

# Umstellung auf Schmiedestücke: Geringere Bauteilkosten, größere Sicherheit

Von Ing. Werner W. Adlof, Hagen

Im Maschinen- und Anlagenbau werden Schmiedestücke mit denkbar vielfältiger Form seit jeher erfolgreich verwendet. Vor allem jene Bauteile, die Kräfte und Bewegungen übertragen und bei denen es auf hohe Sicherheit ankommt, sind vorzugsweise geschmiedet. Während für Einzelteile, kleine Serien und für Bauelemente mit hohen Stückmassen vor allem Freiformschmiedestücke verwendet werden, beginnt der Anwendungsbereich von Gesenkschmiedestücken bei dem Bedarf einer gewissen Zahl gleicher Teile. Dies gilt auch für auf Waagrechtstauchmaschinen hergestellte Stauchteile und für Warmfließpreßteile.

Der Konstrukteur kann bei Schmiedestücken den für seinen jeweiligen Bedarf erforderlichen Stahl aus einer breiten Palette genormter Sorten auswählen. Die Eigenschaften des gewählten Stahles lassen sich durch die Umformung und die verschiedenen Wärmebehandlungsverfahren beeinflussen und den Anforderungen anpassen. Aufgrund ihrer guten Duktilitätseigenschaften zeigen Schmiedestücke eine eventuelle Überbeanspruchung durch eine plastische Verformung an und gehen nicht wie spröde Werkstoffe plötzlich zu Bruch. Außerdem haben Schmiedestücke keine Lunker oder Poren, sondern ein dichtes, homogenes Gefüge und einen beanspruchungsgerecht gestaltbaren Faserverlauf. Ihre Produktion läßt sich mit zerstörungsfreien Prüfverfahren auf wirtschaftliche Weise lückenlos überwachen. Sinngemäß gilt dies auch für die hier nicht weiter behandelten Schmiedestücke aus NE-Metallen.

Die sich national und international ständig weiter verschärfende Wettbewerbssituation — wovon auch der Maschinen- und Anlagenbau nicht ausgenommen ist — zwingt die Konstrukteure und Wertanalytiker ständig zum Überdenken aller verwendeten Komponenten einer Konstruktion. Dabei werden zweckmäßigerweise die Kosten für das einbaufertige Bauteil betrachtet.

Häufig kommen zwei oder mehrere miteinander konkurrierende Herstellungsalternativen für ein Bauteil in Frage. Für den Bereich des Maschinenbaues sind

die wichtigsten Herstellungsalternativen für Bauteile außer Schmiedestücken spanend aus dem Vollen hergestellte Teile, Schweißkonstruktionen, aus Blech gefertigte Brenn- oder Preßteile und Gußstücke. Wegen dieser möglichen Alternativen ist bei Neukonstruktionen daher das Zusammenwirken von Konstruktion und Wertanalyse der Maschinenbaufirma mit den Fachleuten für die einzelnen Fertigungsmöglichkeiten unabdingbar. Das Ziel aller gemeinsamen Überlegungen muß stets sein, ein einbaufertiges Endprodukt zu erhalten, das bei der gebotenen Sicherheit so gut wie nötig und so kostengünstig wie möglich ist.

Heute werden wahrscheinlich viele Bauteile im Maschinenbau nicht nach dem momentan jeweils für jedes Teil optimalen Herstellungsverfahren gefertigt. Dies mag an traditionellen oder eingefahrenen Fertigungswegen liegen, aber auch an mangelnden Kenntnissen über die Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Herstellungsverfahren, zumal sich ja auch jedes Verfahren ständig im Fluß befindet. Auch Grunddaten, die seinerzeit Basis einer Entscheidung für ein Verfahren waren, können sich verschoben haben. Bei einer erneuten Überprüfung kann sich daher eine ganz andere Herstellungsalternative für ein Bauteil als optimal herausstellen.

So werden gerade im Maschinenbau immer wieder früher anders ausgeführte Bauteile auf Gesenkschmiedestücke umgestellt, weil dies aus Wirtschaftlichkeitsgründen naheliegend ist. Auch die durch Gesenkschmiedestücke gegebene größere Sicherheit führt häufig zu einer solchen Umstellung. Die folgenden Beispiele aus den verschiedensten Zweigen des Maschinenbaues haben daher alle gemeinsam, daß durch die Verwendung von Gesenkschmiedestücken geringere Bauteilkosten und größere Sicherheit im Vergleich zu den früheren Ausführungen erreicht werden konnten.

