

Info-Reihe Massivumformung, Ausgabe 41

Dr.-Ing. Achim Kluge
und Dipl.-Ing. (FH) Heiko Faber

Ringwalzen

Info

Sonderdruck aus Heft 39 (2005), Seite 26–31

©Vogel Industrie Medien GmbH & Co. KG

The logo for 'MM Das Industrie Magazin' is located in the top right corner. It features the letters 'MM' in a large, bold, red font. To the right of 'MM', the words 'Das Industrie Magazin' are written in a smaller, blue, sans-serif font, with 'Das' in a smaller size above 'Industrie'.

Glühende Ringe – Das Ringwalzen als wichtiges Verfahren der Massivumformung

DR.-ING. ACHIM KLUGE
DIPL.-ING. HEIKO FABER

Auf einer Ringwalzmaschine lassen sich Ringe mit unterschiedlichen Durchmessern, Wanddicken und Höhen herstellen – bei einem geringeren Umrüstaufwand als beispielsweise beim Gesenkschmieden.



Bild: Platestahl Umformtechnik

Glühende Ringe

Das Ringwalzen als wichtiges Verfahren der Massivumformung

ACHIM KLUGE UND HEIKO FABER

Das Ringwalzen gilt als ein sehr flexibles Umformverfahren insbesondere für Ringe mit rechteckigem Querschnitt. Auf einer Maschine lassen sich innerhalb eines relativ großen Spektrums Ringe der unterschiedlichsten Durchmesser, Wanddicken und Höhen herstellen, wobei der Umrüstaufwand im Vergleich zum Gesenkschmieden deutlich geringer ist. Da-

Dr.-Ing. Achim Kluge ist Produktionsleiter Warmumformung bei Platestahl Umformtechnik GmbH in Lüdenscheid, Tel. (0 23 51) 4 39-2 19, kluge@platestahl.com; Dipl.-Ing. Heiko Faber ist Leiter Technologie & Konstruktion bei Johann Hay GmbH & Co. KG in Bad Sobernheim, Tel. (0 67 51) 83-7 21

durch hat sich dieses Verfahren zur Herstellung von Ringen im Durchmesserbereich von etwa 100 mm bis zu neun Metern gegenüber anderen Fertigungsmöglichkeiten durchgesetzt. Die von den Ringwalzwerken verarbeiteten Vorringe werden durch Stauchen und Lochen von Abschnitten stabförmigen Vormaterials auf Freiform- oder Gesenkschmiede-Pressen und -Hämmern hergestellt. Die Vielfalt der möglichen Formen und Einsatzgebiete zeigen die Bilder 1 und 2.

Auf Ringwalzwerken wird ein breites Werkstoffspektrum verarbeitet. Die Palette reicht von allen Stahlvarianten über Aluminium-, Titan- bis hin zu Nickellegierungen.

Gewalzte Ringe haben ein breites Anwendungsspektrum

Gewalzte Ringe aus Wälzlagerstählen werden in allen Lagern größeren Durchmessers eingesetzt. Die größten gewalzten Ringe mit Durchmessern oberhalb 6 m finden Anwendung als Lagerringe in Baumaschinen.

Ringe aus rostfreien austenitischen Werkstoffen oder Nickellegierungen werden beispielsweise als Flansche im Chemieanlagenbau und im Maschinenbau dann verwendet, wenn eine hohe korrosive Belastung vorliegt. Fällt außer einer mäßigen korrosiven Belastung auch eine höhere mechanische Belastung an, werden rost-

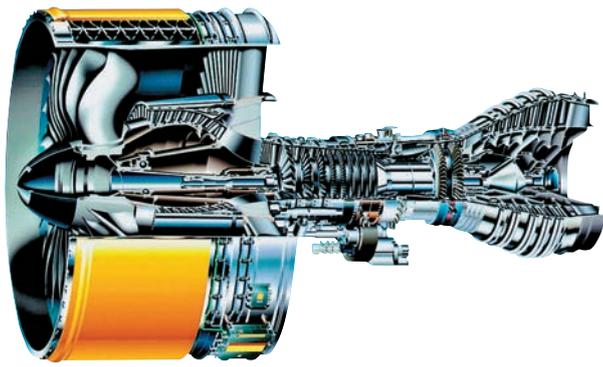


Bild 1:
Anwendungsbeispiele gewalzter Ringe und Scheiben.



freie vergütbare Stähle eingesetzt.

