

Erhöhung der Fertigungsgenauigkeit nach dem Schmiedeprozess durch Warm- und Kaltprägen

Von Heiner Jung, Rosengarten-Westheim

Unter Warmprägen versteht man allgemein ein Einengen eines oder mehrerer Maße, eine Verbesserung der Form oder auch der Lagegenauigkeit. Das Kaltprägen, oft auch Kalibrieren, Prägen oder Nachprägen genannt, wird an einer oder mehreren Flächen vorgenommen, um eine höhere Maßgenauigkeit, eine bessere Oberflächengüte, eine größere Formgenauigkeit oder eine höhere Lagegenauigkeit zu erzielen.

Allgemeine Hinweise zum Prägen

Bei allen Prägeprozessen ist zu beachten, daß Volumenkonstanz besteht. Die einander gegenüberliegenden Flächen müssen etwa gleich groß sein. Die Umformwege auf der Basis von Stauchvorgängen sind nur kurz. Für das Prägen werden

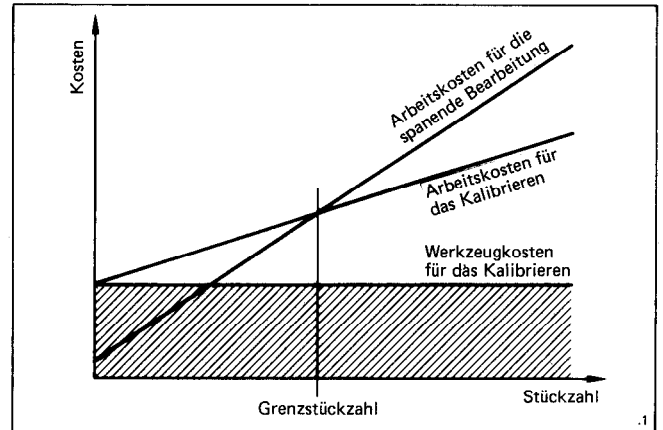


Bild 1. Zur Entscheidung, ob die spanende Bearbeitung eines Schmiedeteils oder das Kalibrieren wirtschaftlicher ist, muß von Fall zu Fall die Grenzstückzahl ermittelt werden (BEW-Umformtechnik Westheim, Rosengarten).

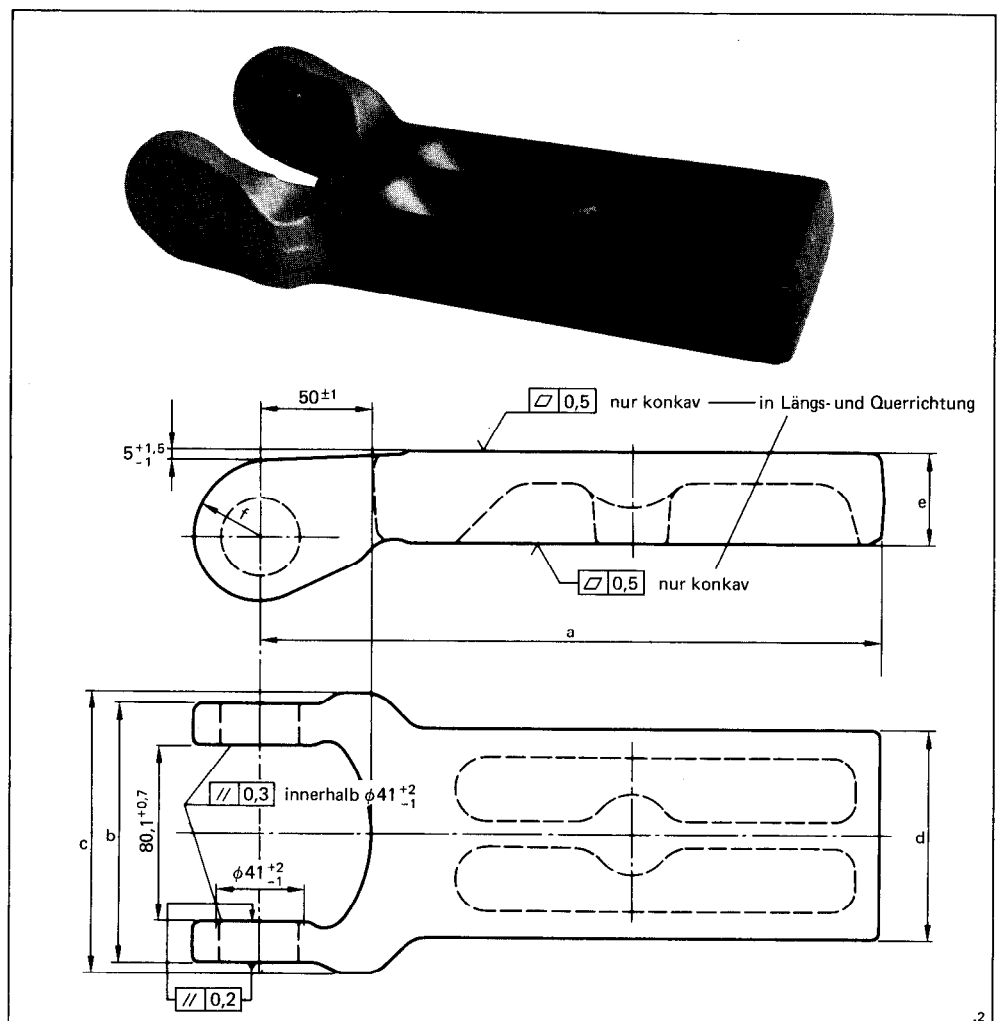


Bild 2. Lenkerlagerung (7,3 kg) aus PSt 52-3 (Siepmann-Werke, Warstein).