Die Beispiele sollen Denkanstöße zu entsprechenden eigenen Überlegungen vermitteln. Sie sind auch geeignet, Hinweise darauf zu geben, wo bei Neukonstruktionen von vornherein zweckmäßigerweise Schmiedestücke verwendet werden können, um später eine immer

mit Umständen und Kosten verbundene Umstellung zu vermeiden.

## Früher spanend hergestellt, heute gesenkschmiedet

Als Drehteil wurde früher ein Bolzen für die Arretierung eines Drehschemels einer Straßenbearbeitungsmaschine hergestellt. Als Werkstoff wurde wegen der guten Zerspanbarkeit und Spanbrüchigkeit Automatenstahl verwendet. Bei der Montage des Bolzens — dieser wird durch Schweißen mit einem anderen Teil gefügt — war jedoch die schlechte Schweißbarkeit des Automatenstahls von Nachteil.

Heute wird der 0,5 kg schwere Bolzen mit der geforderten Genauigkeit gratlos geschmiedet (Bild 1). Die mechanische Bearbeitung entfällt völlig. Als Werkstoff wird nun der gut schweißbare Stahl St 52-3 verwendet. Bei einer Losgröße von 3000 Stück sind die Kosten für den geschmiedeten Bolzen um ca. 50% niedriger als bei der früheren gedrehten Ausführung. Außerdem sind die Schwierigkeiten bei der Montage des Bolzens behoben.

Auch bei einer Hülse für eine Bahnbaumaschine brachte die Umstellung von spanender Bearbeitung aus dem Vollen auf ein Gesenkschmiedestück wesentli-

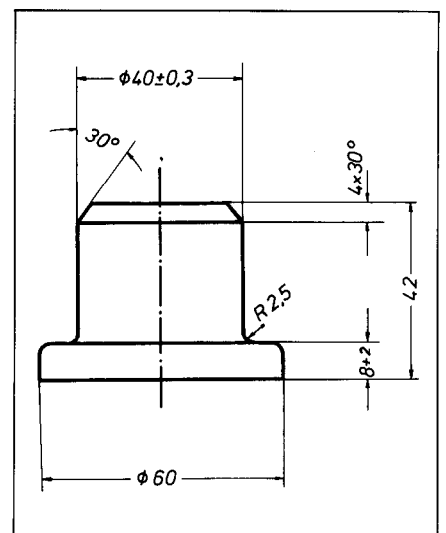
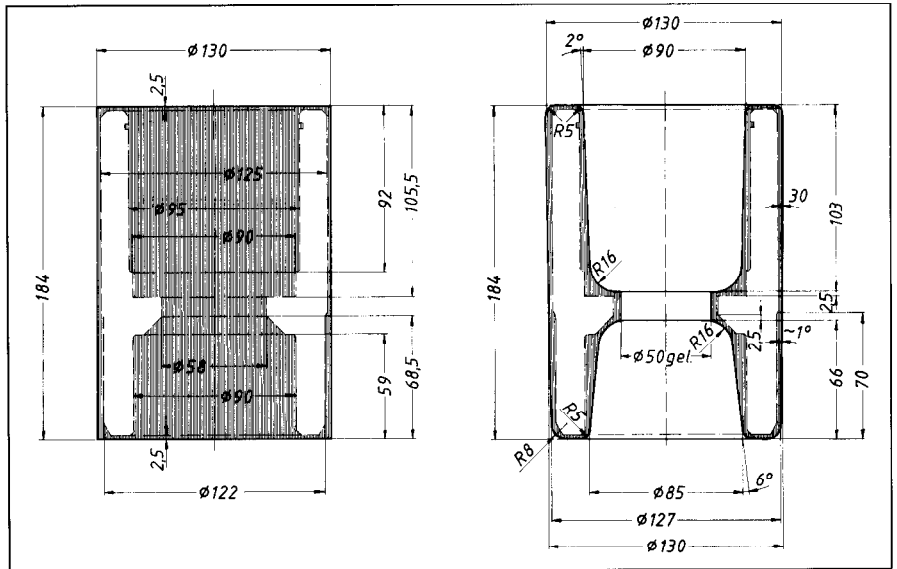


Bild 1: Abmessungen und zulässige Abweichungen eines Bolzens für eine Arretierung