Im Getriebebau kommen ringgewalzte Zahnradrohlinge aus Einsatz- und Vergütungsstählen zum Einsatz.

In Flugzeugtriebwerken werden im thermisch weniger belasteten Bereich gewalzte Ringe als Turbinenscheiben oder Gehäuse Teile aus Titanlegierungen, im höher belasteten Bereich aus Nickellegierungen verwendet.

► Im oberen Ringabmessungsbereich kommen Walzmaschinen mit hydraulischer Werkzeugzustellung zum Einsatz, wichtigster Walzwerkstyp sind die Radial-Axial-Walzwerke (RAW).

Diese Walzwerke verfügen über zwei Walzspalte, in denen Ringhöhe und Ringwandstärke gleichzeitig reduziert werden. Die Abstimmung der beiden Walzspalte erfolgt dabei mit der Zielsetzung, die in den Walzspalten entstehenden Breitungprofile im jeweils folgenden Walzspalt wieder abzuwalzen und einen scharfkantigen, rechteckigen Ringquerschnitt zu erzielen.



RAW bestehen aus den Komponenten ortsfester Rahmen mit Hauptwalze, hydraulisch verfahrbarer Radialschlitten mit Dornwalze, dem hydraulisch verfahrbaren Axialgerüst mit der unteren Kegelwalze, dem im Axialgerüst gelagerten Axialschlitten mit anstellbarer oberer Kegelwalze und der Ringzentriereinrichtung (Bild 3). Außer den Radial-Axial-Walzwerken gibt es zahlreiche vereinfachte Varianten. Eine Form stellen die Radial-Walzwerke (RW) dar mit nur einem Walzspalt zur Reduzierung der Ringwanddicke. Die Ringhöhe stellt sich hier in Abhän-

gigkeit vom gewählten Vorring durch freie Breitung ein oder wird durch die Geometrie der Werkzeuge des Radialwalzspaltes festgelegt. Dieses Verfahren wird in erster Linie für die Herstellung hülsenförmiger (wobei die Ringhöhe größer als die Wandstärke ist) Ringe genutzt. Eine Sonderform der Radialwalzwerke stellen die von SMS Eumuco als RICA bezeichneten Walzwerke dar. Ringachse und Walzdorn liegen hier horizontal. Dieses Konzept ermöglicht eine geringe Walzdornlänge zwischen den Abstützungen und damit hohe Walzkräfte schon bei geringen Dornwalzendurchmessern.

Im unteren Ringabmessungsbereich bis zirka 500 mm Außendurchmesser kommen mechanische Ringwalzmaschinen zum Einsatz. Dabei übernehmen beispielsweise die in einem Drehturm gelagerten

FAZIT

- Ringwalzen ist ein flexibles Massiv-Umformverfahren für Ringe mit rechteckigem Querschnitt
- Man unterscheidet je nach Ringgröße und Anwendungszweck verschiedene Ringwalzverfahren
- Gesenkschrägen oder Versatzfehler von Ober- und Untergesenk treten nicht auf

