

# Schmiedeteile in Baumaschinen

Von Dipl.-Ing. Helmut Stich, Schalksmühle

Wie kaum in einem anderen Industriezweig haben die Konjunkturschwankungen und der scharfe Wettbewerb in dieser Branche die technologische Entwicklung gelenkt und gefördert und so eine Vielzahl von Baumaschinen auf den Markt gebracht. Eine Bundesstatistik des Jahres 1979 zeigt u. a. folgenden Bestand an Baumaschinen im Bauhauptgewerbe:

Bagger	42 672 Stück
Vorderkipper	9 485 Stück
Planierraupen	9 040 Stück
Lader	32 929 Stück
Grader	3 210 Stück
Verdichtungsmaschinen	103 841 Stück
Straßenbaumaschinen	7 909 Stück
Turmdrehkräne	43 000 Stück
Mobil- u. Autokräne	3 829 Stück
Mörtelförder- u. Verputzgeräte	16 752 Stück
Kompressoren	53 924 Stück

Bemerkenswert ist dabei, daß mehr als 50% all dieser Geräte vom Handwerk betrieben werden, woraus die Vielfalt der benutzten Typen, die Häufigkeit von Spezialwünschen und auch der harte Konkurrenzkampf der Maschinenlieferanten zu erklären ist.

Diese Marktsituation zwingt den Baumaschinenhersteller aus Qualitätsgründen auch bei kleinen Serien zu verlässlichen technischen Lösungen. Aufgrund der Beanspruchungsverhältnisse werden daher Schmiedeteile selbst bei kleinen Serien eingesetzt. Der Vorteil der billigeren Großserienfertigung von Schmiedeteilen kann dagegen nur selten bei Baumaschinen genutzt werden. Im folgenden soll versucht werden, an den Hauptmaschinengruppen den Ein-



**Bild 1:** Schaufel mit Kombifalk-Verschleißteilen an einem Frisch-Radlader

satz von Schmiedeteilen zu zeigen und auch anzudeuten, wie hoch der Schmiedestückanteil in einigen typischen Maschinen ist.

## Erdbewegungsmaschinen

Bei diesen Maschinen sind vier Elementgruppen zu unterscheiden:

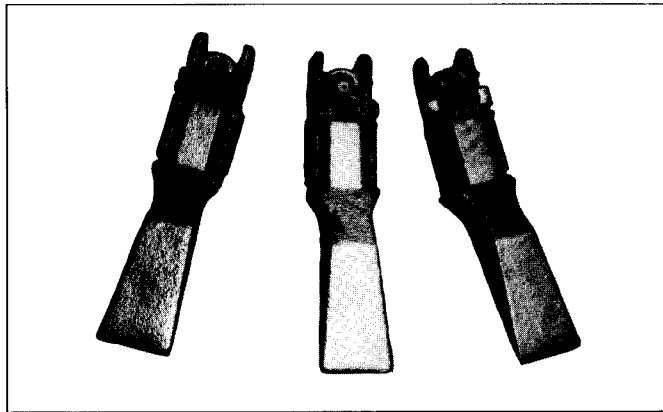
- die Arbeitselemente
- das Fahrwerk
- die Ausrüstungsteile
- der Antrieb.

### Die Arbeitselemente

Aus *Bild 1* ist als typisches Arbeitselement eines Radladers die Schaufel zu ersehen, die die Arbeitsleistung des Gerätes in Bodenbewegungsoperationen umsetzt. Es ist verständlich, daß hier besonders an den Schneiden und

Zähnen neben hohem Verschleiß erhebliche mechanische Kräfte auftreten. Vor allem die Zähne, die aus hochverschleißfesten Werkstoffen geschmiedet werden, müssen extreme Biege- und Schlagbeanspruchungen — auch bei niedrigen Temperaturen im Wintereinsatz — aushalten.

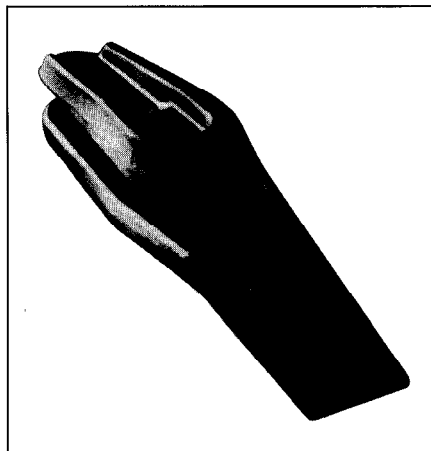
Die Arbeitskosten dieser Geräte werden merklich von den Preisen der Verschleißteile und deren Standzeit beeinflusst. Aus diesem Grunde sind viele Zahnsysteme entwickelt worden, die ein rasches Auswechseln der Zähne gestatten, wobei die Befestigungen von besonderer Bedeutung sind. Diese müssen während des Arbeitsprozesses die Schneidezähne absolut sicher halten, aber auch ein leichtes Auswechseln zulassen.