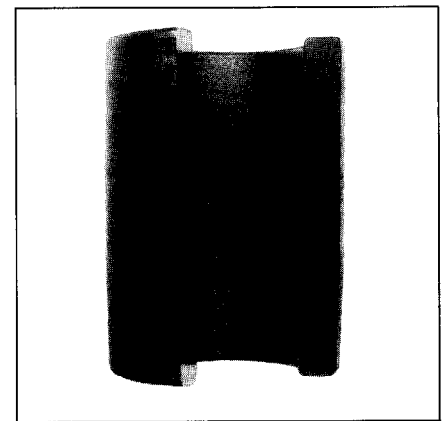
che Kosteneinsparungen. Bei der alten Ausführung wurde die Hülse aus einem Rundstahlabschnitt hergestellt (Bild 2, links). Die Einsatzmasse pro Stück betrug 19,73 kg. Da die Fertigmasse 8,0 kg beträgt, fielen 11,73 kg als Späne an. Bei der gesenkgeschmiedeten neuen Ausführung (Bild 2, rechts) beträgt die Einsatzmasse vor dem Schmieden 14,84 kg, der geschmiedete Rohling hat eine Masse von 12,2 kg, es fallen somit nur 4,2 kg als Späne an. Durch diese Umstellung ergeben sich Einsparungen von 24,8% beim Werkstoffverbrauch und 64,2% bei der spanenden Bearbeitung. Die Kostenrechnung ergibt bei einer Losgröße von 400 Stück eine Einsparung von 22,5%. Bild 3 zeigt den geschmiedeten Hülse-Rohling, aus dem ein 90°-Segment herausgetrennt ist, um die geschmiedete Innenkontur sichtbar zu machen.

Bei den bisherigen Beispielen für die wirtschaftlich sinnvolle Umstellung von spanend hergestellten Teilen auf Schmiedestücke handelte es sich um rotationssymmetrische Teile. Jedoch gerade bei nicht-rotationssymmetrischen Teilen ist der Aufwand für die spanende Bearbeitung besonders hoch. Deswegen werden komplizierte Oberflächenkonturen von Bauteilen im allgemeinen am wirtschaftlichsten spanlos geformt. Dies gilt auch für kleine Losgrößen, obwohl die Werkzeugkosten (die Herstellungskosten des Gesenkes) die Stückkosten des Schmiedestückes stärker belasten als bei größeren Serien.