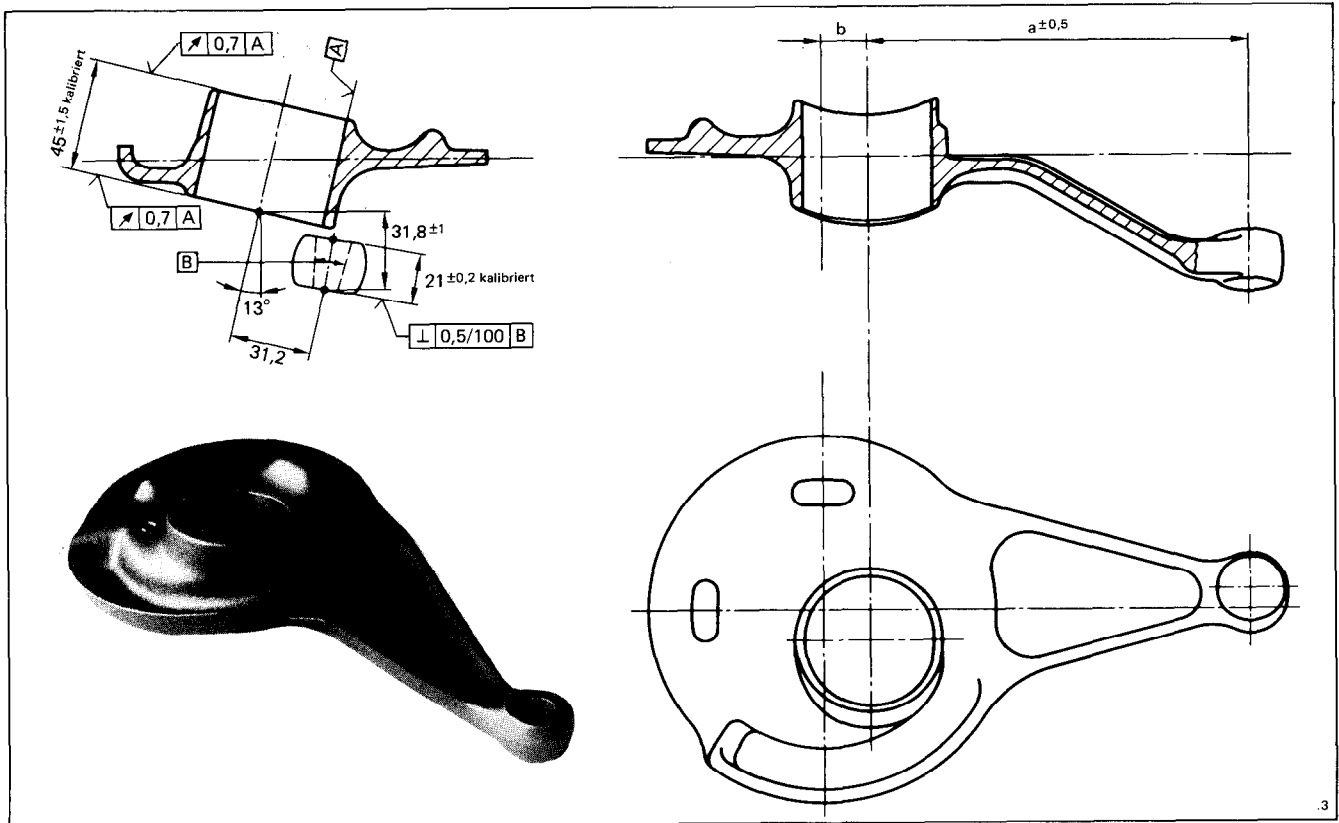


Bild 3. Lenkhebel mit Federteller (1,5 kg) aus 20 Mn 5 BY (Siepmann-Werke, Warstein).

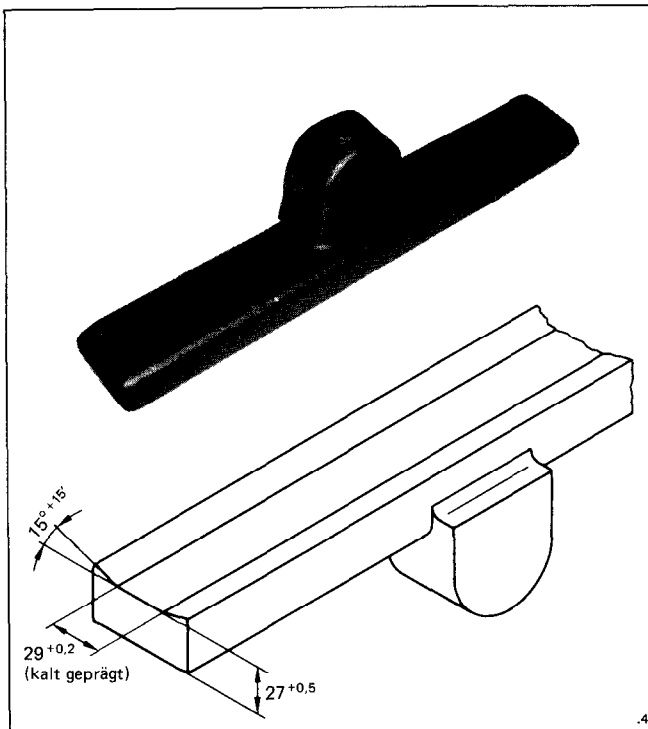


Bild 4. Verbindungslasche (7,0 kg) aus St 60-2 (Carl Dan. Peddinghaus, Ennepetal).

maschinengebundene Werkzeuge mit Ober- und Unterteil eingesetzt.

