

# Technischer Fortschritt erweitert die Anwendungsbereiche von Schmiedestücken

Von Ing. (grad.) Harald Korte, Hagen

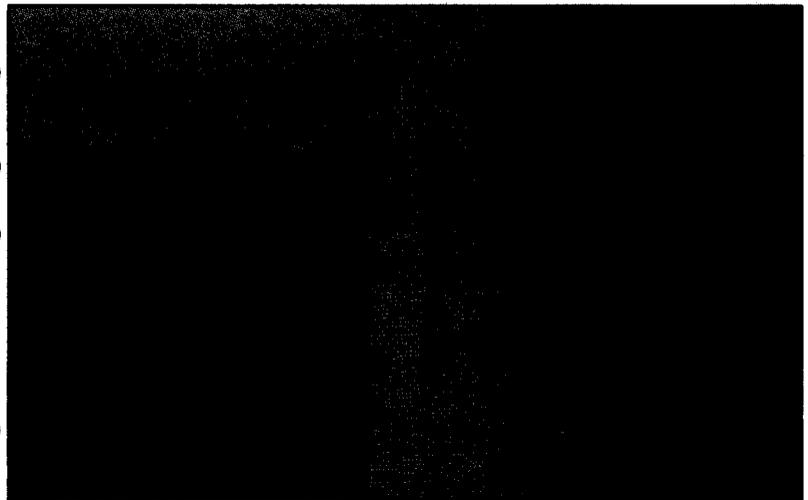
Bauteile im Maschinen- und Anlagenbau sind oft aus der Überlieferung nur als Einzel- oder Kleinserienteile konstruiert worden. Die wirtschaftlichen Möglichkeiten einer auf Serienproduktion eingestellten Industriegruppe, wie z. B. die der Gesenkschmiedeindustrie, werden auch heute in vielen Fällen nicht genutzt. Deshalb soll dieser Beitrag einen kurzgefaßten Überblick über die wirtschaftlichen Vorteile geschmiedeter Bauteile, deren Anwendungsbereiche durch den technischen Fortschritt ständig erweitert werden, geben.

Die Bedeutung gesenkgeschmiedeter Bauteile spiegelt sich in der Entwicklung der Produktionsmengen wider. Diese waren:

1950	ca. 200 000 t
1960	ca. 590 000 t
1970	ca. 1 000 000 t
1980	ca. 1 100 000 t

Ein Vorteil geschmiedeter Produkte liegt in der qualitativen Verbesserung des Werkstoffes durch den Umformvorgang selbst. Der im Ursprung im Blockguß oder Strangguß vergossene Stahl wird bereits bei Umformgraden von 4-5 so stark verdichtet, daß die bei jedem Gießvorgang entstehenden inneren Hohlräume und Lunker völlig verschlossen und miteinander verschweißt werden. Bei speziellen Anforderungen werden manchmal auch größere Umformgrade verlangt. Durch die Umformung entsteht aber nicht nur ein homogener Werkstoff, sondern auch die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Duktilität, werden stark verbessert. Dies ist auch der Grund, warum immer dann auf geschmiedete Bauteile zurückgegriffen wird, wenn diese ein hohes Maß an Sicherheit garantieren müssen. Die Auswahl der verwendbaren Werkstoffe ist so groß wie bei keinem anderen Wettbewerbsverfahren. Das *Bild 1* zeigt, daß einfache Baustähle bis hochlegierte warmfeste Werkstoffe schmiedbar sind. Die Schmiedbarkeit nimmt mit zunehmendem Umformvermögen und abnehmendem Kraftbedarf zu. Neben der großen Werkstoffauswahl werden in sehr vielen Fällen die Werkstückeigenschaften durch eine gezielte Wärmebehandlung den jeweils gegebenen Wünschen angepaßt. Meistens werden die Werkstücke vergütet, wodurch die ohnehin guten Werkstoffeigenschaften weiter verbessert werden. Aber auch Wärmebehandlungsver-

Umformvermögen  
gut mäßig gering



niedrig mäßig hoch  
Kraftbedarf zur Umformung

**Bild 1:** Überblick über die Schmiedbarkeit metallischer Werkstoffe

fahren, wie Normalisieren, auf beste Bearbeitbarkeit glühen (BG-Glühen), Spannungsfreiglühen usw. werden angewendet, wenn der jeweilige Bedarfsfall dies erfordert.