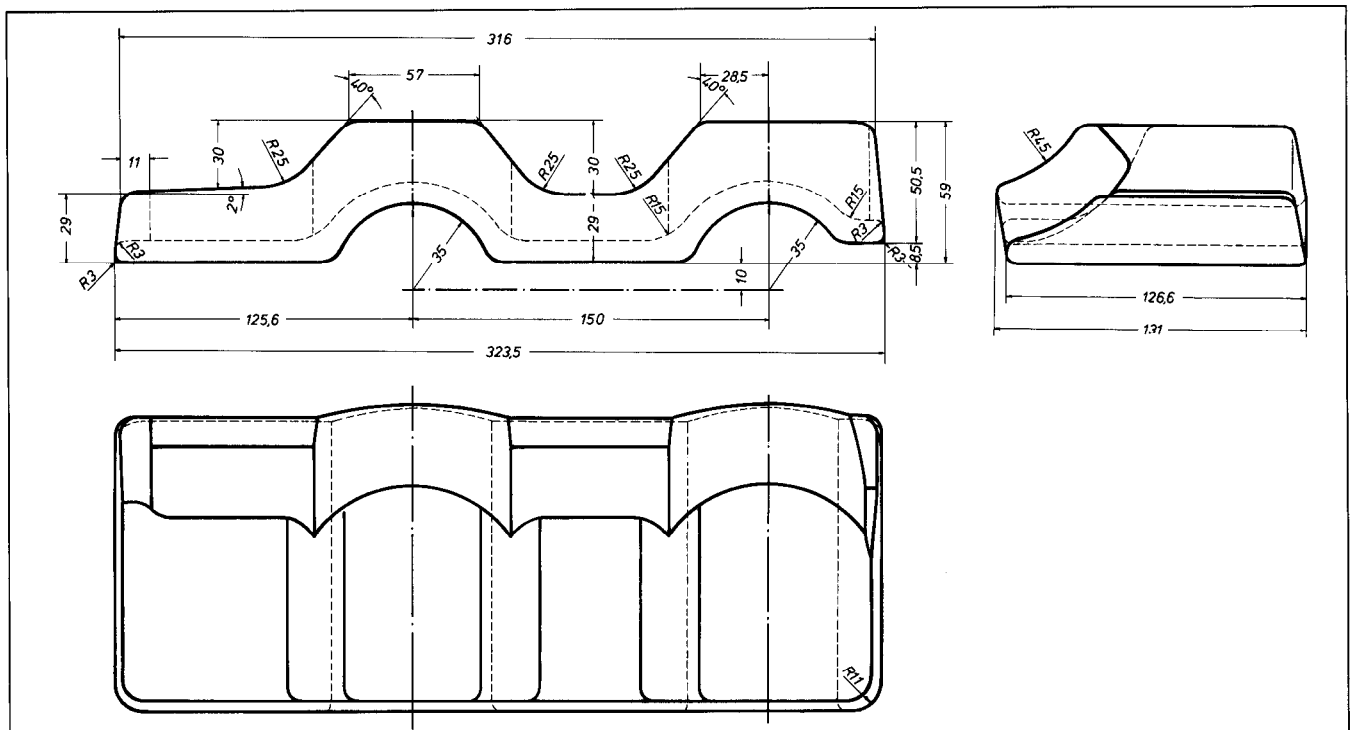


**Bild 2:** Früherer (links) und heutiger Rohling (rechts) für eine Hülse einer Bahnbaumaschine (Konturen des Fertigteils jeweils eingezeichnet)

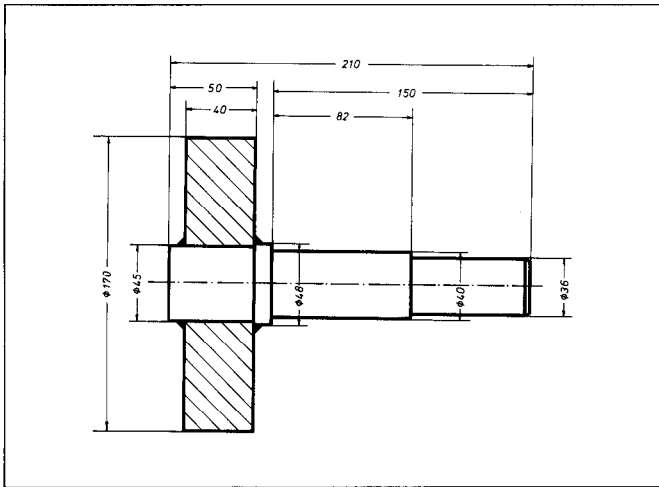
Bild 4 zeigt drei Ansichten eines 10,8 kg schweren Formwerkzeuges zur Herstellung von Dachziegeln. Obwohl die Losgröße nur 200 Stück beträgt, lohnte sich wegen der kostenintensiven Fräsarbeit bei dem verhältnismäßig schwer zerspanbaren Werkstoff X 210 Cr 12 die Umstellung von der Herstellung aus dem Vollen auf die heutige Gesenk-schmiedeausführung.



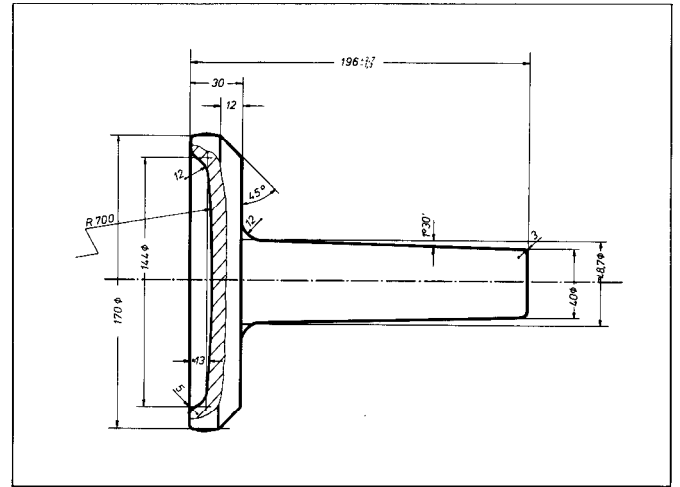
**Bild 3:** Geschmiedeter Hülse Rohling (90°-Segment herausgetrennt)