**Bild 2:** Kombifalk-Laderzähne mit verschiedenen Befestigungssystemen unter Verwendung von Schmiedekeilen und Gummieinlagen



**Bild 3:** Geschmiedete Zähne und Halter nach dem Uni-Z-System der Firma BAZ — Horgen



**Bild 4:** Schraubbarer Gabelzahn für Hanomag-Lader

Im *Bild 2* sind solche verschiedene Stahl-Gummikeilverbindungen für Hülsenzähne dargestellt, die es ermöglichen, mit einfachsten Werkzeugen die Zähne zu wechseln und trotzdem eine so gute Befestigung ermöglichen, daß ein sicheres Arbeiten auch im Fels möglich ist.

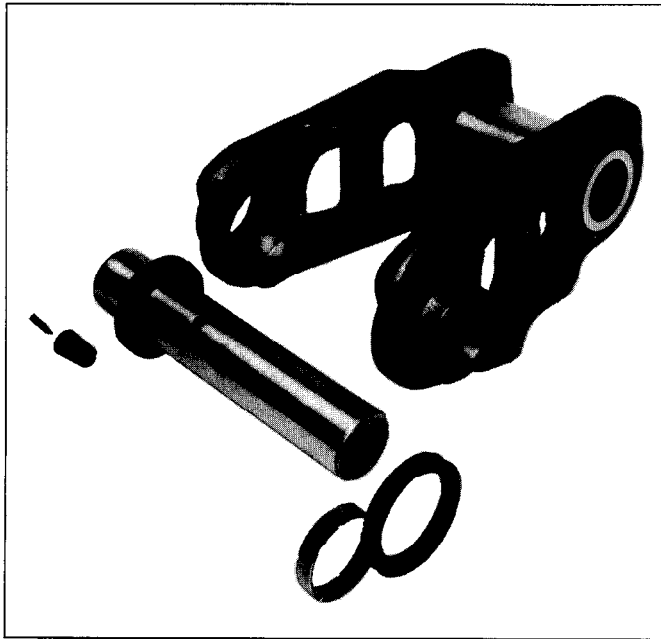
Ein anderes System (*Bild 3*) verwendet auswechselbare Kappen, die hohl geschmiedet werden und mit einem genauen Paßsitz auf den ebenfalls ge-

schmiedeten und kalibrierten Haltern befestigt werden, die ihrerseits mit der Schneide verschweißt werden.

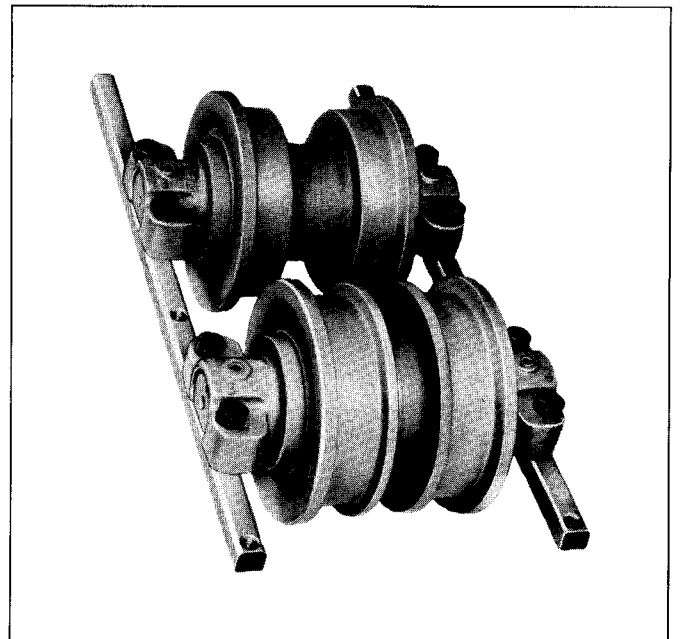
Eine interessante Konstruktion wird als Gabelzahn von einigen Laderherstellern eingesetzt (*Bild 4*). Bei diesem Zahn, der mit der Schneide verschraubt wird, werden zwei Schmiedeteile miteinander verschweißt und auf genauen Schneidensitz eingepaßt. Dieses kombinierte Schmiedeteil hat mit einer Einsatzfestigkeit von über 1500 N/mm<sup>2</sup> hohe Ver-



**Bild 5:** Liebherr-Planiererraupen auf Schwemmsandversatz-Baustelle



**Bild 6:** Einzelteile einer Raupenkette mit geschmiedeten Kettengliedern



**Bild 7:** Geschmiedete und verschweißte einbaufertige Laufrollen im Zusammenbau

schleißfestigkeit und hohe Zähigkeitswerte (Kerbschlagzähigkeit  $> 20$  Joule bei  $-20$  °C) bei guter Schweißbarkeit.

