

Vakuumbärten

Dipl.-Ing. Joachim Reese

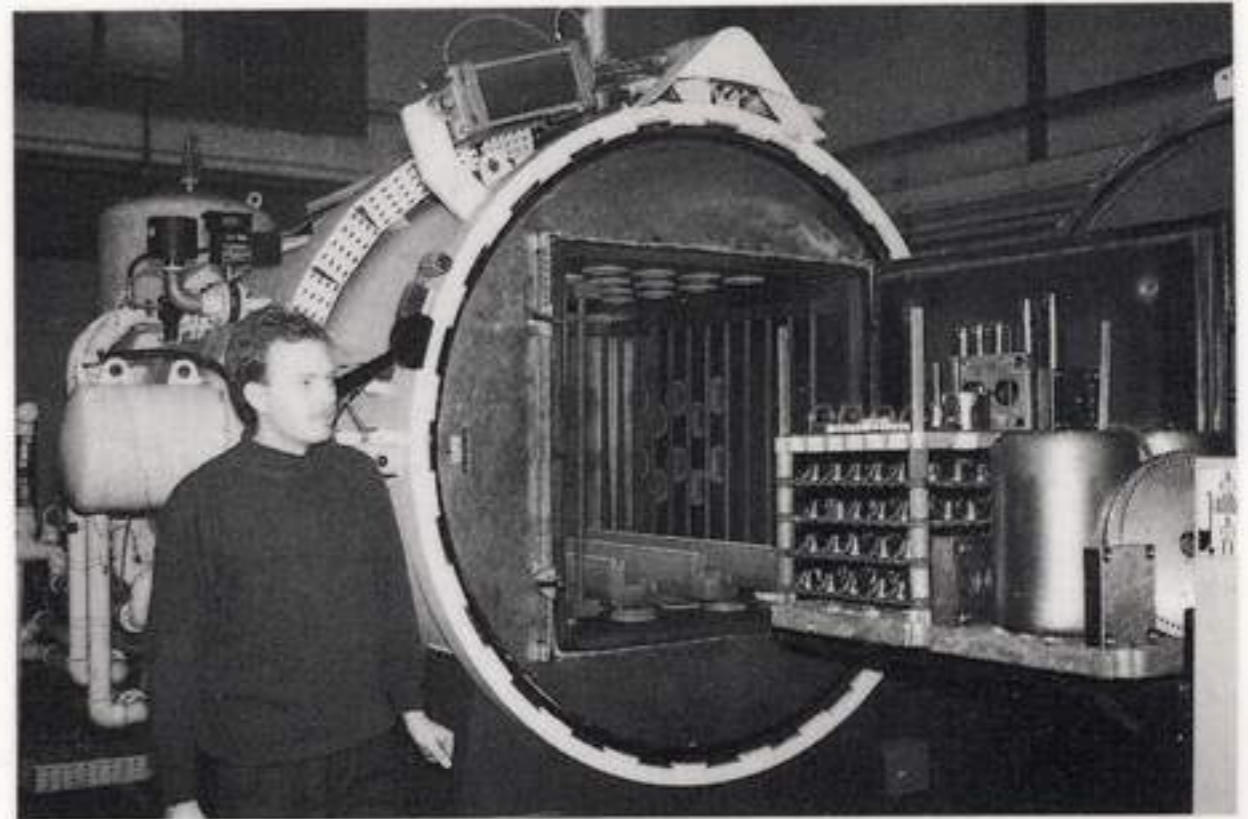
Die hohen Belastungen, denen viele Komponenten der Antriebstechnik ausgesetzt sind, verlangen nicht nur eine sorgfältige Planung, sondern auch spezielle Härteverfahren. In den letzten Jahren hat die Härtereitechnik große Fortschritte gemacht, u. a. wurde das Vakuumbärten zu seinem heutigen Stand entwickelt. Wichtige Kennzeichen dieses Härteverfahrens sind die Verzugsarmut und die optimale Oberflächenbeschaffenheit der Werkstücke nach dem Härten. Wie bei jedem anderen Härteverfahren ist es wichtig, den genauen Prozeßablauf zu kennen, um beste Härteergebnisse mit diesem Verfahren zu erzielen.

Verfahren

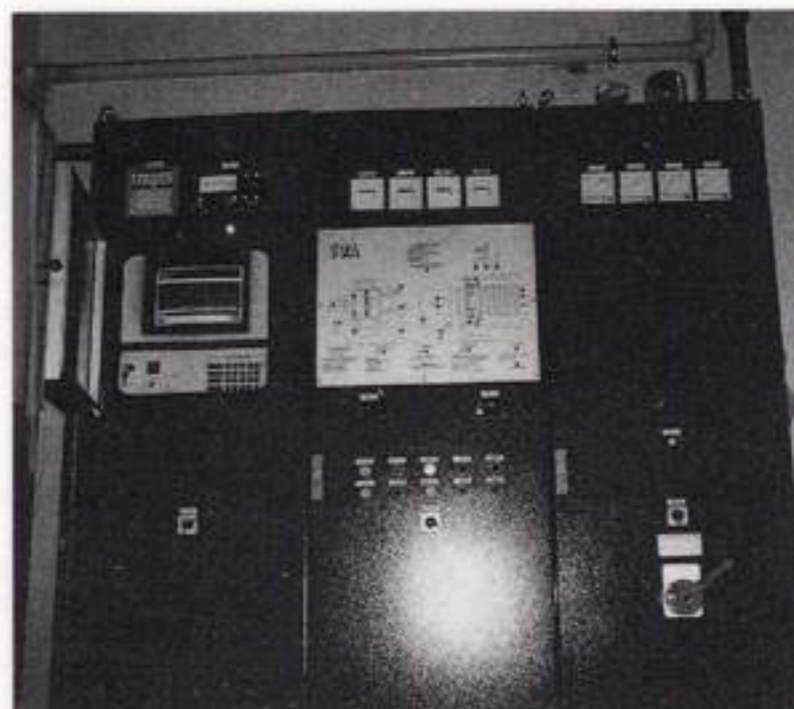
Die Grundlagen für eine verzugsarme Härtung werden schon bei der Erwärmung des Härtegutes gelegt. Kann ein Ofen im kalten Zustand besetzt werden (Bild 1), so entstehen weder größere Temperaturdifferenzen zwischen Ofenwand und Behandlungsgut noch damit verbundene Temperaturspannungen im Werkstück. Daher werden bei einem modernen Vakuumbärteofen grundsätzlich Härtegut und Ofen gemeinsam von Raumtemperatur aus erhitzt. Die gesamte Temperatursteuerung erfolgt mit Hilfe modernster Regeltechnik (Bild 2). Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, daß über die gesamte Prozeßdauer eine exakte Temperaturkontrolle der zu härtenden Werkstücke erfolgen kann. Zu diesem Zweck werden Thermolemente an der Oberfläche und in tiefen Bohrungen des Werkstücks befestigt, um bei der Erwärmung entstehende Temperaturdifferenzen zu überwachen und durch sogenannte Ausgleichzeiten abzubauen.

Die Erwärmung des Härtegutes findet, bezeichnend für seinen Namen, im Vakuum statt. Da jedoch die Wärmeübertragung durch Strahlung im unteren Temperaturbereich zu Ungleichmäßigkeiten führen kann, findet bei neuesten Vakuumbärteöfen die Wärmeübertragung bis 750°C durch Konvektion mittels hochreinem Stickstoff statt. Ist die Härtetemperatur erreicht, sollte man bis zum Abhärten eine

1: Der Verfasser vor dem Vakuumbärteofen der Härtereireese Brackenheim GmbH beim Entnehmen der gehärteten Teile



Durchwärmungszeit von ca. 0,5 min je mm Wanddicke einhalten. Über spezielle Haltezeiten können wiederum die am Bauteil angebrachten Thermolemente Rückschlüsse geben. Beim anschließenden Härteprozeß erfolgt die Abkühlung des Härteguts mittels hochreinem Stickstoff bei Drücken bis zu 6 bar. Auch hier können sowohl der Abschreckdruck als auch die Umwälzgeschwindigkeit optimal auf die Bauteilgröße eingestellt werden. Eine Oberflächenoxidation der Teile ist dabei ausgeschlossen – die Werkstücke bleiben blank. Mit Hilfe der am Härtegut angebrachten Thermolemente ist eine umfassende Kontrolle des Abschreckprozesses möglich. Je größer die Temperaturunterschiede im Werkstück sind, um so größer ist der Verzug. Zur Vermeidung dieser Verzüge ist es möglich, bei großen Werkstücken mit unterschiedlichen Materialanhäufungen einen gewissen Temperaturengleich beim Abkühlen einzuregulieren. Diese Möglichkeit wird auch als Warmbadeffekt bezeichnet. Anders als beim herkömmlichen Salzbadhärten kann dieser Temperaturengleich wieder bei beliebigen Temperaturen durchgeführt werden. Man muß aber immer die jeweiligen Zeit-Temperatur-Umwandlungsdiagramme der Stähle berücksichtigen.



2: Vollelektronische Prozeßsteuerung der Härteanlage, Garant für reproduzierbare Qualität

Werkstoffe

Seine Anwendung findet das Vakuumbärten fast ausschließlich bei höher legierten Stählen, weil die Gasabschreckung im Vergleich mit der Wasser- oder Ölhärtung milder ist. Es eignen sich hochfeste Stähle, Warm- und Kaltarbeitsstähle, rost- und säurebeständige Stähle und HS-Stähle. Bei kleineren Abmessungen können allerdings auch niedrig legierte Stähle vakuumgehärtet werden. Gängige vakuumhärtbare Werkstoffe sind in der Tabelle zusammengestellt.

Fertigung

Das Hauptziel jeder Härtung ist es, bei Erreichen der optimalen Härtewerte den Verzug minimal zu halten, denn Nacharbeiten wie Richten, Erodieren und Nachschleifen führen oft zu erheblichen Kosten. In diesem Zusammenhang stellt sich sofort die Frage nach allen möglichen Verzugsquellen. Schon der Konstrukteur sollte darauf achten, daß grobe Querschnittsübergänge und scharfe Kanten am Werkstück vermieden werden. Es sollte stets ein vergütetes Material ausgewählt werden. Bei der Materialentnahme aus dem Rohmaterial muß unbedingt daran gedacht werden, daß Verzüge in Faserlängsrichtung in der Regel am größten sind. Die durch eine mechanische Spannungsbearbeitung in das Material eingebrachten Spannungen können durch ein Spannungsarm- oder Normalglühen vor dem letzten Arbeitsgang wirksam abgebaut werden. Bei größeren Bauteilen ist oft sogar ein Vorvergüten ratsam.

Kombination mit anderen Härteverfahren

Für Bauteile mit höchstem Verschleißwiderstand und Festigkeit bietet eine gutausgestattete Härtereitechnik noch weitere Verfahren an, die sich mit dem Vakuumbärten bestens kombinieren lassen. Aufgrund der „blanken“ Oberfläche nach dem Vakuum-

Material	DIN-Nr.	Härtetemp. °C	max. Härte HRC	gebr. Härte HRC	Nitrieren HVI
Einsatzstähle					
X 19 Ni Cr Mo 4	1.2764	820	56	53-55	
Kaltarbeitsstähle					
40 Cr Mn Mo 7	1.2311	860	50	38-50	650-800
42 Cr Mo V 6 6	1.8090	980	58	48-56	750-900
X 90 Cr Mo V 18	1.2361	1020	55	49-53	
50 Ni Cr 13	1.2721	850	59	52-58	
75 Cr Mo Ni w 6 7	1.2762	880	60	45-59	
X 45 Ni Cr Mo 4	1.2767	850	56	50-54	600-750
X 155 Cr V Mo 12 1	1.2379	1030	64	56-62	900-1100
X 165 Cr Mo V 12	1.2601	1000	63	58-62	900-1050
X 210 Cr 12	1.2080	960	63	58-62	700-800
X 210 Cr W 12	1.2436	950	64	58-62	700-800
Warmarbeitsstähle					
X 40 Cr Mo V 5 1	1.2344	1030	56	48-56	900-1150
X 37 Cr Mo W 5 1	1.2606	1030	58	48-56	950-1100
56 Ni Cr Mo V 7	1.2714	870	57	35-52	600-700
57 Ni Cr Mo V 7 7	1.2744	890	56	35-52	600-700
X 30 W Cr V 9 3	1.2581	1120	51	37-51	800-1000
Rost- und säurebeständige Stähle					
X 36 Cr Mo 17	1.2316	1010	49	43-48	
X 40 Cr 13	1.4034	1000	55	52-54	800-1000
X 38 Cr Mo V 15	1.4117	1050	58	55-57	
X 55 Cr Mo 14	1.4110	1020	57	55-57	
HS-Stähle					
S 12 1 4 5	1.3302	1200		65	
S 6 5 2 5	1.3243	1200		64-67	
S 6 5 2	1.3343	1200		64-66	

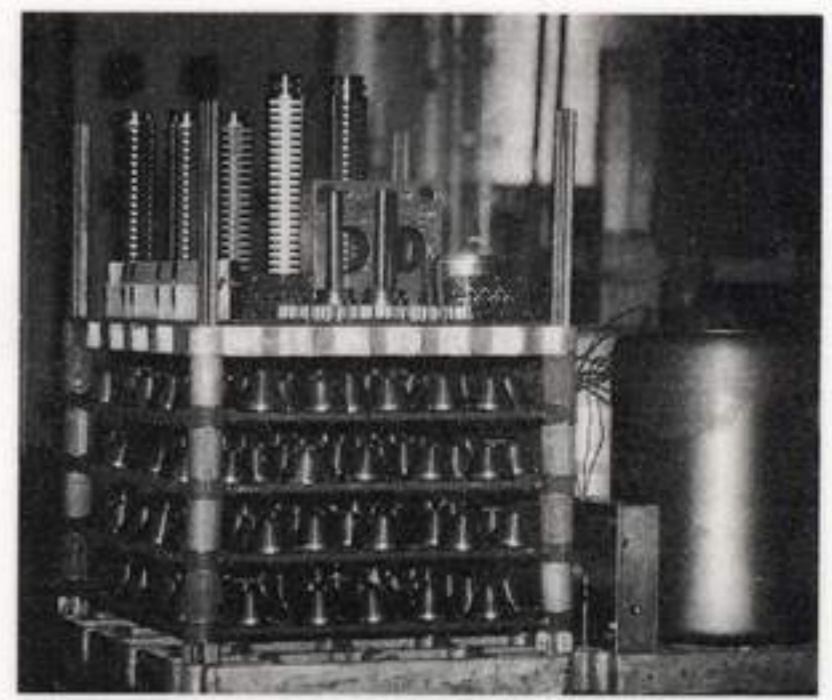
Tabelle: Gängige vakuumhärtable Werkstoffe

härten können diese Bauteile anschließend direkt nitriert werden. Auf diese Weise lassen sich zum Beispiel bei warmfesten Werkstoffen Härtewerte von mehr als 68 HRC erreichen. Ein anderer Anwendungsfall ergibt sich bei einer nachfolgenden Titan-Nitridbeschichtung. In jedem Fall ist dabei der Härtereifachmann zu Rate zu ziehen, der für jeden Anwendungsfall die entsprechenden Verfahren auswählen kann.

Vorteile auch im Umweltschutz

Neben den schon oben angesprochenen Vorteilen der Verzugsarmut und der opti-

malen Oberflächenbeschaffenheit vakuumgehärteter Werkstücke liegt ein weiterer Vorteil dieses Härteverfahrens in seiner Umweltfreundlichkeit. In der Härterei fallen im Vergleich mit dem Salzbadhärten keine Altsalze und beim Schleifbetrieb fallen keine mit Härtesalzen belasteten Schleifstäube zur Entsorgung an. Der zum Abschrecken verwendete Stickstoff ist Bestandteil der Luft und kann daher ebenfalls nicht zu Verunreinigungen führen. Aufgrund der modernen Prozeßsteuerung kann der Härtevorgang vom Anfang bis zum Ende dokumentiert werden, wodurch eine exakte Reproduzierbarkeit des Härte-



3: Beispiel einer Vakuum-Härtecharge mit Teilen für die Luftfahrtindustrie

prozesses gegeben ist. So sind bei wiederkehrenden Werkstücken stets gleiche Verzüge zu erwarten, welche die mechanische Fertigung entsprechend berücksichtigen kann, so daß oft ein Nachschleifen entfällt.