**Bild 4:** Abmessungen eines Formwerkzeuges für Dachziegel

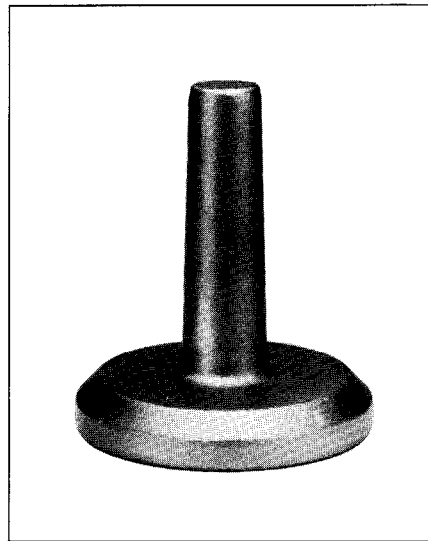


**Bild 5:** Abmessungen der früheren Ausführung eines Streichbaumzapfens

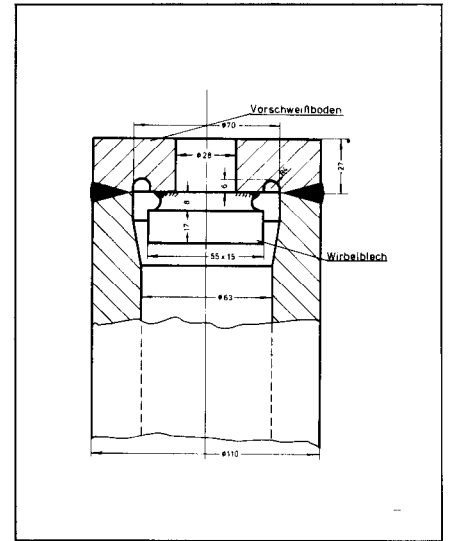


**Bild 6:** Abmessungen des heutigen geschmiedeten Streichbaumzapfens

Aus zwei Drehteilen, die anschließend gefügt wurden, bestand früher ein Streichbaumzapfen für eine Textilmaschine (Bild 5). Aus Rundmaterial wurde eine Welle gedreht, in eine ebenfalls gedrehte Scheibe eingepaßt und durch Schweißen gefügt. Jährlich werden ca. 500 Stück dieses Bauteiles benötigt. Die heutige Schmiedeausführung (Bilder 6 und 7) erlaubt eine wesentliche Bearbeitungsersparnis. Nur der Außendurchmesser des scheibenförmigen Teiles und der Zapfen für die Lagerung werden bearbeitet, die Fügearbeit entfällt. Außerdem konnte bei dem Schmiedestück durch die nun mögliche Hohlform auf der scheibenförmigen Seite des Zapfens (siehe Bild 6) eine erhebliche Reduzierung der Stückmasse erreicht werden. Während die frühere Ausführung einbaufertig bearbeitet 8,75 kg wog, hat das Schmiedestück bereits im unbearbeiteten Zustand jetzt nur noch eine Masse von 5,9 kg.



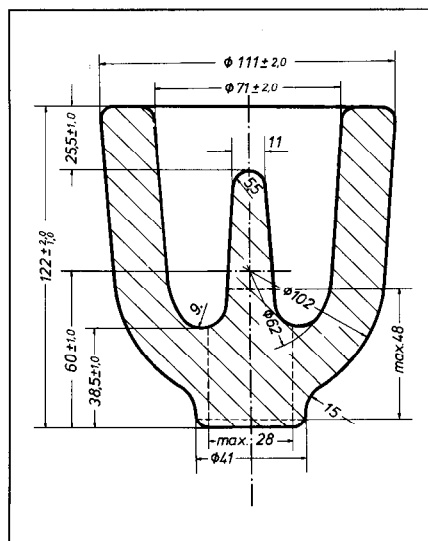
**Bild 7:** Ansicht des geschmiedeten Streichbaumzapfens (5,9 kg) aus C 22



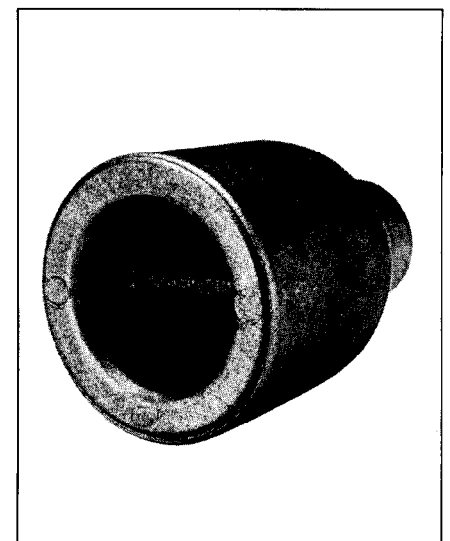
**Bild 8:** Aus Vorschweißboden und Wirbelblech zusammengeschwweißte alte Ausführung des Kappenverschlusses