#### Fahrwerk

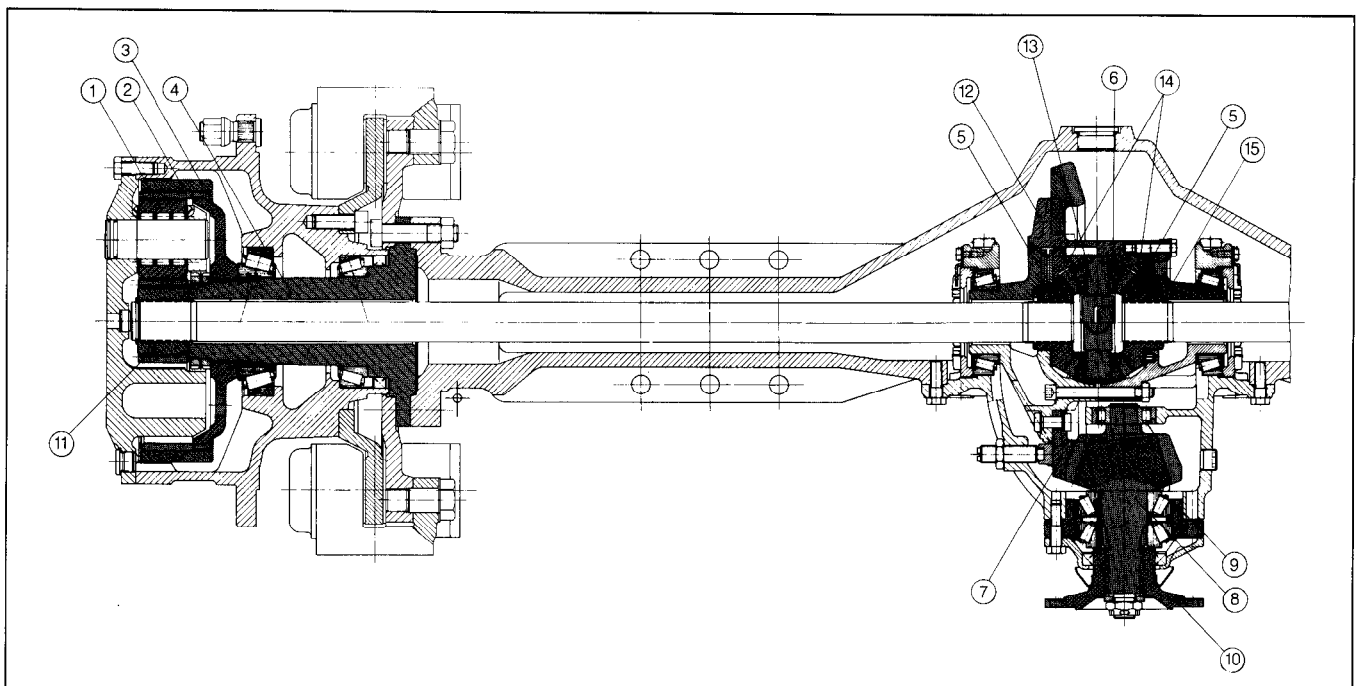
Raupenbetriebene Geräte werden überall dort eingesetzt, wo schwierigste Bodenverhältnisse vorliegen. *Bild 5* zeigt eine Raupe im Schwemmsandversatz. Hier wirken Verschleiß, mechanische Beanspruchung und Korrosion zusammen und zwingen den Konstrukteur zu besonders intensivem Schmiedeteileinsatz, der ca. 25% der Gesamtmasse des Fahrwerks beträgt.

Solche Kettenfahrzeuge müssen zuverlässig auch unter arktischen und tropischen Bedingungen in Land, Fels und Wasser arbeiten. Die hauptbeanspruchten Schmiedeteile sind Kettenglieder (*Bild 6*) und Laufrollen (*Bild 7*). Als Stähle werden hier Bor-legierte MnCr-Stähle verschmiedet, die folgende Bedingungen erfüllen:

- Chemische Zusammensetzung in engen Grenzen
- definierte Austenitkorngröße
- Härtebarkeit gemäß vorgegebenem Jominy-Streuband

