bei der Erzeugung ebener gekrümmter Bauteile. Das Schmieden dieses Bauteiles führt – infolge der unterschiedlichen Längung des nicht abgesetzten und des abgesetzten Bereichs während eines Hubs – zu einer Krümmung des Bauteiles (vgl. Abb. 8, mittleres Foto). Die Versuchsergebnisse zeigen, dass der Prozess gut reproduzier- und automatisierbar ist (siehe auch Quellen 19 bis 21). Gesenkkosten können durch eine solche Massenvorverteilung reduziert werden, da Vorgesenke teilweise oder sogar vollständig eingespart werden können.

Ein weiteres Gebiet der Forschung und Entwicklung sind die Verfahrenssimulationen mittels der Finiten Element Methode (FEM). Dies ist ein Berechnungsverfahren zur Bestimmung lokaler Prozessgrössen und findet unter anderem im Bereich des Schmiedens ein interessantes Anwendungsgebiet. Das Besondere am Freiformschmieden ist, dass durch Wiederholung von einzelnen partiellen Umformungen eines kleinen Bereichs ein ganzes Bauteil nach und nach bearbeitet wird. Hierdurch werden umfangreiche Berechnungsschritte in der FEM notwendig, denn jede einzelne Umformung muss für sich berechnet und im Folgeschritt berücksichtigt werden. Das übliche Bauteil ist bezogen auf den Bereich der Umformung sehr gross. Deswegen ist eine solche Prozesssimulation auch auf den aktuell zur Verfügung stehenden Computersystemen wegen der hohen Anzahl erforderlicher Berechnungsschritte mit einem erheblichen Zeitaufwand verbunden. Ein Beispiel hierfür ist in Abb. 9 dargestellt. In dieser Simulation wurden Stoffflussuntersuchungen der zuvor beschriebenen Fertigung gekrümmter Bauteile durchgeführt. Die drei Bilder zeigen jeweils das Ergebnis am Ende einer Höhenabnahme (bestehend aus mehreren Hüben längs des Bauteils bei gleicher Endhöhe).

Auch der Sicherung des vorhandenen Erfahrungswissens in Schmiedebetrieben wird zukünftig eine grosse Bedeutung zukommen. Äussere Veränderungen wie der bevorstehende demographische Wandel in der Bevölkerung (siehe auch Quelle 22) machen es notwendig, nach Lösungen zu suchen, wie das Wissen älterer Arbeitnehmer im Unternehmen erhalten bleiben kann (vgl. Quelle 23). Eine geeignete Möglichkeit stellt die angepasste Umsetzung der Methoden des Wissensmanagements dar. Wissensmanagement umfasst dabei sowohl die organisationsweite systematische Generierung, Speicherung, Dokumentation und den Transfer als auch die Anwendung und Kontrolle von Wissen. Auf das Schmieden bezogen bedeutet dies, das Erfahrungs- und Fachwissen älterer Schmiedearbeiter zu

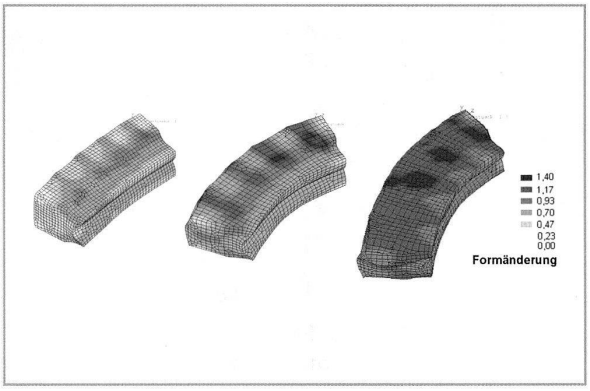


Abb. 9: Simulationsbeispiel: Schmieden gekrümmter Bauteile (FE-Code: LARSTRAN/SHAPE).

bewahren und dieses mit neuem, technologieorientiertem Wissen der jüngeren Schmiedegeneration zu kombinieren, um Schmieden in Zukunft wettbewerbsfähiger zu machen. Studien haben gezeigt, dass Ältere und Jüngere, bezogen auf differierende Leistungspotenziale, unterschiedliche Qualifikationen aufweisen. Problematisch ist jedoch, dass Schmiedebetriebe kaum Nachwuchs aufweisen und daher eine zunehmende Überalterung des Mitarbeiterstammes einsetzt. Deshalb wird es langfristig im Bereich der Wissenssicherung zu Schwierigkeiten kommen.