### Früher aus Komponenten durch Schweißen gefügt, heute gesenkgeschmiedet

Im Kesselbau werden Kappenverschlüsse als Endverschlüsse an Druckteilen bzw. als Anschlüsse für Entlüftungs- und Entwässerungsleitungen verwendet. Sie unterliegen den hohen Anforderungen, die in den technischen Regelwerken für Dampfkessel sowie in den VGB-Richtlinien festgelegt sind. Aufgrund dieser Anforderungen war die Prüfbarkeit der früheren Schweißkonstruktion der Kappenverschlüsse (Bild 8) unzureichend. Es wurde ein gut prüffähiger Rohling gefordert. Die heutige geschmiedete Ausführung (Bilder 9 und 10) aus warmfesten Stählen in ESU-Güte wird strengen Reinheits- und Oberflächenfehlerprüfungen unterwor-



**Bild 9:** Abmessungen der neuen gesenkgeschmiedeten Ausführung des Kappenverschlusses (DBPa)



**Bild 10:** Gesenkgeschmiedeter Kappenverschluß (3,1 kg) aus 15 Mo 3 (für max. 550 °C/107 bar) oder 10 CrMo 9 10 (für max. 620 °C/69 bar)

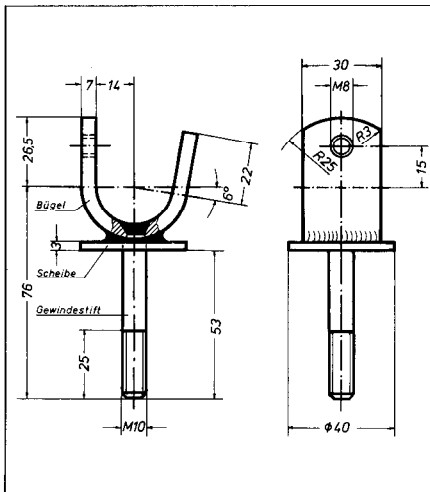
fen. Die geschmiedete Zunge, die als Wirbelbrecher fungiert, bringt erhebliche Vorteile im Vergleich zur früheren Schweißausführung.

Ein weiteres Beispiel für ein erfolgreich von einer Schweißkonstruktion auf ein Gesenkschmiedestück umgestelltes Bauteil stammt aus dem Landmaschinenbau. Der im *Bild 11* gezeigte Bügel bestand früher aus 3 Teilen: einer aus Flachstahl gebogenen Lasche, einer Scheibe und einem Gewindestift. Die Teile wurden zusammengeschweißt und das überstehende Schweißgut mußte außen und innen abgeschliffen werden. Heute wird der Bügel aus St 37 gesenkgeschmiedet (*Bild 12*). Das Teil wiegt unbearbeitet 0,24 kg. Die Umstellung brachte neben Qualitätsvorteilen wesentliche Kostenvorteile durch den Entfall der Fügearbeiten, des Verputzens und von Richtarbeiten. Selbst bei kleinen Losgrößen lohnt sich daher schon die beschriebene Umstellung. Ebenfalls aus 3 Einzelteilen bestand früher der Spannhebel für einen Kettenantrieb eines Bodenbearbeitungsgerätes: ein Vierkantstab wurde gebogen, eine Blechplatte daran angeschweißt und der Kopf aus Rundmaterial ebenfalls angeschweißt. Schließlich mußte am Hebelende eine Schräge spanend angearbeitet werden. Durch das heutige Gesenkschmiedestück (*Bild 13*) wurden alle diese Biege-, Füge- und Bearbeitungsgänge überflüssig.