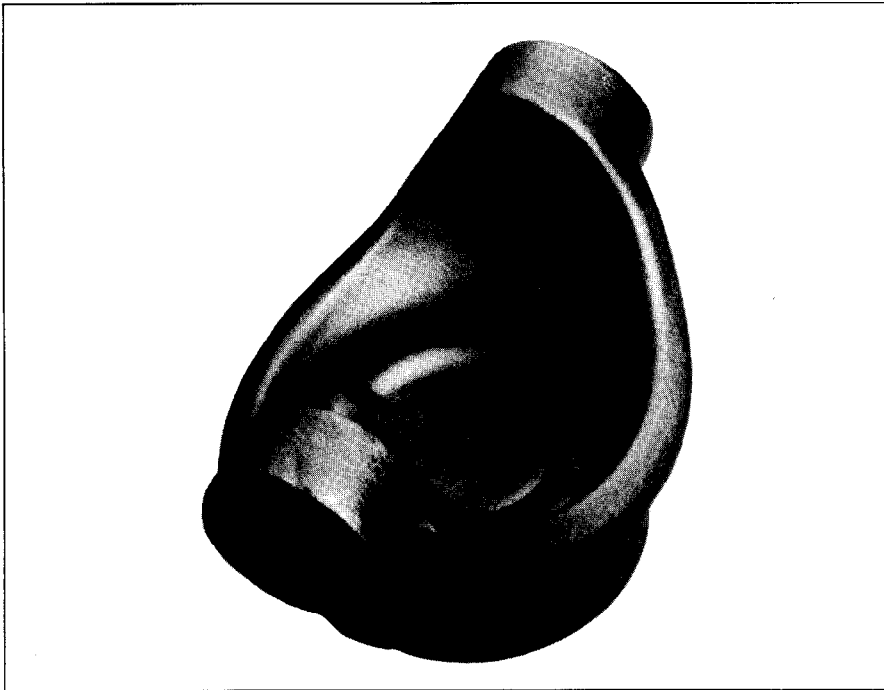
- garantierte Mindest-Kerbschlagzähigkeit auch bei niedrigen Temperaturen
- guter Reinheitsgrad
- wirtschaftliche Herstellungsmöglichkeit
- gute Schmiedbarkeit.

Neben den Kettenfahrzeugen sind jedoch auch bei Radgeräten die Fahrelemente besonders hoch beansprucht. Als Beispiel sei eine Starrachse gezeigt (*Bild 8*), die alleine 15 Schmiedestücke enthält. Typische Schmiedeteile aus diesem Bereich sind z. B. ein Achsen-