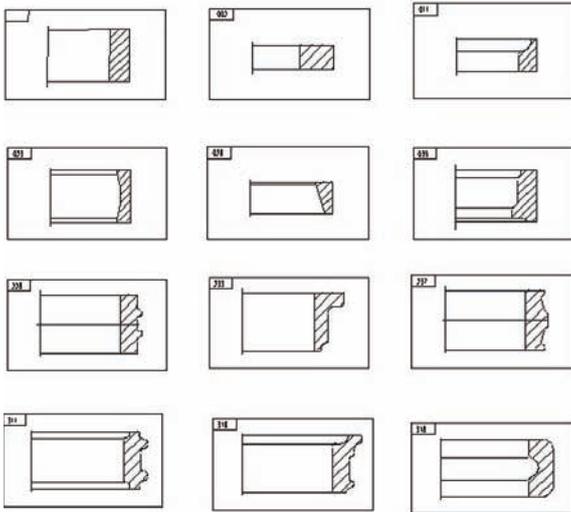


Bild 2: Formenspektrum gewalzter Ringe.

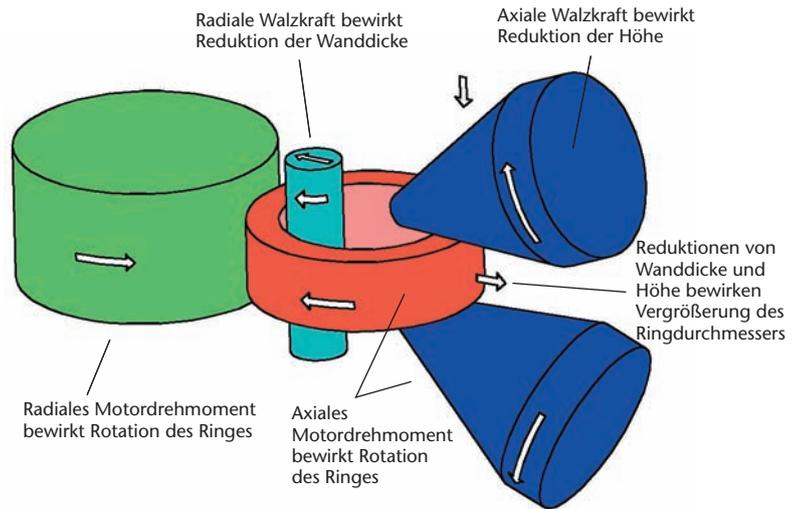


Bild 3: Prinzip des Radial-Axial-Ringwalzens.



Bild 4: Ringwalzen auf einem Tischwalzwerk.

Walzdorne den Transport der Vorringe und Ringe. Es sind aber auch manuell oder automatisch beladene 4-Dorn-Tischwalzwerke im Einsatz, die ihre hohen Produktivitäten dadurch erreichen, dass hierbei auf einem Drehtisch die Vorringe durch Drehung des Tisches kontinuierlich durch den Walzspalt gefördert werden. Bild 4 zeigt ein solches manuell beladenes KFRWT 400. Außer den kleineren hydraulischen Maschinen zur Produktion von Ringen bis etwa 1000 mm Außendurchmesser sind die mechanischen Maschinen in der Regel in eine verkettete Fertigung eingebunden. Sie bilden, angeschlossen an eine Presse zur Ringrohlingsherstellung, die letzte Umformstufe.

Durch den Einsatz profilierter Haupt- und Dornwalzen können auf Radial- und Radial-Axial-Ringwalz-

werken radial profilierte Ringe produziert werden. Möglich ist auch der Einsatz von profilierten Kegelwalzen zur Fertigung von axial profilierten Ringen. Den erzielbaren Fertiggeometrien sind durch den nur begrenzt realisierbaren Werkstofffluss quer zur Walzrichtung und die verschiedenen Streckneigungen von Ringbereichen mit unterschiedlichen Wanddicken jedoch Grenzen gesetzt.