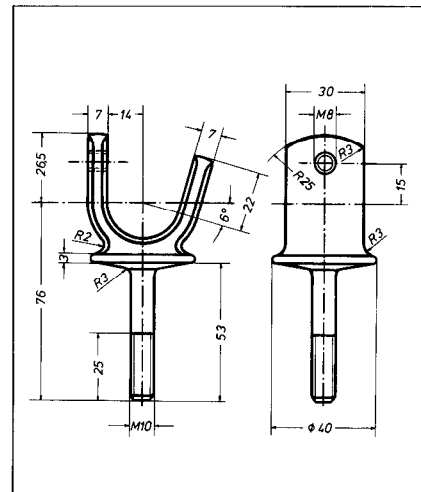
Im Anlagenbau werden die in *Bild 14* in je 2 Ansichten gezeigten zweiteiligen Scharniere benötigt. Sie haben eine aus Walzstahl-Elementen zusammengeschweißte frühere Ausführung ersetzt. Die geschmiedeten Scharniere gewährleisten die Aufnahme höchster Zug-, Druck- und Biegebeanspruchungen und bieten durch ihre höhere Belastbarkeit im Vergleich zur früheren Ausführung mehr Sicherheit. Sie werden mit genaueren Toleranzen geschmiedet, als die frühere Schweißkonstruktion sie aufwies. Sie benötigen außerdem einen geringeren Prüfaufwand als die Schweißkonstruktion. Schließlich verursachen sie geringere Montagekosten und gewährleisten eine lange wartungsfreie Lebensdauer.

### Früher aus Blech gebogen, heute gesenkgeschmiedet

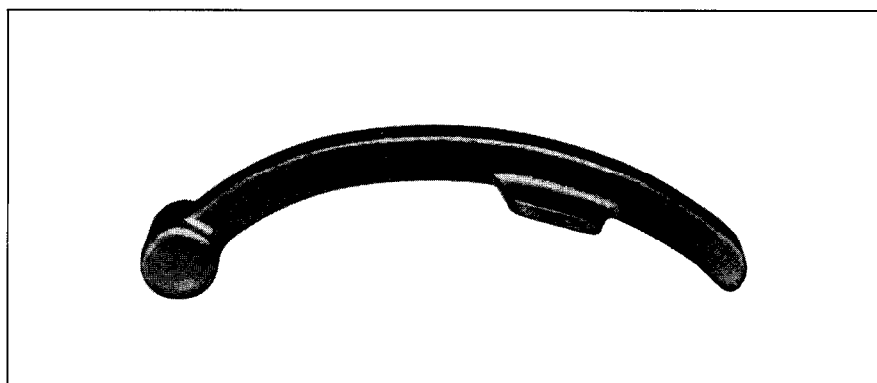
Der Lenkhebel für eine Baumaschine wurde früher aus Blech ausgebrannt und warm gebogen. Die zunächst zur Eigenfertigung vorgesehenen Blechbiegeteile aus St 52-3 konnten von dem Maschinenhersteller um 30% günstiger zugekauft werden. Jedoch stellte sich heraus, daß die Brennteile an den Biegestellen durch Rißbildung ausfielen.



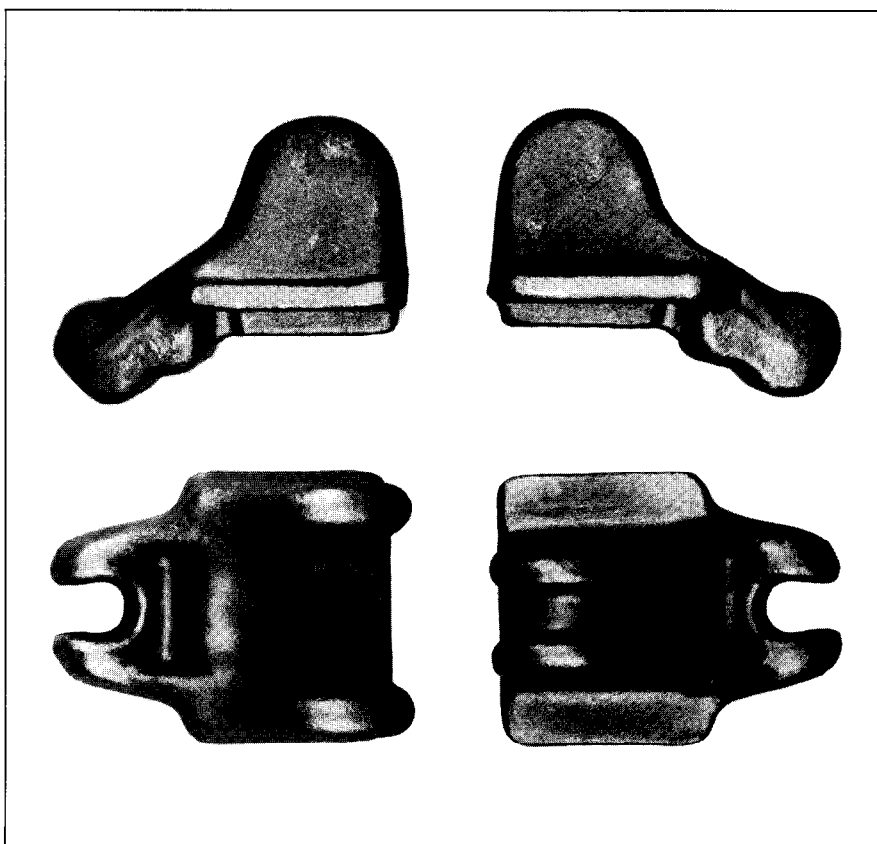
**Bild 11:** Frühere Ausführung eines Bügels für eine Landmaschine