Das Programmschmieden stellt ein unterstützendes Hilfsmittel zur Bewahrung des Erfahrungswissens dar. Hierdurch lassen sich Verfahrensabläufe dokumentieren und so beispielsweise Basiskenntnisse fixieren. Diese Technik kann natürlich immer nur als Ergänzung zu der Erfahrung eines Mitarbeiters eingesetzt werden. Um nun das Gesamtkonzept einer zukunftsorientierten Schmiede zu entwerfen, ist es von Bedeutung, die zuvor genannten Aspekte in Kombination zu nutzen. Daher ergeben sich neue Möglichkeiten zur Prozessoptimierung durch die Anwendung des Programmschmiedens: In Kombination mit der Erfahrung im Schmiedebetrieb und einer geeigneten Messtechnik lassen sich gesicherte Daten für eine Prozesssimulation bereitstellen und lässt sich somit eine Optimierung des Gesamtprozesses erzielen.

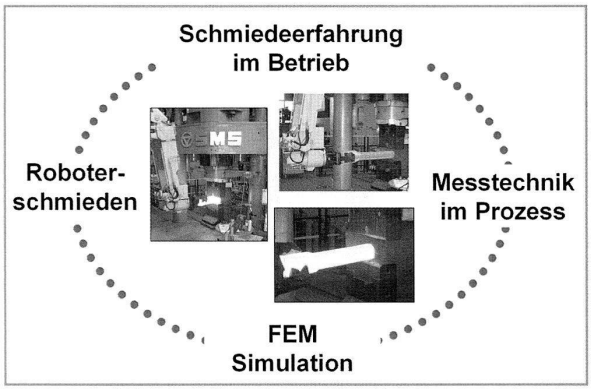


Abb. 10: Ansatz zur Prozessoptimierung.

Zusammenfassung

Die Schlüsseltechnologie Schmieden ist geprägt durch ein hohes Mass an Flexibilität bei der Herstellung einer Vielzahl von unterschiedlichen Bauteilgruppen. Die Entwicklung und Verarbeitung neuer Werkstoffe machen das Schmieden auch in Zukunft interessant. Die Automatisierung führt zu guter Reproduzierbarkeit mit einer umfassenden Prozessdokumentation zur Erfüllung von Nachweispflichten. Zusätzlich bietet diese die Möglichkeit, neue komplexe Bauteile mit optimierter Qualität herzustellen. Die Steigerung der Produktivität sowie der Einsatz der FEM-Simulation und der Messtechnik unterstützen die Schmieden bei der Verbesserung ihrer Prozesse und damit der Produkte. Eine enorme Herausforderung für die Zukunft wird in der Sicherung des vorhandenen Know-hows in der Fertigungstechnologie beispielsweise durch eine umfangreiche Dokumentation der Abläufe liegen. Die im vorliegenden Artikel beschriebenen Aspekte der Schmiedetechnik verdeutlichen, dass trotz aller Veränderungen in den letzten Jahren die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten eine grosse Zukunft für industrielles Schmieden eröffnen.

Literatur und Quellen

(1) Industrieverband Massivumformung e. V.: Folienserie «Schmiedeteile – Bedeutung, Gestaltung, Herstellung, Anwendung», Erstausgabe 1998; Aktualisierung Hagen 03/2002.

(2) ThyssenKrupp AG, Presse-Bildarchiv (Stand: 18.11.2004): www.thyssenkrupp.com/de/presse/bildarchiv_index.html (Suchbegriff «Dampfhammer»).

(3) Firmen-Info der ThyssenKrupp AG (Stand: 18.11.2004): Info zur Geschichte in der Weimarer Republik (1929). www.thyssenkrupp.com/de/konzern/geschichte_chronik_k1929.html

(4) H. Gummert: Beiträge deutscher Hüttenwerke zur Entwicklung des Gross-Schmiedestücks. In: Stahl und Eisen 80 (1960), Nr. 22, S. 1517 ff.

(5) R. Frank, H. Krautmacher: Überlegungen zur Automatisierung und Forschung in Freiformschmieden der Bundesrepublik Deutschland. In: Stahl und Eisen 99 (1979), Nr. 12, S. 635 ff.

(6) E. Müller: Hydraulische Pressen und Druckflüssigkeitsanlagen, 1. Band: Schmiedepressen, 3. erw. Auflage, Berlin 1962.

(7) W. Fister: Entwicklungsrichtung für Freiformschmiedepressen mit Manipulatoren und Hilfseinrichtungen. In: Freiformschmieden – Grundlagen und betriebliche Verfahren, Vorträge einer vom Schmiedeausschuss des Stahlinstituts VDEh durchgeführten Vortragsveranstaltung, Düsseldorf 1980.