Anwendungsbeispiele

Hier lassen sich alle hoch- und warmfesten Maschinenbauteile aufführen. Auch für die Antriebstechnik ergibt sich eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen, wie zum Beispiel Achsen, Führungsschienen, Laufrollen, hochwertige Ritzel, Förderrollen, Kupplungsteile, rost- und säurebeständige Antriebselemente und Halterungen. Aufgrund der Verzugsarmut werden auch oft komplizierte Steuer- und Führungskurven vakuumgehärtet. Bei den Hydraulikkomponenten findet dieses Verfahren seine Anwendung bei der Härtung von Kolben, Zylindern, Ventilen und Gehäusen. Im Bereich der Werkzeugtechnik werden Kalt- und Warmarbeits- sowie Zerspanungswerkzeuge vakuumgehärtet. Im Kunststoffmaschinenbau seien Extruderschnecken genannt. Bild 3 zeigt als Beispiel eine Vakuum-Härtecharge mit Teilen für die Luftfahrtindustrie.

Jetzt profitieren Sie doppelt von unserer Erfahrung

1.

HÄRTEREI BOCHUM
DR.-ING. HELMUT REESE GMBH
Oberscheidstr. 25 · D-4630 Bochum 1
Telefon (0234) 54 70 00 · Fax (0234) 5 47 00 96

2.

HÄRTEREI REESE
BRACKENHEIM GMBH & CO. KG
Gaswerkstraße 17 · D-7129 Brackenheim
Telefon (07135) 50 27 · Fax (07135) 1 28 00

Unser Arbeitsprogramm

- Einsatzhärten:
durch Gasaufkohlung und Carbonitrieren von Maschinenteilen aus legierten und unlegierten Stählen, bis zu \varnothing 2500 und 4000 mm Länge, wie Zahnräder, Wälzlagerringen, Scheiben, Wellen, Ritzelwellen, Gleitschienen und anderen Getriebeteilen.
- Oberflächenhärtung (Brennhärtung mit Gas/Sauerstoff und Induktionshärtung, elektrisch) von:
 - Zahnrädern, Bandagen, Ringen und Rollen bis über \varnothing 6500 mm und Achsen, Wellen, Rollen, Walzen, Zahnstangen und Gleitschienen u. a. Teilen aus legierten und unlegierten Stählen bis zu 100 000 mm Länge und einem Stückgewicht von ca. 10 000 kg.
 - Umlaufhärten auf drei Maschinen bis \varnothing 250 mm, bis \varnothing 750 mm und bis \varnothing 1400 mm.
- Nitrieren
 - Gasnitrieren (maximale Ofengröße \varnothing 2000 mm x 4000 mm) von: Maschinen- und Getriebeteilen.
 - Salzbad-Nitrieren: Tiefengrößen \varnothing 500 x 800 mm und \varnothing 800 x 1800 mm.
- Härten und Vergüten von:
Werkzeugen für Warm- und Kaltarbeit, hochbeanspruchten Austausch-
teilen, Schmiedestücken und Gußteilen unter Schutzgas.
- Vakuumhärten: Im Vakuum und unter Partialdruck.
- Borieren: Unter Pulver und mit Paste unter Inertgas.
- Sämtliche Glühbehandlungen wie:
Diffusionsglühen, Normalglühen, Grobkornglühen, Weichglühen, Span-
nungsarmglühen, Rekristallisationsglühen, Lösungsglühen unter Schutz-
gas.
- Reinigungsstrahlen
- Richten
- Werkstoffberatung, metallographische Untersuchungen und Gutachten
im Rahmen unserer Aufträge.