**Bild 12:** Heutige geschmiedete Ausführung des Bügels

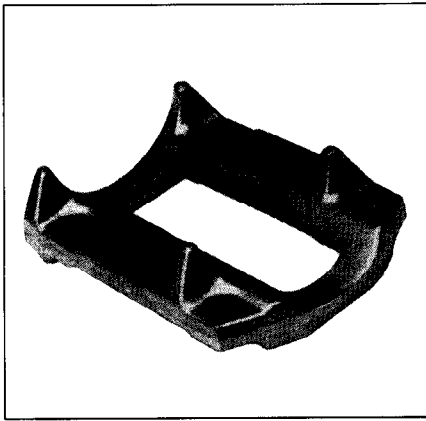


**Bild 13:** Spannhebel für einen Kettenantrieb (0,65 kg) aus C 22



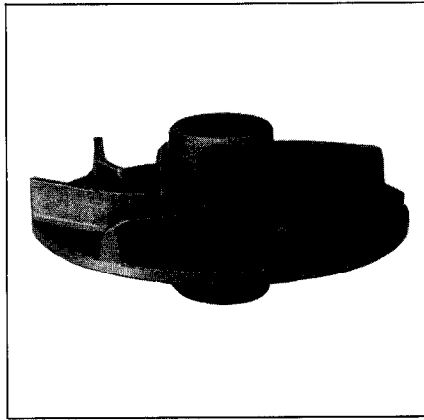
**Bild 14:** Seitenansicht (oben) und Draufsicht (unten) von 2 Scharnierteilen (je 9,5 kg) aus St 52-3 für den Anlagenbau





**Bild 19:** Befestigung (2,8 kg) aus St 52-3

nur leichter, sondern auch billiger als das frühere Feingußteil. Im Kranbau wird die Befestigung (*Bild 19*) aus St 52-3 verwendet. Das Bauteil wird mit einem Rohr verschweißt. Bei dem früher verwendeten Gußstück aus GTS 45 hatte es in Zusammenhang mit den Schweißarbeiten immer wieder Schwierigkeiten gegeben.



**Bild 20:** Geschmiedetes Pumpenlaufrad (0,55 kg) aus X 5 CrNi 18 9

Sie sind nach der Umstellung auf die Schmiedeausführung völlig behoben. Dadurch ergeben sich erhebliche Kostenvorteile. *Bild 20* zeigt ein aus dem nichtrostenden Stahl X 5 CrNi 18 9 geschmiedetes Laufrad, welches in eine Pumpe eingebaut wird, die in der Lebensmittel-

industrie verwendet wird. Das 0,55 kg schwere Schmiedestück wird mit sehr engen Toleranzen hergestellt. Es hat eine frühere Feingußausführung gleicher Form aus G-X 6 CrNi 18 9 ersetzt. Bei einer Losgröße von 2000 Stück war das Schmiedestück kostengünstiger als das Feingußteil. Die vor der beschriebenen Umstellung von dem Abnehmer geprüfte Alternative, das Laufrad aus Messing zu pressen, fiel wegen der unzureichenden Festigkeitseigenschaften dieses Werkstoffes aus.

**Bildnachweis:**

Bilder 1 und 17: Kampwerk, Plettenberg;  
 Bilder 2 und 3: Gerlach-Werke, Homburg/Saar;  
 Bild 4: Berchem & Schaberg, Gelsenkirchen;  
 Bilder 5, 6, 7 und 13: Fr. Henning, Metzingen/Württ.;  
 Bilder 8 bis 10: Knippschild & Beckmann, Hagen;  
 Bilder 11 und 12: Wilhelm Eckmann, Halver;  
 Bild 14: Schwäbische Hüttenwerke, Werk Wasseralfingen;  
 Bilder 15 und 16: Siepmann-Werke, Warstein-Belecke;  
 Bilder 18 und 20: Gebr. Nagel, Hagen;  
 Bild 19: Gesenkschmiede Schneider, Aalen.