(8) R. Kopp[2], O. Ziegelmayer[2], A. Frank[1], R. Schmidt[3], W. Grimm[4]: The Open Die Forging Industry in Austria, Germany, Italy, Sweden, Switzerland and Czech Republic – in association with the Steel Institute VDEh, Tagungsband «15th International Forgemasters Meeting 2003» in Kobe/Japan (Stahl Institut VDEh[1], Düsseldorf; IBF[2], RWTH Aachen; Kind & Co. Edelstahlwerk[3], Wiehl; Buderus Edelstahl[4], Wetzlar).

(9) Verschiedene Quellen: Abbildungen aus Vorlesungsskripten des IBF.

(10) D. Bokelmann[1], M. Baues[2], R. Dango[3], H. J. Grisse[3], J. Poppenhäger[1], W. Schmitz[4]: The new state of the art 75/85 MN Saarschmiede GmbH forging equipment, Tagungsband «15th International Forgemasters Meeting 2003» in Kobe/Japan (Saarschmiede GmbH Freiformschmiede[1], Völklingen; Saarstahl AG[2]; DDS Dango & Dienenthal Maschinenbau GmbH[3], Siegen; SMS Meer GmbH[3], Mönchengladbach).

(11) C. Heischeid[1], E. Piper[1]: The new forging machine RF 70 of Edelstahl Witten-Krefeld GmbH, Tagungsband «15th International Forgemasters Meeting 2003» in Kobe/Japan (Edelstahl Witten-Krefeld GmbH[1], Krefeld).

(12) R. Wieser: Experiences with the new GFM Radial Forging Machine, Tagungsband «15th International Forgemasters Meeting 2003» in Kobe/Japan (GFM GmbH, Steyer).

(13) M. Wehrheim: Roboterunterstütztes Freiformschmieden im automatisierten Prozess. Dissertation am Institut für Bildsame Formgebung, RWTH Aachen 1994.

(14) W. Wolf, T. Beckmann, U. Zitz: Erhöhung der Zuverlässigkeit beim Schmiedeprozess durch ein neues Steuerungskonzept mit hoher Regelgenauigkeit und dessen Einbindung in eine integrierte Fertigung. In: Tagungsband 10. ASK, 23./24. März 1995.

(15) R. Kopp, M. Franzke, R. Bünten, T. Beckmann, M. Fleischer, U. Zitz: Neue Impulse durch Optimierungslabor. In: Tagungsband 10. ASK, 23./24. März 1995.

[16] R. Kopp, T. Beckmann, W. Wolf: Manufacturing complex Open-Die Forgings Using a Robot-based flexible Forging Centre; 13th International Forgemasters Meeting, Pusan, Korea, 12. bis 16. Oktober 1997.
[17] R. Kopp, T. Beckmann, O. Dürr: Robot-aided Open-Die Forging of Near Net-shaped Parts. In: German Academic Society for Production Engineering. Production Engineering Vol. VI/2 (1999).
[18] Firmen-Info der OTTO FUCHS KG in Meinerzhagen.
[19] O. Ziegelmayer, V. Schneider, R. Kopp, R. Schwarz: Einsatz der Robotertechnik zum Freiformschmieden, 19. ASK, Aachen, 25./26. März 2004.
[20] O. Ziegelmayer, V. Schneider, R. Kopp, O. Dürr: Untersuchungen zur Herstellung flächig gekrümmter Bauteile durch den Einsatz der Robotertechnik beim Freiformschmieden. In: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Band 35, 7 (Juli 2004), S. 447–453, Weinheim.
[21] R. Kopp, V. Schneider, D. Michl, I. Tiedemann, O. Ziegelmayer: New Manufacturing Technologies for Open-Die Forging and Ring Rolling, Tagungsband VIIIa Conferência Internacional de Forjamento (XXIV SENAFOR), S. 171–184, Porto Alegre/Brazil 2004.
[22] T. Stemann: Demographischer Wandel – Chancen und Risiken. Erfahrungsbericht eines europäischen Forschungsprojektes. In: Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten. Tagungsband der GFA Herbstkonferenz 2003, Aachen, 29. September bis 1. Oktober 2003. Hrsg.: H. Luczak, Stuttgart 2003, S. 322–325.
[23] T. Stemann: Know-how Management. Mentoring as a Chance to Store the Empiric Knowledge of elderly Workers. In: Human Factors in Organizational Design and Management. VII. Proceedings of the Seventh International Symposium on Human Factors in Organizational Design and Management held in Aachen, 1. bis 2. Oktober. Hrsg.: H. Luczak, K. J. Zink, Santa Monica, USA 2003, S. 413–418.

[1] Die erste Zahl gibt die maximale Kraft beim Schmieden an, die zweite die bei einer Stauchoperation.

[2] Die erste Angabe entspricht der Tragkraft, die zweite ist das maximale Trag-Moment.

[3] Details zur Funktionsweise sowie zu Besonderheiten des Maschinenaufbaus werden in den Quellen 11 und 12 ausführlich dargestellt.