Maßgenauigkeit

In bestimmten Fällen wird bei Schmiedeteilen örtlich begrenzt eine Maßgenauigkeit benötigt, die über die in der

Norm DIN 7526 F vorgesehenen Toleranzwerte hinausgeht. Damit soll das Spanen an den Prägeflächen eingeschränkt oder möglichst ganz vermieden werden.

Wenn die gewünschte Kalibrierhöhe eingestellt wird, verändert sich wegen der Volumenkonstanz die geprägte Fläche in ihrer Länge und Breite. Während bei einer hohen Oberflächengüte eine Umformung erreicht werden muß, also entsprechend größere Aufmaße vorhanden sein müssen, wird beim Maßprägen das Aufmaß kleiner gehalten, um Formfehler – zum Beispiel Aufwölbungen – zu vermeiden.

Formgenauigkeit

Für Kurvenzüge, Zapfen und Formen allgemein werden oft engere Toleranzen verlangt (Beispiele hierzu zeigen Bild 4, 5 und 8). Dieser Forderung wird durch Warm- und Kaltprägen Rechnung getragen. Ist die Formgenauigkeit Ziel des Prozesses, so sind der Maß- und Lagegenauigkeit Grenzen gesetzt. Es ist sinnvoll, die Forderungen zur Formgenauigkeit auf die Funktionskonturen zu beschränken.

Lagegenauigkeit

Wenn beim Schmieden durch Verschleiß der Werkzeuge Verformungen auftreten, das Teil aber für die Bearbeitung oder die Funktion lagegenau sein muß, wird ein Prägeprozeß zur Lagesicherung durchgeführt (Beispiele in Bild 2 und 3). Wird die genauere Lage von Flächen zueinander angestrebt, so ist eine plastische Verformung nicht zu vermeiden. Diese Verformung muß bei der Auslegung des Gesenkes berücksichtigt werden.

Oberflächengüte

Während die Aussagen zur Maß-, Form- und Lagegenauigkeit sowohl für das Warmprägen als auch für das Kaltprägen zutreffen, ist die Verbesserung der Oberflächengüte allein dem Kaltprägen vorbehalten. Diese Verbesserung sollte sich auf die notwendigen Flächen beschränken, zum Beispiel sol-

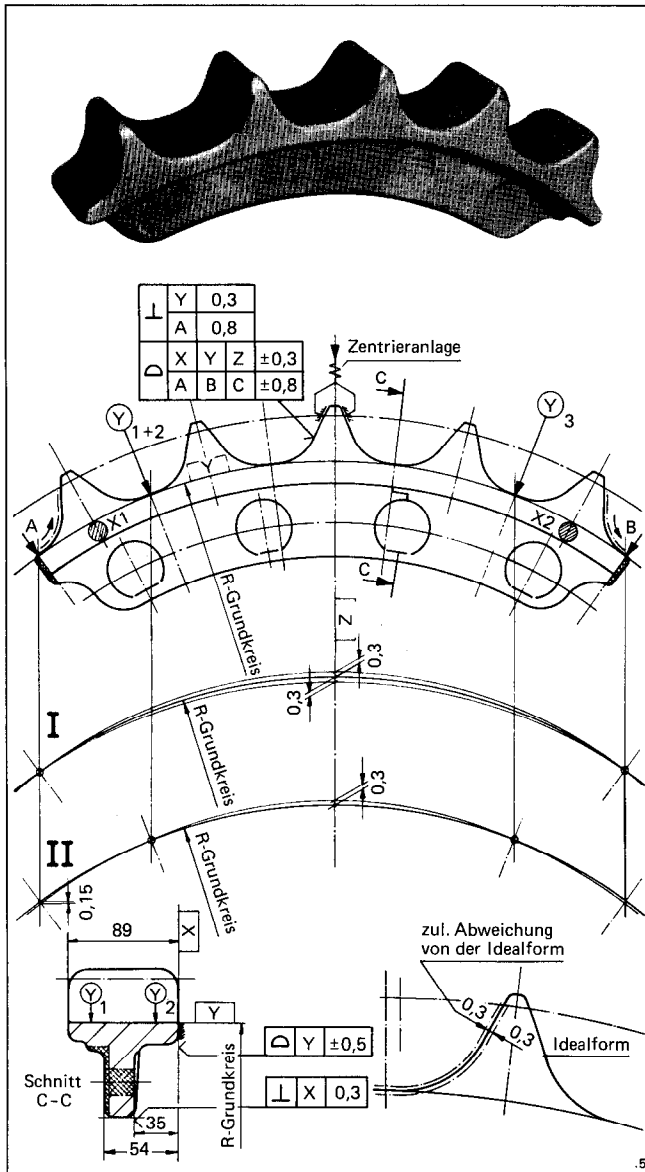


Bild 5. Fünfzahnsegment (15,9 kg) aus 30 MnCrB 5 (Carl Dan. Peddinghaus, Ennepetal).