Auch der in manchen Fällen mit dem Schmiedestück konkurrierende Guß kann heute beachtliche Festigkeitswerte erreichen. Wenn aber das Gußteil die Festigkeitswerte des Schmiedestückes aufweist, dann sind die Duktilitätswerte weitaus niedriger (*Bild 2*). Aus diesem Grunde werden hochbeanspruchte Sicherheitsteile immer geschmiedet.

Durch Aufschwefeln der Werkstoffe oder seit neuerer Zeit auch durch eine Silizium-Calzium-Desoxydation läßt sich die Bearbeitbarkeit der Schmiedestücke deutlich verbessern. Auch durch die neueren Entwicklungen auf dem

Gebiet der Schneidwerkzeuge können die gegenüber gegossenen Werkstoffen früher oft genannten Nachteile des Schmiedestückes hinsichtlich der Bearbeitbarkeit weitgehend ausgeglichen werden.

Entscheidend für die Auswahl des Fertigungsverfahrens für ein Bauteil, sofern überhaupt Alternativen gegeben sind, ist die Wirtschaftlichkeit.

In den Anwendungsfällen, wo die spezifische Werkstoffbelastung und/oder die geforderte Sicherheit sehr groß ist, gibt es zum Schmieden keine Alternative. Einzelteile und Kleinserien werden dann in der Regel durch Freiformschmieden hergestellt, mittlere und große Serien durch Gesenkschmieden. Die Mindestlosgröße für die wirtschaftliche Anwendung der Gesenkschmiede-

**Bild 2:** Gegenüberstellung der mechanischen Eigenschaften von GGG 70 und 41 Cr 4

	Hochfester Guß GGG 70 vergütet auf 800 – 900 N/mm <sup>2</sup>	Vergütungsstahl 41 Cr 4 vergütet auf 900 – 1050 N/mm <sup>2</sup>
Zugfestigkeit Streckgrenze	800 – 900 N/mm <sup>2</sup> mind. 650 N/mm <sup>2</sup>	880 – 1100 N/mm <sup>2</sup> mind. 680 N/mm <sup>2</sup>
Dehnung Einschnürung		mind. 12% mind. 45%
Kerbschlagarbeit		mind. 42 J

Parallelveröffentlichung in:  
Industrie-Anzeiger 103 (1981) 73.

fahren ist je nach Teil verschieden hoch. Oft sind schon Lose von 20 Stück wirtschaftlich.

Bei spezifisch weniger hoch belasteten Teilen konkurriert das Schmiedestück auch mit gegossenen Erzeugnissen. In vielen Fällen bietet der Guß durch seine freiere Gestaltungsmöglichkeit wirtschaftliche Vorteile. In all jenen Fällen jedoch, in denen das Bauteil so konstruiert ist, daß es ohne aufwendige Sonderverfahren der Schmiedetechnik hergestellt werden kann, ergibt sich schon ein geteiltes Bild:

- Schmiedestücke können mit Produkten, die aus Grauguß hergestellt werden können, wirtschaftlich nicht konkurrieren. Bei diesem Vergleich ist aber auch von der Werkstoffeigenschaft her keine Vergleichbarkeit gegeben.
- Bei dem Vergleich mit Produkten aus Temperguß und Sphäroguß muß man von Fall zu Fall die optimale Lösung suchen. Hier liegen die Kosten oft dicht beieinander und nur die spezifischen Fakten des Einzelfalles können die Entscheidung herbeiführen. Das Schmiedestück ist hier meistens dann im Vorteil, wenn die werkstoffspezifische Überlegenheit genutzt werden kann.
- Bei Stahlguß und bei schweißbarem Temperguß ist das Schmiedestück meistens kostengünstiger — eine schmiedetechnisch ohne Sonderaufwand herstellbare Form vorausgesetzt.

Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit muß nicht immer nur der reine Bauteilpreis entscheidend sein. Oft sind auch geschmiedete Bauteile gewählt worden, um in extremen Belastungsfällen genügend Sicherheit zu haben, um einen Ausfall einer Maschine oder Anlage und die damit verbundenen Stillstandskosten zu vermeiden.

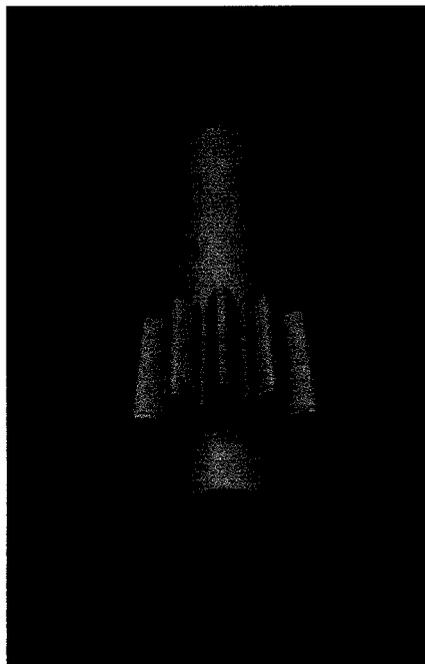
In vielen Fällen steht das Schmiedestück auch in Konkurrenz zu Blech-Schweißkonstruktionen. Die Vorteile von Bauteilen, die einteilig geschmiedet oder aus wenigen Schmiedestücken zusammengesetzt werden, sind im Vergleich zu Blech-Schweißkonstruktionen folgende:

- Die Fertigung ist weniger lohnintensiv, da nicht eine Vielzahl von Einzelteilen gefertigt und miteinander verschweißt werden muß.
- Die Bauteilsicherheit ist um so größer, je weniger Schweißnähte vorhanden sind, weil keine bzw. weniger innere Spannungen entstehen. Diese Nachteile lassen sich durch Prüfen der Schweißnähte und durch das Spannungsfreiglühen zwar vermeiden, dann entsteht jedoch ein kostenintensiver Sonderaufwand.

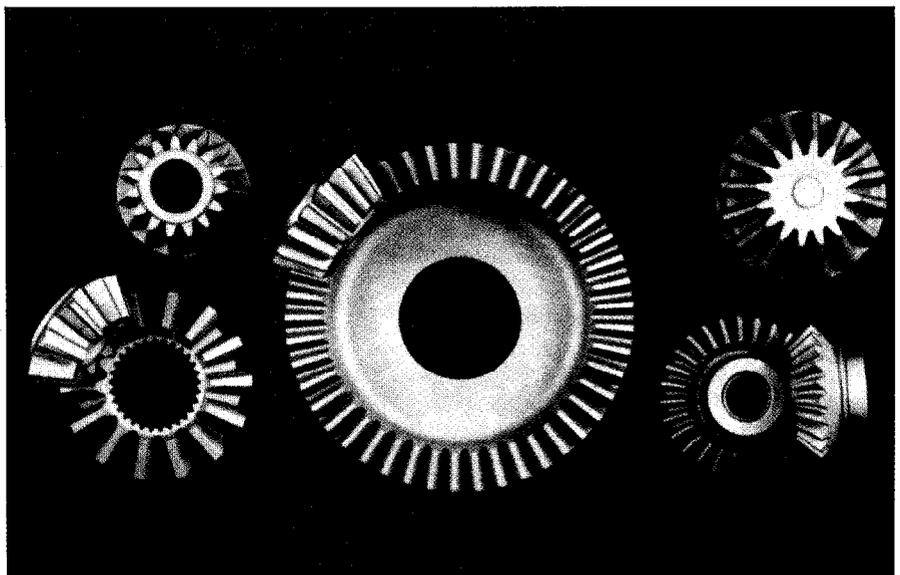
- Eine größere Bauteilstabilität kann erreicht werden, weil eine individuellere Anpassung der Form des Bauteils und eine große Werkstoffauswahl eine dem jeweiligen Belastungsfall angepaßte Ausführung ermöglicht.