Zur Herstellung komplex profilierter Ringe kommen Axial- und Radial-Gesenkringwalzwerke zum Einsatz. Hier wird die hohe Genauigkeit des Gesenkumformens mit dem geringen Kraftbedarf des partiellen Umformens beim Ringwalzen verbunden. Die beim konventionellen Profilringwalzen auf RAW bekannte Schwierigkeit, Profillfüllung und Fertigaußendurchmesser gleichzeitig zu erreichen, tritt hier nicht auf. Der realisierbare Querfluss ist hoch, es ist möglich, komplexe Fertigringgeometrien aus unprofilieren oder einfach profilierten Vorringen zu walzen. Diesen Vorteilen stehen die hohen Kosten der notwendigen Werkzeuge gegenüber.

Konturgestaltung und Kostenoptimierung

Die Gestaltung der Walzkontur eines Bauteils hängt von mehreren Faktoren ab. Ein wichtiger Faktor ist die Losgröße der zu fertigenden Bauteile. Werden nur Einzelstücke, Proto-

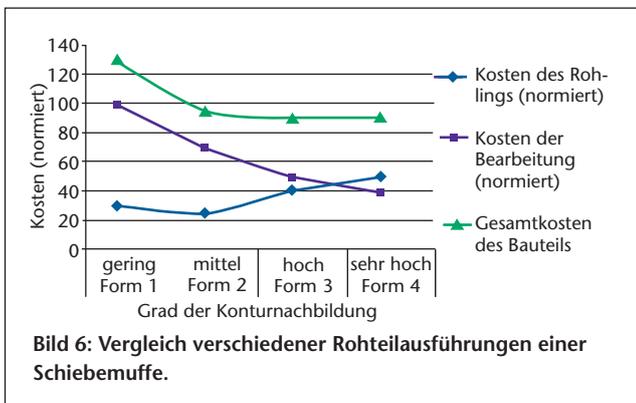
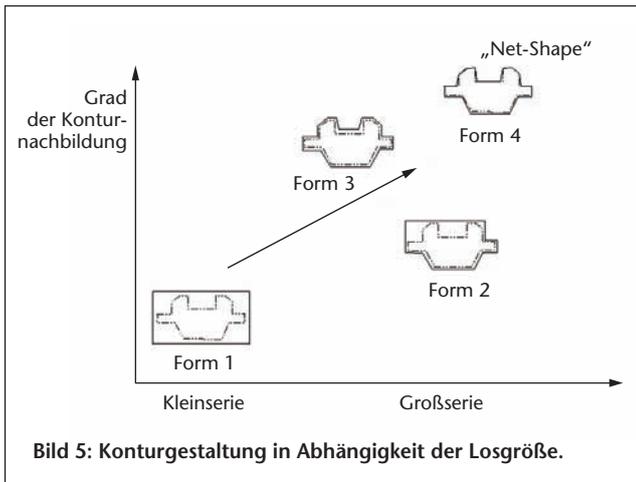
typen oder Vorserien in kleinen Stückzahlen benötigt ist es meist günstiger eine einfache Rohteilkontur zu wählen und dafür mehr Bearbeitung in Kauf zu nehmen.

Mit steigender Stückzahl wird es jedoch wirtschaftlicher, näher an die Endkontur zu gehen, weil dabei Bearbeitungszeit bei der Zerspanung eingespart wird (Bild 5). Weist das Fertigteil eine entsprechende Eignung auf, ist es auch möglich, umformtechnisch hergestellte Fertigflächen zu realisieren.

Zur Kostoptimierung ist es erforderlich, nicht nur einen günstigen Rohling auszuwählen, sondern die Gesamtkosten eines Bauteils zu betrachten. Hier zeigt sich, dass ein teurer Rohling insgesamt zum günstigen Bauteil führen kann (Bild 6).

Bei Ringwalzteilen wirken sich die Vorteile einer sehr guten Durchknetung während des Walzvorgangs, die gute Oberflächendichte bei kaltgewalzten Bauteilen, der Entfall der Gesenkschräge oder das Fehlen des Versatzfehlers von Ober- zu Untergesenk – wie beim Schmieden – positiv aus.

► Die Technik des Axial-Gesenkringwalzens: Beim Axial-Gesenkringwalzen verfährt ein rotierendes, um einen Winkel gegen die Achse des ebenfalls rotierenden Unterwerkzeuges geneigtes Oberwerkzeug senkrecht nach unten. Ausgehend von einem Stabstahlabschnitt wer-



Bilder : 1, 3: SMS Eumuco, 2, 4, 5, 6: Johann Hay

den so profilierte Scheiben, ausgehend von einem Vorring profilierte Ringe hergestellt. Da Ringwachstum während des Umformprozesses nur in geringem Maß möglich ist, kommen für größere Durchmesser vorgewalzte Rohlinge zum Einsatz. Die notwendigen Walzkräfte liegen bei etwa 10 % der für einen Gesenk-schmiedeprozess des gleichen Teils notwendigen Presskräfte.

► Die Technik des Radial-Gesenkringwalzens: Beim Radial-Gesenkringwalzen werden radial stark profilierte Ringe auch größeren Durchmessers erzeugt. Die Umformung findet in einem geschlossenen Walzspalt statt. Der große realisierbare Querfluss bietet die Möglichkeit, eine komplexe Fertigringgeometrie bei Einsatz von einfach profilierten oder unprofilieren Vorringen zu realisieren. Die Walzfehler Unrundheit und Höhenschlag kommen in dem von RAW bekannten Maß nicht vor.

Ein ringförmiger Gesenkhalter nimmt das radial zweigeteilte Gesenk auf. Die Dornwalze ist mit einem Adapter versehen, der während des Walzprozesses in das Gesenkprofil hineinfährt und die Wanddickenreduktionen realisiert. Zum Beladen des Gesenks wird die Dornwalze in eine zentrale Position innerhalb des Gesenkes gefahren. Nach Walzende wird die Dornwalze versenkt, der Gesenkhalter wird angehoben, die beiden Gesenkhälften getrennt und entladen.

Als Beispiel gilt das Segment eines Gehäuseringes für ein Flugzeugtriebwerk aus der Nickelbasislegierung NiCr19NbMo (Bild 7). Der Ring wurde auf dem von Platestahl Umformtechnik entwickelten 300-t-Radial-Gesenkringwalzwerk hergestellt und zeigt, wie weit die gewalzte Ringgeometrie der Geometrie des Fertigteils angenähert werden kann.

Werkstoffspezifische Anpassung

Die Abstimmung der Abnahmen der beiden Walzspalte eines RAWs erfolgt mit der Zielsetzung, entstehende Breitungprofile sicher zu verwalzen und scharfkantige Ringquerschnitte zu erzielen. Für die Schnelligkeit des Walzprozesses gibt es folgende Restriktionen:

► Die Maschinenkomponenten müssen dem wachsenden Ring folgen können, das heißt die Ringwachsgeschwindigkeit darf nicht zu hoch sein.

► Die maximalen axialen und radialen Motormomente dürfen nicht überschritten werden, um Motorausfälle zu vermeiden.

► Die geometrischen Verhältnisse in den Walzspalten müssen ein Durchziehen des Ringes erlauben.

Die Abnahmen, realisiert durch die Verfahrenwege von Dorn und oberer Kegelwalze, werden eingestellt, abhängig von den aktuell vorliegenden Kräften, Momenten und Ringwachsgeschwindigkeiten in Verbindung mit dem durch die Walzstrategie vorgeschriebenen Verhältnis zwischen radialer und axialer Abnahme.

Beim Radial-Axial-Ringwalzen wird die Gesamtumformung in zahlreichen Schritten, das heißt Durchgängen durch den radialen und axialen Walzspalt mit jeweils geringen Einzelabnahmen von der Ringhöhe und der Ringwanddicke eingebracht. Entsprechend gering sind die Walzspaltverhältnisse, wodurch es zu ungleichmäßiger Plastifizierung und ausgeprägten Breitungprofilen kommt. Beim Einlaufen in einen Walzspalt findet ein Abwalzen der bestehenden Breitungswülste statt und ein Ausbilden neuer Breitungswülste auf den um 90° versetzten Ringflächen.