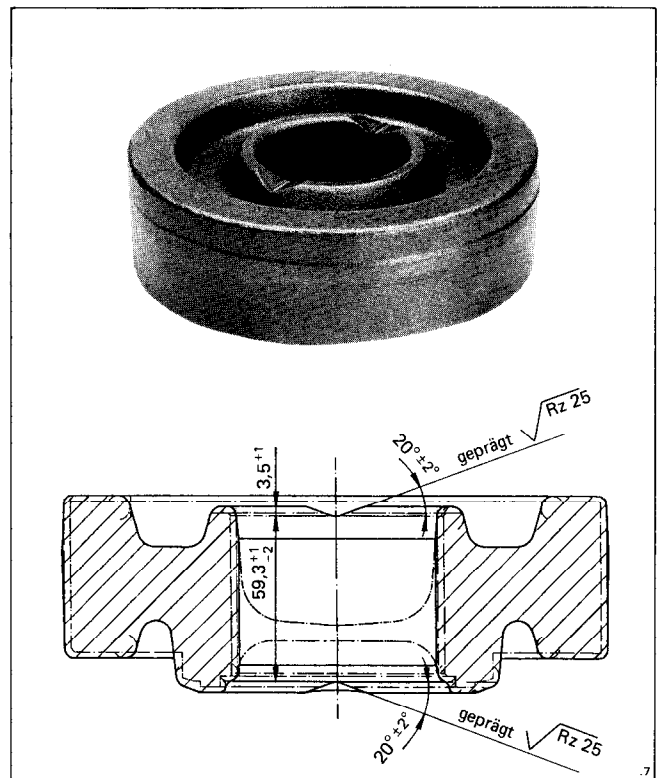


Bild 7. Zahnrad (13,0 kg) aus 20 MnCr 5 (BEW-Umformtechnik Westheim, Rosengarten).

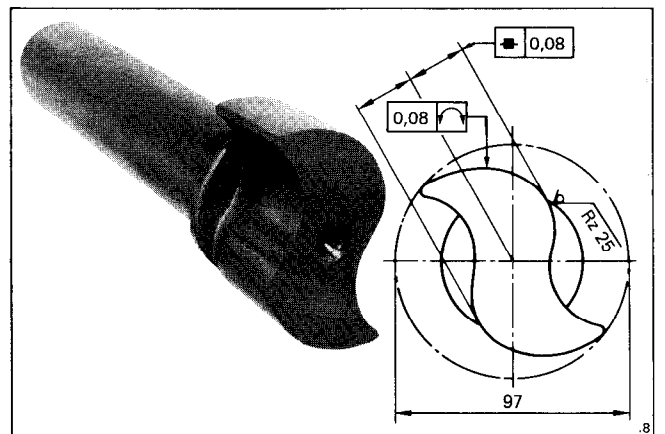
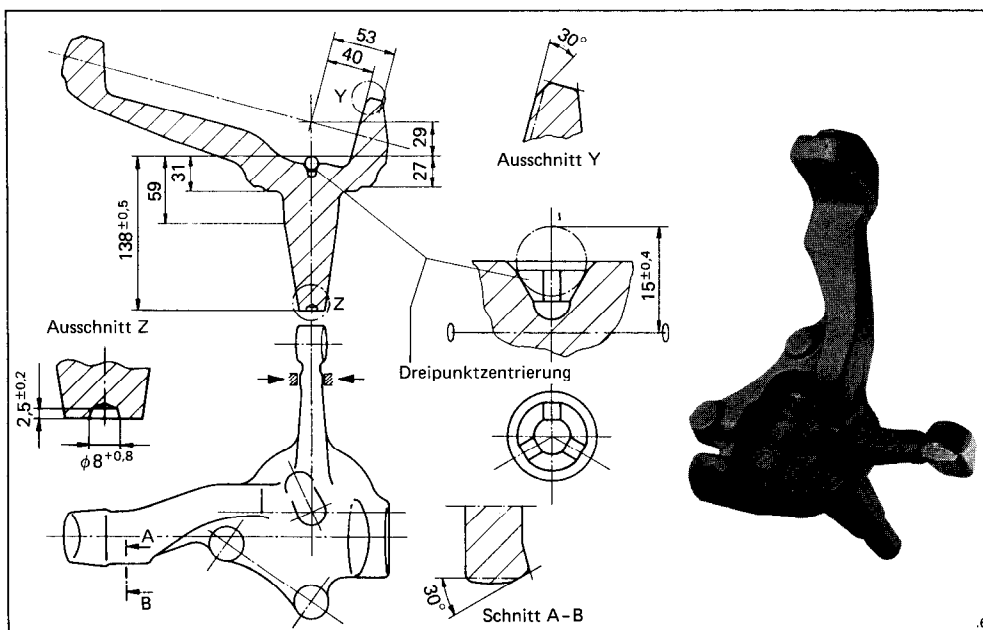


Bild 8. Bremsnockenwelle (7,0 kg) aus C 45 (Thyssen Umformtechnik, Remscheid/Wanheim).