Auch hier ist das geschmiedete Bauteil in der Regel dann die wirtschaftlichere Lösung, wenn eine schmiedetechnisch ohne Sonderaufwand herstellbare Form konstruiert wurde.

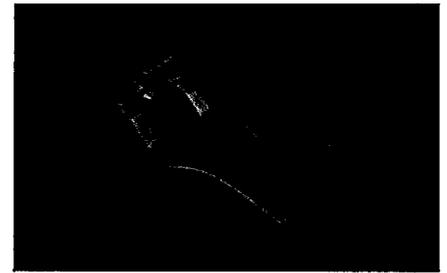
Aus den bisherigen Aussagen wird deutlich, daß der Frage der schmiedetechnischen Gestaltungsmöglichkeit besondere Bedeutung zukommt. Deshalb sei nachfolgend auf die diesbezüglichen Entwicklungen in der jüngeren Vergangenheit näher hingewiesen.



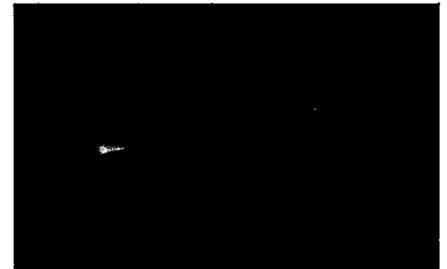
**Bild 3:** Getriebewelle mit geschmiedeter Verzahnung (7,8 kg) aus 25 MoCr 4



**Bild 6:** Kegelzahnräder mit einbaufertig geschmiedeter Verzahnung



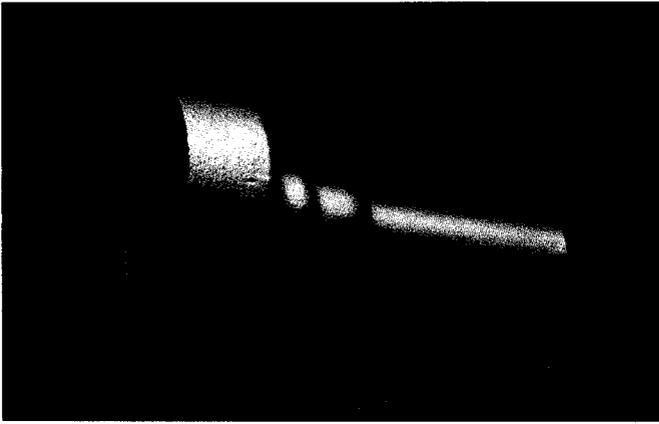
**Bild 4:** Grundplatte eines Bandeisenspanngerätes (1,9 kg) aus C 45



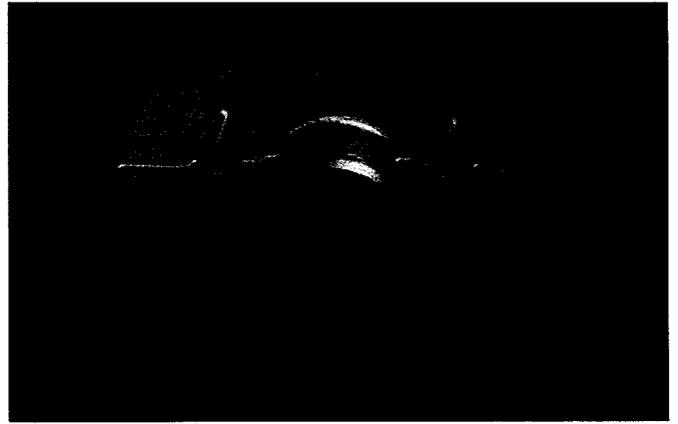
**Bild 5:** Turbinenschaukel mit einbaufertig geschmiedetem Schaufelblatt (0,18 kg) aus TiAl 6 V 4