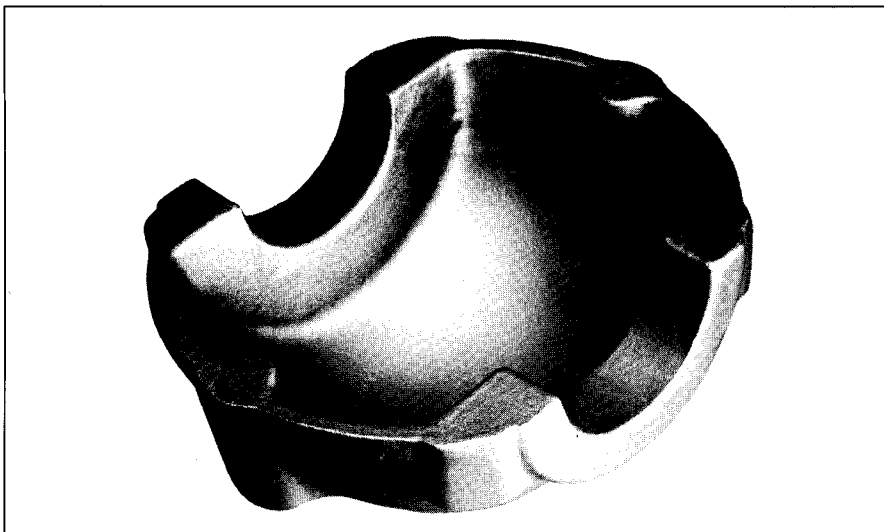


**Bild 8:** Schmiedeteile in einer Starrachse einer Baumaschine

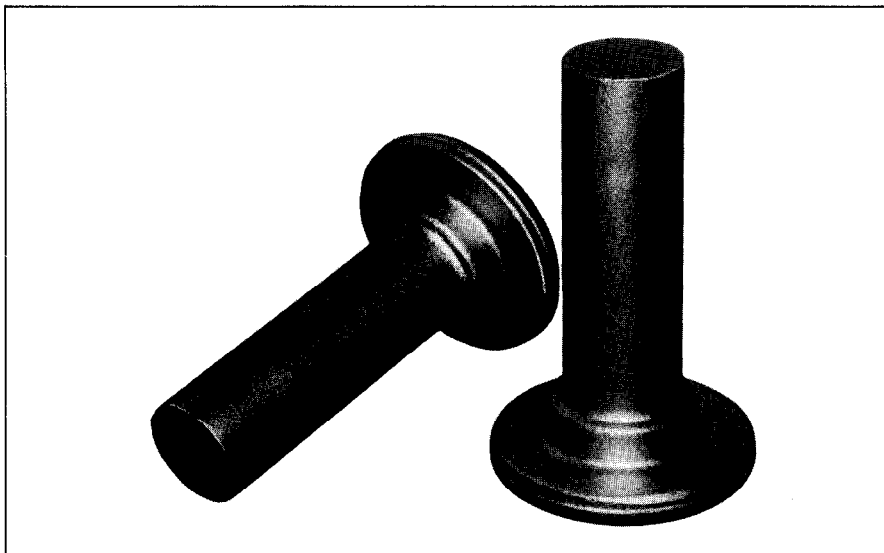
- 1) Planetenrad, 2) Hohlrad, 3) Hohlradträger, 4) Nabenträger, 5) Achskegelrad, 6) Ausgleichskegelrad, 7) Tellerrad, 8) Ritzel, 9) Lagerbuchse, 10) Antriebsflansch, 11) Sonnenrad, 12) Differential-Gehäuse, 13) Ausgleichsachse bzw. Ausgleichsstern, 14) Druckring, 15) Gehäusedeckel



**Bild 9:** Achsenkopf (17,0 kg) einer Baumaschinenachse aus St 52-3



**Bild 10:** Differentialgehäuse-Unterteil (37,6 kg) aus C 35 N



**Bild 11:** Nabenträger mit angestauchtem Flansch (17,5 kg) aus C 35

kopf (Bild 9), ein Differentialgehäuseunterteil (Bild 10) oder ein Nabenträger (Bild 11). Da die Achse eine besonders hoch beanspruchte Baugruppe ist, ist auch der Anteil der Schmiedestücke bei der Achse (Bild 8), die 780 kg wiegt, mit über 30% sehr hoch.