**Bild 6. Beispiel für einen Achs-
schenkel mit eingeschmiedeter
Zentrierung (Carl Dan. Pedding-
haus, Ennepetal).**

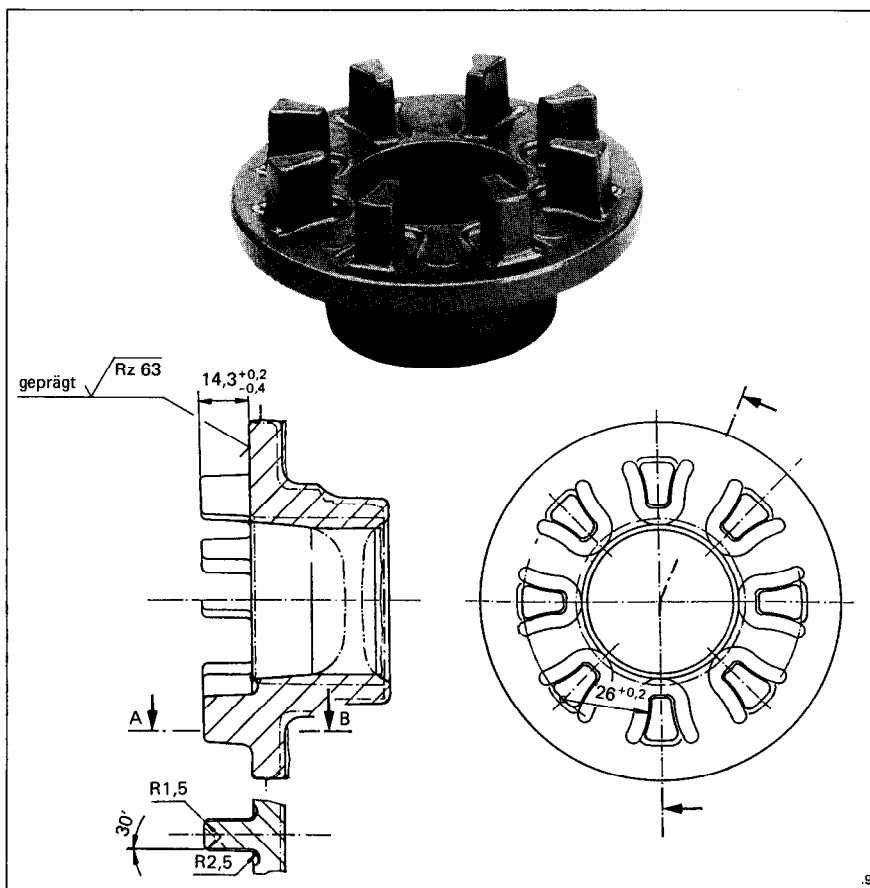


Bild 9. Klauenkupplung (1,35 kg) aus 27 MnSiVS 6 BY (BEW-Umformtechnik Westheim, Rosengarten).

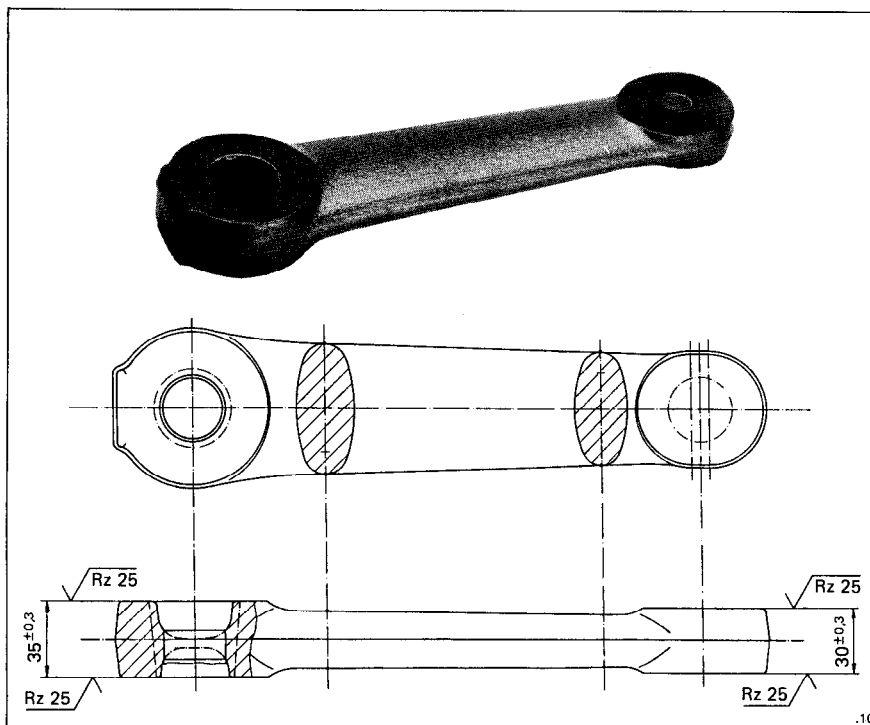


Bild 10. Lenkhebel (3,1 kg) aus 41 Cr 4 V (BEW-Umformtechnik Westheim, Rosengarten).

che, die ursprünglich bearbeitet werden sollten, aber jetzt eine bestimmte Oberflächengüte R_z durch Kaltprägen erreichen müssen. Hierzu ist eine plastische Verformung notwendig.