Bei der normalerweise großen Anzahl von Ringumdrehungen einer Walzung kommt es durch diesen Mechanismus zu hohen lokalen Formänderungen und Aufheizungen in den Ringkantenbereichen.

Eine für das Walzen von Titanringen an der RWTH Aachen entwickelte und bei Platestahl Umformtechnik erstmals angewandte Walz-



Bild 7:
Segment
eines auf einem
300-t-Radial-
Gesekringwalz-
werk gefertigten
Gehäuserings.

strategie löst dieses Problem durch eine Minimierung der Verschiebungsvorgänge der Breitungprofile. Während eines Zeitintervalls wird nur ein Walzspalt zugefahren, der zweite Walzspalt führt den Ring mit einer minimalen Kraft und öffnet sich entsprechend der im gegenüberliegenden Walzspalt entstandenen Breitung.

► Die Technik des Flanschen-Walzens: Die Produktion von Vor-

schweißflanschen ist gekennzeichnet von einer Konzentration der Umformarbeit auf die Vorformpresse. Die Volumenverteilung über die Höhe des Flansches wird hier vorgenommen. Neue Strategien zum Flanschenwalzen haben zum Ziel, die Möglichkeiten der eingesetzten RAW besser auszunutzen und so Umformarbeit von der Presse auf das Walzwerk zu verlagern. Durch ein aktives Zu- und Auffahren des Axialwalzspalts wird über den gesamten Walzprozess ein reproduzierbarer Flansching ohne Formfehler gewährleistet, auch wenn von einem kleiner vorgeschmiedeten Rohling ausgegangen wird. Eine bestehende Fertigungslinie kann so größere Flansche produzieren.

► Die Technik des Kaltring-Walzens: Kaltringwalzwerke sind in der Lage, Ringe bis zirka 400 mm Außendurchmesser und 100 mm Höhe herzustellen. Die Durchmesserabweichungen liegen bei unter $1/10$ mm. Diese hohen Genauigkeiten ermöglichen für einige Anwendungsfälle

den Einsatz des gewalzten Ringes ohne Zerspanung. Als Vorringe kommen geschmiedete Rohlinge oder Rohrabschnitte zum Einsatz. Die Ansprüche an diese Vorringe sind allerdings in der Regel so hoch, dass eine Zerspanung bei der Rohlingsherstellung notwendig ist.

Wichtige Anwender der Kaltwalztechnologie sind die Wälzlagerhersteller. Hier kommt einem an die Endkontur des Ringes angepassten Faserverlauf erhöhte Bedeutung zu.

In weiten Bereichen der Umformtechnik konnte sich die FEM-Simulation als gebräuchliches Hilfsmittel etablieren. Für den Anwendungsfall Ringwalzen kommt die FEM-Simulation erst jetzt langsam in die betriebliche Anwendung. Der Prozess lässt sich nur dreidimensional simulieren, die Temperaturverteilung im Ring ist komplex und darf nicht vernachlässigt werden. Entsprechend groß sind die erforderlichen Rechenzeiten, die nun mit modernen Cluster-Strukturen deutlich gesenkt werden können.

Infostelle

Industrieverband
Massivumformung e. V.

Goldene Pforte 1
58093 Hagen, Deutschland
Telefon +49 (0) 23 31 / 95 88 28
Telefax +49 (0) 23 31 / 95 87 28

E-Mail: orders@metalform.de

Weitere Informationen unter:
www.metalform.de

Den Veröffentlichungen
der **Infostelle**
liegen die Ergebnisse
der Gemeinschaftsforschung
der im Industrieverband
Massivumformung e. V.
zusammengeschlossenen
Industriewerke zugrunde.

Stand: Oktober 2005
I - 41 - 1005 - 30 DO