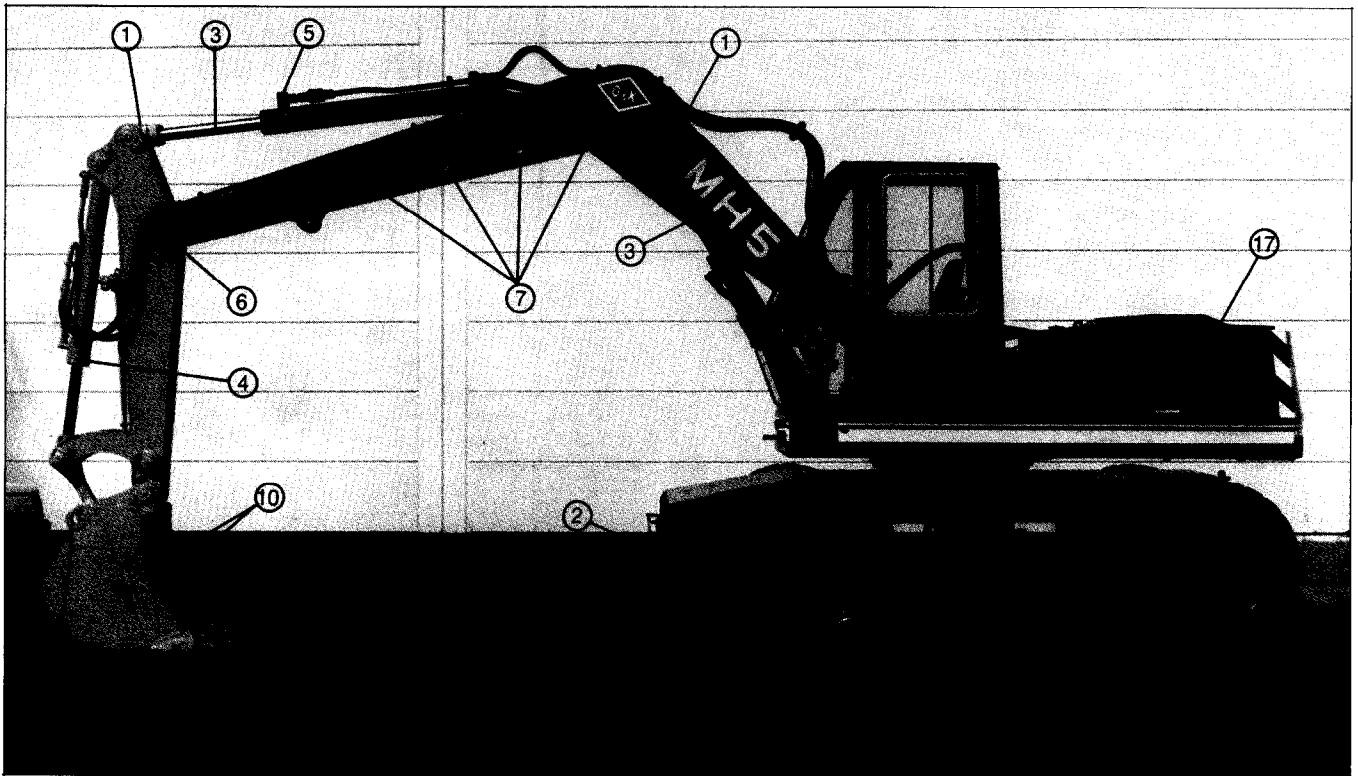
#### Die Ausrüstungstelle

In Bild 12 ist ein typischer Radbagger abgebildet, an dem die bisher besprochenen Baugruppen im Arbeitsteil und im Fahrwerk nochmals zu sehen sind. Besondere Beachtung ist hier an dieser Stelle dem Ausrüstungsteil gegeben. Diese Gruppe von mechanischen und hydraulischen Elementen ist in den letzten Jahren immer ausgereifter geworden und hat die Arbeitsleistung der Bagger immer mehr erhöht. Schnelligkeit, Kraft und Präzision der Arbeitsbewegungen sind hier kombiniert. Zwar ist der Anteil von Schmiedestücken an einem solchen Bagger von 14,5 t Gesamtmasse mit etwas über 10% relativ gering, aber gerade an den Kraftzentren sind Schmiedestücke im Einsatz. Hier sei besonders auf die hydraulischen Bewegungselemente hingewiesen, wo mehrere Schmiedestücke verwendet werden.

Ein hochbeanspruchtes Teil ist z. B. die Kolbenstange, die konstruktiv so ausgebildet sein kann, wie in Bild 12, Pos. 1 und 3, oder wie in Bild 13 erkennbar. In beiden Fällen wird ein Stahl verarbeitet, der vergütbar ist, z. B. 42 CrMo 4 oder Ck 45, und der aufgrund eines besonders hohen Reinheitsgrades fehlerfrei hartverchromt werden kann. Es ist selbstverständlich, daß Stähle mit solchen Ansprüchen einer besonderen metallurgischen Behandlung im Stahlwerk bedürfen und in den Schmieden einer intensiven Qualitätskontrolle unterliegen müssen.

Bild 14 zeigt eine solche Kolbenstange, die warm gestaucht, geschmiedet, warm gelocht und entgratet wurde. Auch bei sehr schweren Kolbenstangen, die nicht mehr im Gesenk geschmiedet werden können und die deshalb zweiteilig hergestellt werden, hat das geschmiedete Lagerauge (Bild 15) die frühere Gußausführung auch bei relativ kleinen Losgrößen verdrängt.

Daß bei guter schmiedetechnischer Beratung auch weitere Konstruktionsteile auf Gesenkschmiedestücke umgestellt werden können, zeigen die Bilder 16 und 17.



**Bild 12:** Schmiedeteile an einem Radbagger

Ausrüstungsteil: 1) Kolbenstangenaugen, 2) Kolbenstangen mit Augen, 3) Kolbenstangen mit Kolben, 4) warmgepreßte Rohrköpfe, 5) Hochdruckarmaturen, 6) Drehpunkt-naben, 7) Naben der Abstecklöcher.

Arbeits-teil: 8) Zähne, 9) Zahn-hülsen, 10) Seiten-messer, 11) Ecken, 12) Keile, 13) Haken.

Antriebsteil: 14) Steckwellen, 15) Zahn-räder, 16) Achs-schenkel, Lenkhebel, Achs-gabeln, 17) Motorenteile, Antriebsflansche, Schaltmuffen, 18) Gelenkwellen.

### Allgemeine Baumaschinen

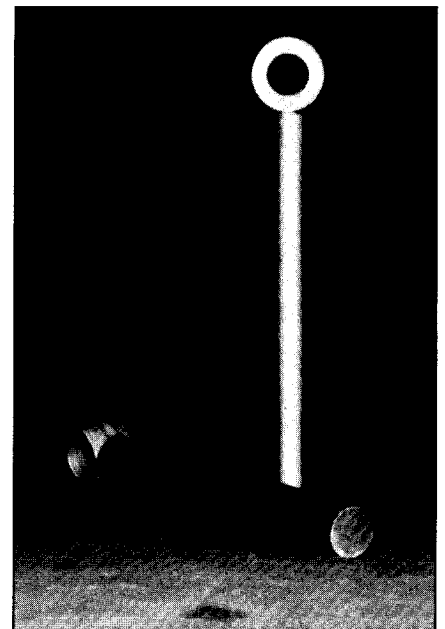
Auch wenn im vorhergehenden Abschnitt die Erdbewegungsmaschinen besondere Beachtung fanden, so muß doch abschließend darauf hingewiesen werden, daß z. B. bei den Vibrationsverdichtungsmaschinen eine Vielzahl von

Schmiedestücken im Einsatz ist. Selbst bei den immer noch gebrauchten und vielfach unentbehrlichen Preßluftwerkzeugen sind Schmiedestücke unersetzlich, wie z. B. der im *Bild 18* gezeigte Griff für Preßluftwerkzeuge. Und auch

Geräte, die auf den ersten Blick wie eine Stahlkonstruktion aussehen, z. B. Turmdrehkräne, enthalten an den Brennpunkten Schmiedestücke, wie die in *Bild 19* gezeigte Eckstielverbindung.



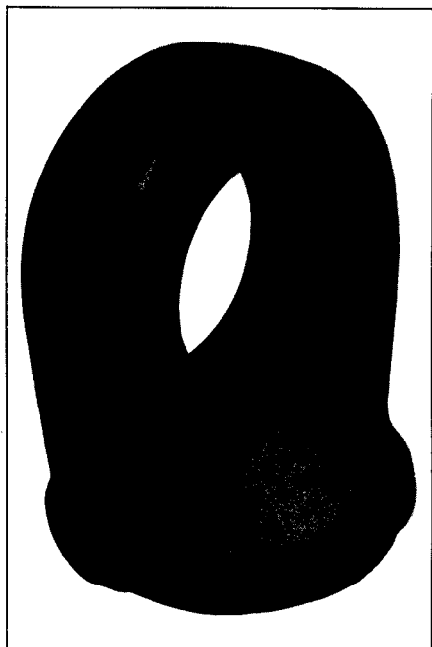
**Bild 13:** Hubkolbenstangen mit angestauchten, geschmiedeten und warmgelochten Augen.



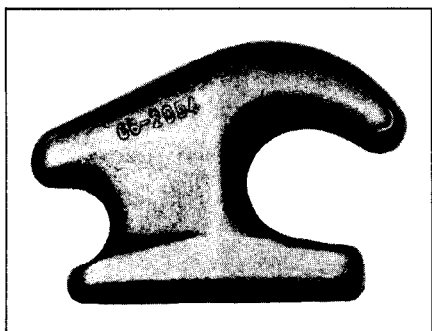
**Bild 14:** Geschmiedete Kolbenstangen (56,0 kg) aus 42 CrMo 4 V (Schaftdurchmesser 95 mm).

### Schlußbemerkung

Bei vielen Baumaschinen wird von Prototypen ausgehend die Serienproduktion nur langsam gesteigert und selten wird ein Reißbrettentwurf ohne lange Feldentwicklung in die Praxis umgesetzt. Es ist deshalb schwierig, den richtigen Zeitpunkt für den Einsatz von Schmiedestücken überall dort zu finden, wo nicht die Beanspruchungen schon bei kleinster Stückzahl das Schmiedestück fordern. Ein steter Kontakt zwischen Konstrukteur, technischen Entwicklungsingenieuren und Gesenschniedern ist deshalb gerade in diesem Sektor unerlässlich.



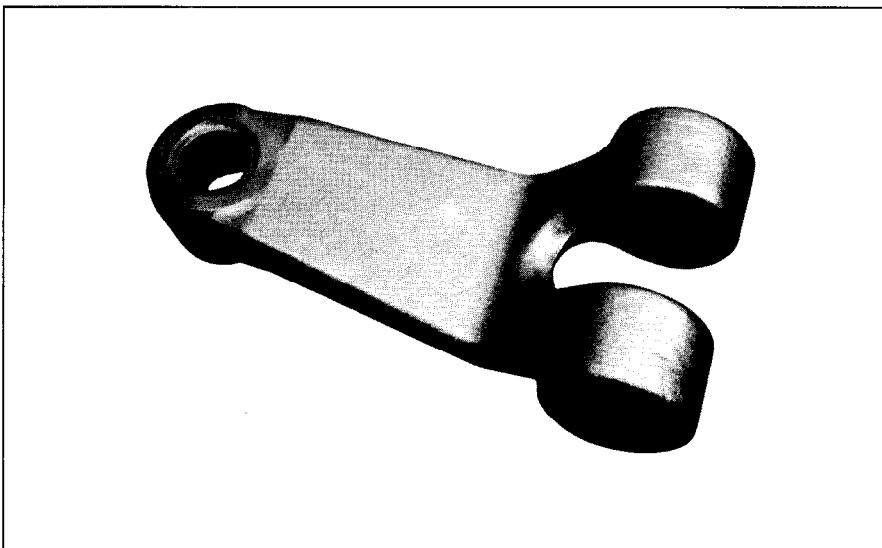
**Bild 15:** Lagerauge (32,5 kg) aus 30 Mn 5 V