Die Oberflächengüte des Prägewerkzeugs hat erheblichen Einfluß auf die Oberflächengüte der geprägten Fläche. Bei ausreichend großen Umformkräften, richtiger Ausbildung des Werkstücks und entsprechendem Verfahren lassen sich Oberflächengüten entsprechend $R_z = 20$ bis $40 \mu\text{m}$ erzielen.

Qualitätssicherung

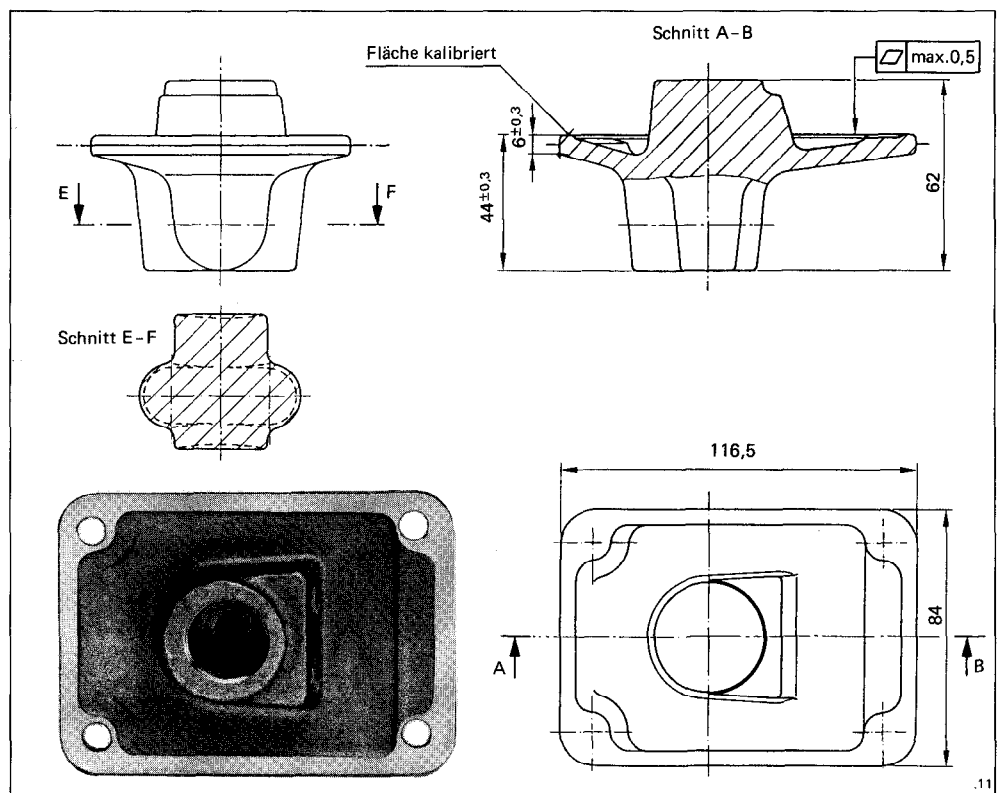
Der Produktionsablauf in Schmiedebetrieben wird vom Materialeingang bis zum Versand durch qualitätssichernde

Maßnahmen begleitet. Die Warm- und Kaltprägeprozesse, die ja der Produktverbesserung dienen, sind selbstverständlich eingeschlossen.