Eine weitgehende Anpassung an die Fertigform bringt insbesondere bei großen Serien erhebliche Ersparnisse. Beispiele hierfür sind eine Getriebewelle mit geschmiedeter Verzahnung (*Bild 3*), an der die Zahnprofile nur noch 1 mm Bearbeitungszugabe haben und eine Zentrierung für die Erstaufnahme der Bearbeitung eingeschmiedet wird. Ein weiteres Beispiel (*Bild 4*) ist die Grundplatte eines Bandeisenspanngerätes. Auch hier sind sämtliche Fenster sowie die Grundfläche einbaufertig geschmiedet.

Die Anpassung der geschmiedeten Form an das Fertigteil kann mit Hilfe der Präzisionsschmiedetechnik soweit getrieben werden, daß eine nachfolgende mechanische Bearbeitung nicht mehr nötig ist. Als Beispiel hierfür ist die in *Bild 5* wiedergegebene Turbinenschaukel.

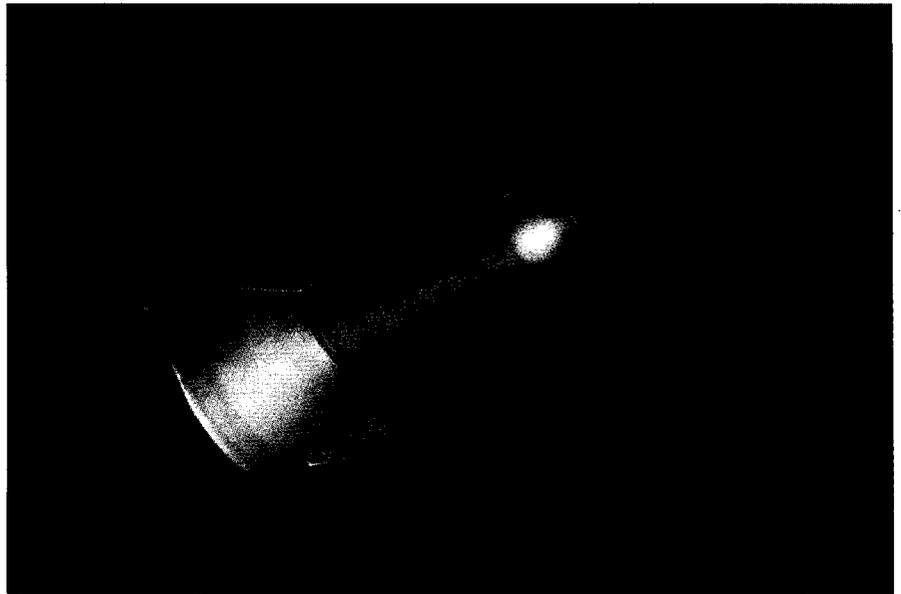


**Bild 7:** Kolben eines Preßlufthammers (1,7 kg) aus 16 MnCr 5



**Bild 9:** Flanschnabe (14,5 kg) aus 46 Cr 2 (geschnitten)

fel anzusehen. Das Blatt wird einbaufertig mit einer Formabweichung von weniger als 0,13 mm und einer Dickentoleranz von  $\pm 0,125$  mm geschmiedet. Die teure spangebende Bearbeitung des Blattes der Turbinenschaufel wurde durch Präzisionsschmieden kostengünstig ersetzt, während die einfach bearbeitbare Fertigform des Fußes wirtschaftlicher spangebend hergestellt wird. Das nächste Beispiel (*Bild 6*) zeigt eine Reihe von Kegelrädern mit fertiggeschmiedeter Verzahnung mit Toleranzen bis IT 6-7. Auch hier ist in vielen Fällen das Präzisionsschmieden der Verzahnung die wirtschaftlich optimale Lösung, während die einfachen runden Konturen kostengünstiger durch einfache Drehoperationen erzeugt werden. Außerdem sind die geschmiedeten Zähne aufgrund der der Zahnform angepaßten Werkstoffaspekte ca. 20% höher belastbar.