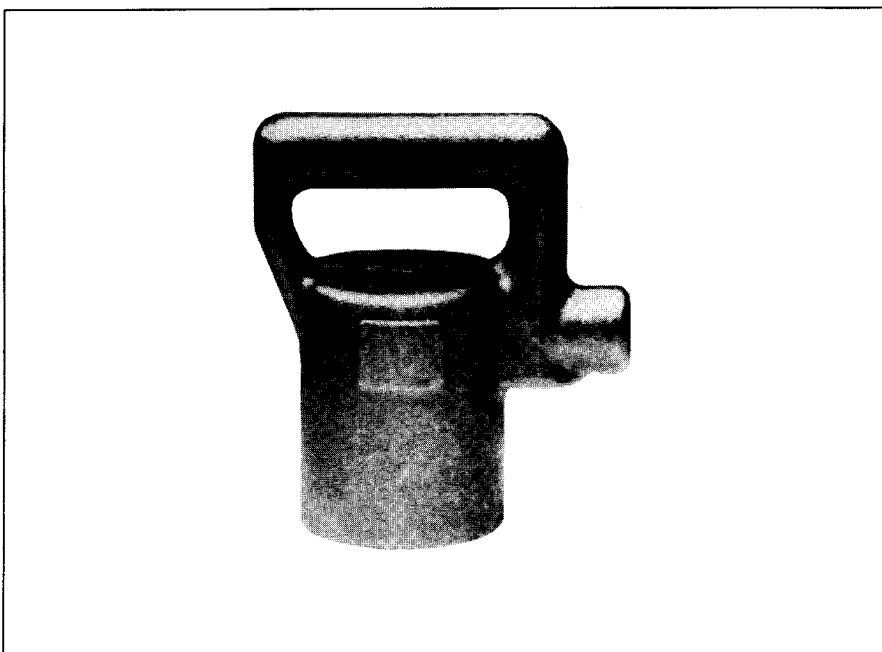
**Bild 16:** Transporthaken (3,0 kg) aus St 52-3 als Anschweißteil an Baumaschinen

### Bildnachweis:

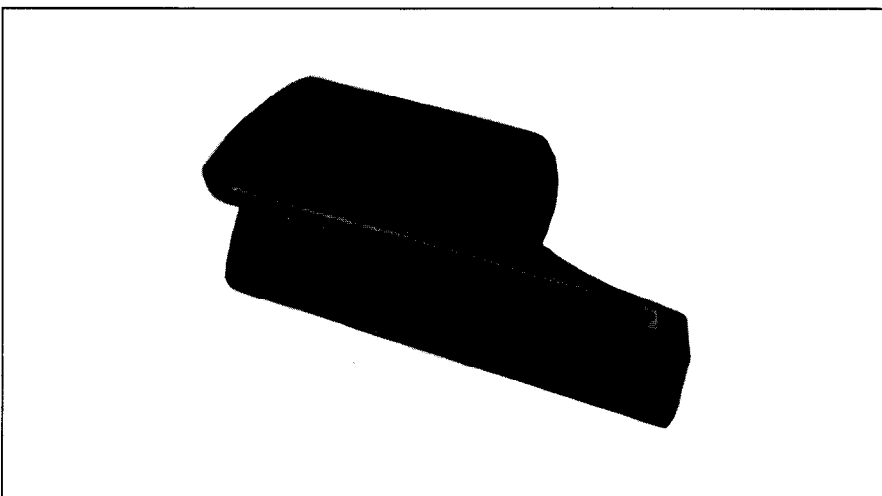
Bilder 1, 2, 3, 4, 11, 14, 16 und 18: Carl Falkenroth Söhne, Schalksmühle;  
Bilder 5, 6 und 7: Intertrac Viehmann & Co, Gevelsberg;  
Bild 8: Zahnradfabrik Friedrichshafen, Friedrichshafen;  
Bilder 9 und 19: Berchem & Schaberg, Gelsenkirchen;  
Bilder 10 und 17: Siepmann-Werke, Warstein-Belecke;  
Bild 12: O & K Orenstein & Koppel, Dortmund;  
Bild 13: H. Weyhausen, Delmenhorst;  
Bild 15: Schönweiß & Co., Hagen.



**Bild 17:** Greiferaufhängung (40,0 kg) aus C 45 V



**Bild 18:** Handgriff für Preßluftwerkzeuge



**Bild 19:** Eckstielverbindung (21,0 kg) für Segmente von Turmdrehkränen aus St 52-3