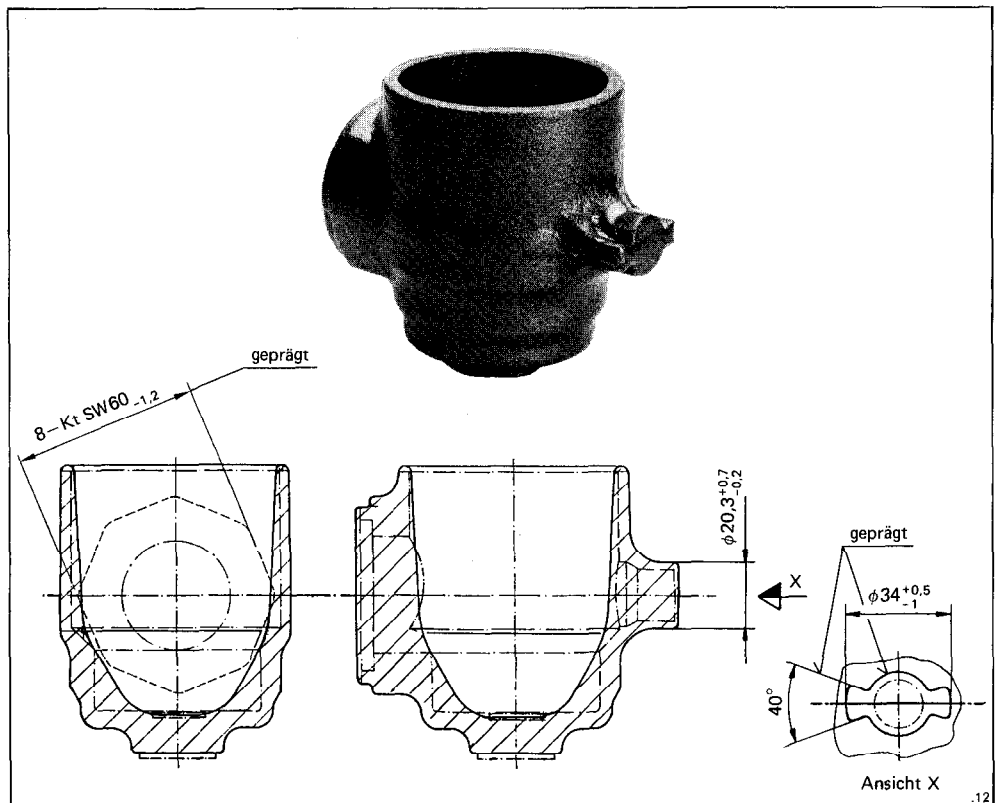
Das Qualitätssicherungssystem schließt

- eine Qualitätsplanung vor Beginn des Produktionsprozesses,
- die Qualitätskontrolle während des Fertigungsprozesses und
- eine systematische Analyse der Fehler und ihrer Ursachen ein. Die Qualitätskontrolle hat nicht eine Gut/Schlecht-Aussage als Ziel.

Die statistische Prozeßüberwachung (Statistic Process Control: SPC) geht davon aus, daß die Qualitätsfähigkeit durch



**Bild 11. Pumpendeckel (1,35 kg)
aus St 52-3 (BEW-Umformtechnik
Westheim, Rosengarten).**



**Bild 12. Gehäuse (3,0 kg) aus
St 52-3 (BEW-Umformtechnik
Westheim, Rosengarten).**

folgende Untersuchungen und Prüfungen gewährleistet wird:

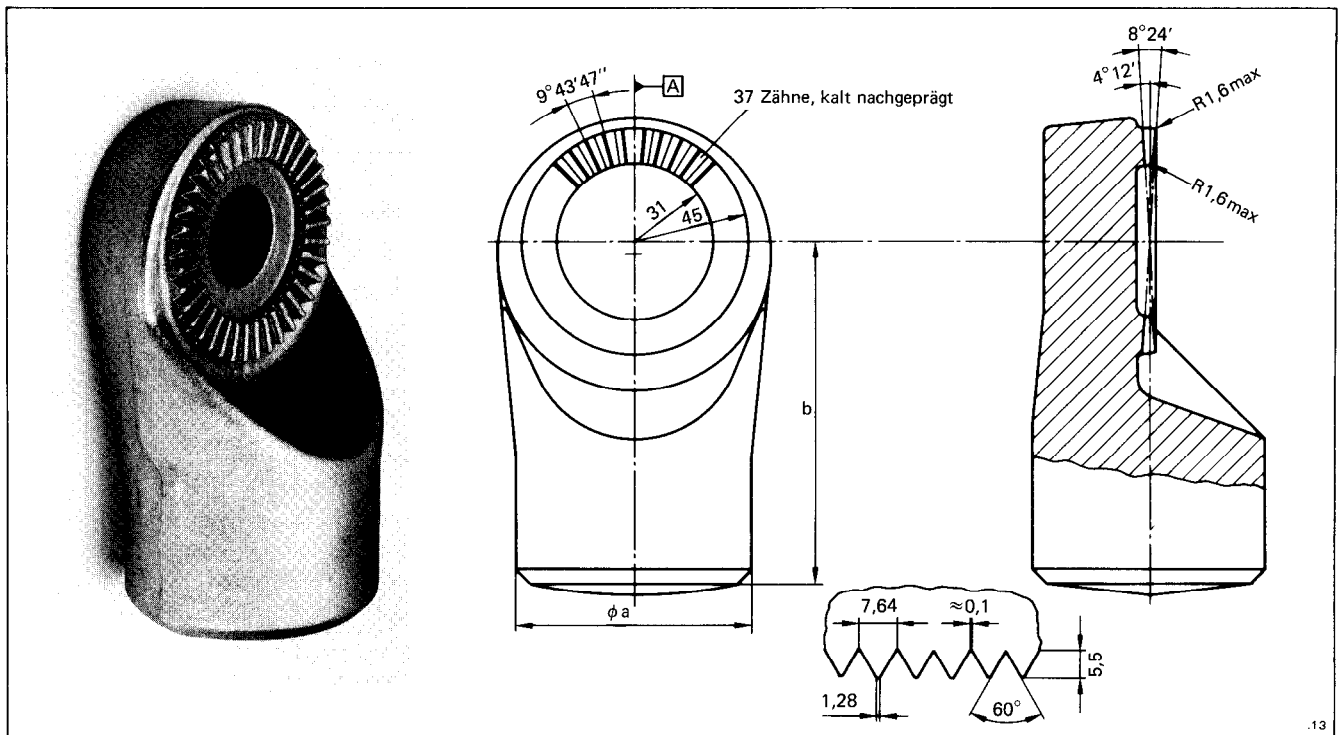
- *Maschinenfähigkeitsuntersuchungen*, in denen der Einfluß von ständig vorhandenen, prozestypischen und zufälligen Schwankungen bestimmt wird,
- *Prozessfähigkeitsuntersuchungen*, die zeitlich variierende, zufällige Störgrößen mit erfassen und
- *die ständige statistische Überprüfung der Fertigung* mit Hilfe von Qualitätsregelkarten. Diese Überprüfung läßt die Annäherung an eine Verschleißgrenze frühzeitig erkennen. Potentielle Störungen im Produktionsprozeß werden deutlich, wodurch sich Ausschuß und Nacharbeit verringern lassen.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Oft wird vom Besteller aus Wirtschaftlichkeitsgründen ein bestimmter Prozeß vorgegeben. Dies kann zum Beispiel das Kalibrieren zum Vermeiden von Bearbeitungsvorgängen sein, oder es sind bestimmte Prägeprozesse, die eine Formgebung ermöglichen, die durch eine Bearbeitung nicht erreicht werden kann (zum Beispiel Verzahnungen in bestimmter Form).