**Bild 10:** Kugelkopf mit Rohrstück (36,6 kg) aus 34 CrMo 4 (geschnitten)



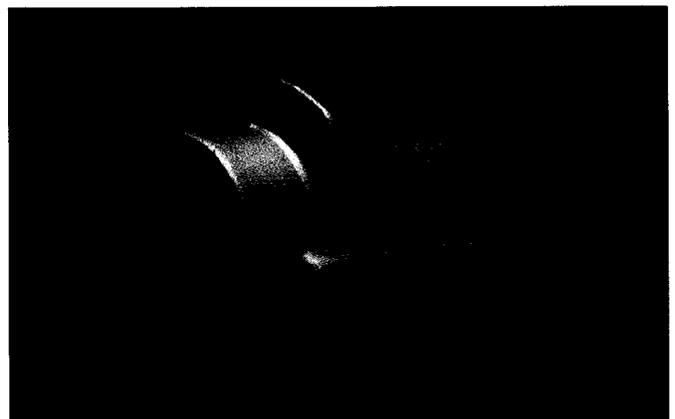
**Bild 8:** Endverbinder für Gliederketten (1,2 kg) aus 42 CrMo 4

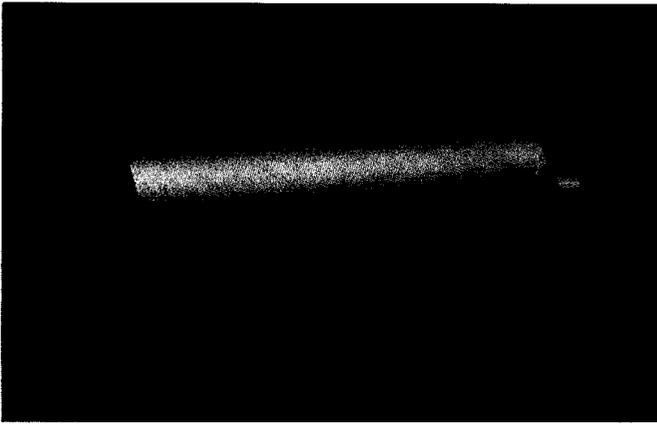
*Bild 9* gezeigte Flanschnabe. Dabei ergibt sich gegenüber dem früheren Massivschmieden eine Ersparnis durch den Wegfall der inneren Bearbeitung und durch eine erhebliche Reduzierung der Außenbearbeitung, da eine der Fertigform angepaßte und abgestufte zylindrische Form ohne Schmiedekonus

gewählt werden konnte. Auch der in *Bild 10* dargestellte Kugelkopf mit Rohrstück ist ein Beispiel für die heutigen Möglichkeiten der Schmiedetechnik. Daß auch unsymmetrische Bauteile hohlgeschmiedet werden können, zeigt der Zylinder eines Preßlufthammers, wie er in *Bild 11* zu sehen ist. Der in

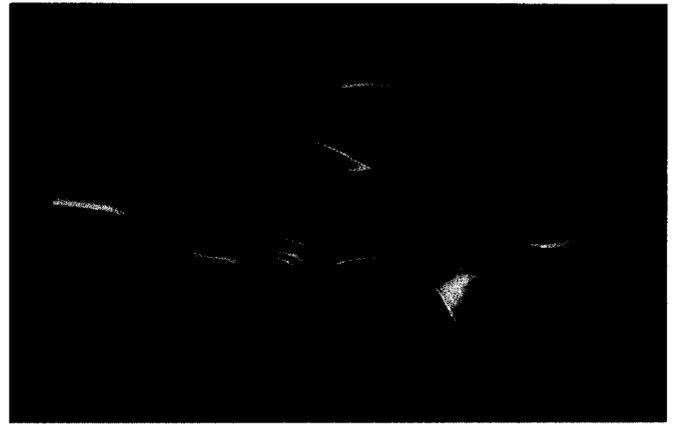
Auch das Schmieden ohne oder mit nur geringem Konus hat erhebliche Einsparungen auf dem Gebiet der Bearbeitung mit sich gebracht. Als Beispiele hierfür mögen gelten der Kolben für einen Preßlufthammer (*Bild 7*) und der Verbinder für Gliederketten (*Bild 8*) mit einer max. Außenschräge von  $0^{\circ} 30$  Min. In den letzten Jahren ist auch das Hohl schmieden immer weiter entwickelt worden. Ein Beispiel hierfür ist die in

**Bild 11:** Zylinder eines Preßlufthammers (10,7 kg) aus 16 MnCr 5





**Bild 12:** Druckzylinder (12,0 kg) aus 31 CrMoV 9



**Bild 14:** Lagerstück (4,3 kg) aus 16 MnCr 5

*Bild 12* gezeigte Druckzylinder wird durch einen einfachen Fließpreßvorgang hergestellt, während das Dreiwegeventilgehäuse (*Bild 13*) nur mit einer Spezialanlage gefertigt werden kann.

Die Einrichtungen moderner Schmiedebetriebe haben es möglich gemacht, daß in einer Umformwärme die Teile in mehreren Stufen gefertigt werden können, wodurch die wirtschaftlich herstellbare Formenvielfalt und die Feingliedrigkeit der Teile erheblich erweitert werden konnte. Ein Beispiel hierfür ist das in *Bild 14* gezeigte Lagerstück.



**Bild 13:** Dreiwegeventilgehäuse (0,6 kg) aus C 35 (geschnitten)

Alle die vorgenannten Beispiele zeigen die Entwicklung der Schmiedetechnik zu wirtschaftlichen Lösungen durch

- genaues Formschmieden
- Präzisionsschmieden
- Schmieden ohne oder mit nur geringem Konus
- Hohlschmieden
- Fertigung komplexer Formen durch Mehrstufenschmieden.

Die Schmiedeindustrie hat im Laufe der letzten Jahre erhebliche Fortschritte im Hinblick auf ihre technischen Möglichkeiten, wie auch im Hinblick auf die wirtschaftliche Herstellbarkeit von Bauteilen gemacht.

Weitere Maßnahmen zur

- Verbesserung der Produktivität
- Nutzung der Umformwärme für die Wärmebehandlung
- Energieeinsparung in der Produktion
- Verbesserung der Werkzeuge
- Ausweitung der Produktionsmethoden usw.

sind in der Entwicklung, bzw. teilweise auch schon in der Einführungsphase.

Auch die Stahlindustrie entwickelt auf ganz bestimmte Anwendungsfälle ab-

gestimmte neue Stahlsorten, mit denen wirtschaftliche Vorteile erzielt werden können. Man kann also sagen, daß die Schmiedeindustrie große Fortschritte in den letzten Jahren gemacht hat und noch weitere Neuerungen zu erwarten sind, so daß sie auch in Zukunft ein leistungsfähiger Partner ihrer Abnehmer sein wird.

Um die vielseitigen Möglichkeiten der schmiedetechnischen Bauteilgestaltung optimal zu nutzen, sollte die direkte Zusammenarbeit der Konstrukteure mit dem Schmiedefachmann in Zukunft mehr denn je zur Selbstverständlichkeit werden.

**Bildnachweis:**

- Bild 1: Informationsstelle Schmiedestück-Verwendung, Hagen  
 Bilder 2, 3, 7, 9, 10, 12 und 14: Schöneweiss & Co., Hagen  
 Bild 4: Kampwerk, Plettenberg  
 Bilder 5 und 6: Thyssen Umformtechnik, Werk Remscheid  
 Bild 8: Krupp Brüninghaus, Werk Werdohl  
 Bild 11: Gesenkschmiede Schneider, Aalen  
 Bild 13: Maschinenfabrik Hasenclever, Düsseldorf