Der Lieferant ist aber aus seiner Erfahrung heraus oft in der Lage, Vorschläge zur wirtschaftlicheren Gestaltung des Schmiedeteils zu machen.

Dabei ist eine Abwägung der Herstellkosten einschließlich der Werkzeugkosten einerseits und der Kosteneinsparung bei



13

Bild 13. Zugöse (8,0 kg) aus St 52-3 (Kampwerk, Plettenberg).

der Bearbeitung in Abhängigkeit von der Liefermenge andererseits nötig. **Bild 1** zeigt die prinzipiellen Zusammenhänge: Anhand der Kostenverläufe ist die Stückzahl, ab der Prägeprozesse vorteilhaft sind, einfach zu bestimmen.

Beispiele

Warmprägen

Bei einer Lenkerlagerung, **Bild 2**, wird in einem kombinierten Prozeß die Lagegenauigkeit (Ebenheit) gewährleistet und zugleich die Planparallelität der beiden Augen eingestellt.

Der Lenkhebel mit integriertem Federteller, **Bild 3**, wird im Hinblick auf die gewünschte Lagegenauigkeit geprägt.

Nach dem Abgraten wird die Verbindungsflasche, **Bild 4**, warm kalibriert. Da die Dachform mit einem Kunststoffprofil zusammenpassen muß (Formgenauigkeit), wird das Teil anschließend kalt kalibriert, so daß ein guter Formschluß gegeben ist.

Bei einem Fünzzahnsegment, **Bild 5**, werden sowohl das Zahnprofil mit $\pm 0,3$ mm Formabweichung auf der gesamten Höhe wie auch dazu um 90° versetzt die Schraubenaufflächen warm kalibriert, wobei es auf Formgenauigkeit und Lagegenauigkeit ankommt.

Bei Fahrwerksteilen, zum Beispiel einem Achsschenkel, **Bild 6**, die für die Automobilindustrie in der Regel in großen Serien gefertigt werden, ist es Bedingung, daß bei der mechanischen Bearbeitung gleichmäßige Gegebenheiten vorliegen. Die eingeschmiedete Zentrierung dient als Aufnahme für die Dreh- und Schleifbearbeitung. Die Zentriertiefe wird ausgehend von der Oberkante Kugel bis zur Nulllinie oder auch direkt mit $\pm 0,2$ bis $\pm 0,75$ mm — je nach Größe — toleriert.

Kaltprägen

Bei Zahnrädern, **Bild 7**, werden häufig notwendige Ölnuten kalt eingepreßt. Dabei wird die sonst erforderliche Fräsbearbeitung eingespart.

Bremsnockenwellen, **Bild 8**, müssen für eine gleichmäßige Beaufschlagung der Bremsbeläge sorgen. Dies verlangt eine

Formgenauigkeit von $0,08$ mm bei geringer Lageabweichung und hoher Oberflächengüte der Evolventenflächen.

Klauenkupplungen, **Bild 9**, müssen bereits beim Schmieden sehr präzise gefertigt werden. Zum Sicherstellen der Funktion muß eine Kaltprägung der Klauen vorgenommen werden. Dabei werden die Neigung, die Oberflächengüte und die Position der Klauen verbessert.

Bei Lenkhebeln, **Bild 10**, ist neben einer zulässigen Dicken-toleranz die wichtigste Forderung eine maximal zulässige Oberflächenrauheit R_z . Hier muß das Glattprägen angewendet werden. Durch besondere Ausbildung der Gesenkschmiedeform werden die Bedingungen erfüllt.

Bei Pumpendeckeln, **Bild 11**, wird der Dichtungsrand geprägt und nicht bearbeitet. Außer der Ebenheit der Dichtfläche werden die Dicke und auch die korrekte Lage durch den Prägevorgang gewährleistet.

An einem schmiedetechnisch schwierigen Armaturengehäuse, **Bild 12**, werden die Anschläge für eine Hebelverstellung kalibriert. Außer der Dicke muß die Winkelstellung garantiert sein.

Die Verzahnung einer Zugöse, **Bild 13**, wird nachgeprägt. In eine Verzahnung von $5,5$ mm Tiefe muß eine Gegenverzahnung ausreichend tief eintauchen.

Der Autor

Dipl.-Ing. Heiner Jung, Jahrgang 1929, ist Technischer Leiter der BFW-Umformtechnik Westheim GmbH, Rosengarten-Westheim. Er ist ehrenamtlich im VDI/ADB-Ausschuß Schmieden in der Arbeitsgruppe Technische Information tätig.

Das Recht einer jeglichen weiteren Vervielfältigung dieses Sonderdruckes sowie sein Vertrieb gegen Entgelt bleiben der VDI-Verlag GmbH vorbehalten.
© VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf