

Hart wie Stahl

Schönheit, die bleibt: Moderne Technik macht es möglich, dass Edelstahl heute gegen Kratzer gefeit ist. Das klassische Material für Uhrgehäuse wird dafür mit besonderen Verfahren bearbeitet, durch die es eine größere Oberflächenhärte erhält.



Manchmal hat man einfach Pech: Eine falsche Bewegung, eine hastige Geste – und schon schrammt die teure Armbanduhr an eine Kante oder Wand. Kratzer verunzieren dann das Gehäuse. Nur mit viel Aufwand lassen sich diese Spuren wieder beseitigen, bisweilen gelingt dies noch nicht einmal vollständig. Uhrenhersteller und metallverarbeitende Unternehmen experimentieren deshalb mit Verfahren, um Edelstahl, das beliebteste Material für Uhrgehäuse, zu härten.

Das heißt, dass Edelstahl, der eigentlich eine Härte von 200 Vickers aufweist, dadurch einen höheren Wert erhalten soll. Vickers ist ein Härtemaß, das in der Materialtechnologie verwendet wird. Als härtestes Material gilt der Diamant mit 10 000 Vickers; Saphir liegt zwischen 1 800 und 2 200 Vickers, die für Uhrgehäuse und -bänder verwendete High-Tech-Keramik zwischen 1 400 und 1 900 Vickers. An diesen Wert kann auch Edelstahl herankommen – wenn es durch das so genannte Härten entsprechend behandelt wird. Dieses Verfahren verbessert die mechanischen Eigenschaften von Metallen durch Gefügeänderungen, welche unter der Wirkung von Wärme erfolgen.

Härten erfolgt in drei Arbeitsgängen: Erwärmen, Halten auf Härtetemperatur und Abschrecken. Das Material wird also zunächst auf eine bestimmte Temperatur erhitzt und anschließend mit solcher Geschwindigkeit abgekühlt,

dass oberflächlich oder durchgreifend eine erhebliche Härtesteigerung eintritt. Dieses Abschrecken beziehungsweise schnelle Abkühlen erfolgt durch Einbringen in ein geeignetes Kühlmittel – zum Beispiel Wasser, Öl oder Kaltluft.

Edelstahl für Uhrgehäuse wird in der Regel durch Gas abgekühlt, um Verzug und Verzunderung zu verhindern. Denn gehärtet werden die Gehäuse, wenn sie fertig bearbeitet sind. Nach dem Härten wird allenfalls noch leicht nachgestrahlt oder poliert, um eventuelle Verfärbungen zu beseitigen.

Doch zurück zum Vorgang des Härten. Im Inneren des Metalls erfolgt dabei eine faszinierende Veränderung: Durch die Erwärmung wandelt sich das kubisch-raumzentrierte Ferritgitter des Stahls in das kubisch-flächenzentrierte Austenitgitter. Der freiwerdende Platz in der Kristallmitte wird von einem Kohlenstoffatom besetzt. Kühlt man den austenitisierten Stahl langsam ab, so wird die Umwandlung rückgängig gemacht. Wird das Material jedoch sehr rasch abgekühlt, also abgeschreckt, dann klappt das kubisch-flächenzentrierte Austenitgitter schlagartig in das kubisch-raumzentrierte Ferritgitter um; das Kohlenstoffatom in der Kristallmitte hat keine Zeit aus dem Gitter herauszuwandern. Es befinden sich nun ein Kohlenstoffatom und zusätzlich ein Eisenion in der Gittermitte. Dadurch wird das Kristallgitter stark verzerrt. Es entsteht ein feinnadeliges Gefüge, das man

Serie Wissen

Thema	Ausgabe
Kratzfeste Werkstoffe (I)	1/2 06
Kratzfeste Werkstoffe (II)	3 06
Gehäuse aus Kristallglas	4 06
Lünetten und Böden	5 06

Martensit nennt. Dies geschieht jedoch nur, wenn das Werkstück ausreichend schnell abgeschreckt wird und wenn ein ausreichender Kohlenstoffgehalt – mindestens 0,2 Prozent – des Stahls vorhanden ist. Martensit ist so hart und spröde, dass leicht Risse auftreten können oder



Die »v-tec Alpha« von Ventura – ein Chronograph mit Durinox-Gehäuse.

das Material bricht. Um diese Eigenschaften zu verbessern, wird der frisch gehärtete Stahl angelassen: Das Werkstück wird erwärmt, je nach Legierung auf 200 bis 475 Grad, eine Zeit lang auf Temperatur gehalten und dann langsam abgekühlt. Dadurch wird die Sprödigkeit des Stahls vermindert; er erhält ein gewisses Maß an Zähigkeit und behält gleichzeitig seine Härte fast vollständig.

In der Uhrenindustrie werden verschiedene Härteverfahren angewandt, die auch in anderen Industriebereichen vom Maschinenbau über Luft- und Raumfahrt bis hin zur Medizintechnik eingesetzt werden. Eines dieser Verfahren ist das Vakuumhärten, bei dem die Werkstücke in einem dichten Kessel unter Vakuumatmosphäre erwärmt und durch Einblasen von gasförmigem Stickstoff abgeschreckt werden. So wird auch der martensitische Edelstahl »Cronidur 30« bearbeitet. Nach dem Härten und Anlassen kann sich im Gefüge noch nicht in Martensit umgewandelter Restaustenit befinden, den man durch Tiefkühlen in flüssigem Stickstoff zum Beispiel bei minus 196 Grad beseitigt. Dadurch erhöht sich der Härtewert von diesem »Eisgehärteten Edelstahl« nochmals; Uhrgehäuse aus diesem Material sind komplett durchgehärtet.

Austenitischer Edelstahl kann durch das so genannte Kolsterisieren an der Werkstückoberfläche gehärtet werden. Über die Dauer von fünf bis sechs Tagen wird dabei bei Temperaturen unter 300 Grad Celsius Kohlenstoff in die Gitterstruktur der Werkstoffoberfläche eindiffundiert und gelöst. Die in die Raumzellen eingebauten Kohlenstoffatome erzeugen eine Druckeigenspannung, die die veredelte Oberflächenschicht sehr hart macht. Diese Schicht besteht also nicht aus einem Fremd-



Temperaturmessung an einem glühenden Gehäuse mittels Abtastung durch einen Laserstrahl.

	Martensitischer Edelstahl		Austenitischer Edelstahl		
Werkstoff-Nr.	1.6908	1.4108	1.4435 - 316 L	1.4566	1.4435/1.4566
Bemerkungen	Durinox »Maraging Stahl«	Cronidur 30 »eisgehärteter Edelstahl«	»normaler« Gehäuseedelstahl	Meerestechnik U-Boot-Bau	normaler Gehäusewerkstoff/ U-Boot-Stahl
magnetisch	ja	ja	nein	nein	nein
nickelfrei (Ni-Gehalt)	nein (10 %)	ja	nein (13 %)	nein (17 %)	nein
PRE-Wert	26	27	28	38	28/38
Härteverfahren	Ausscheidungshärter	Vakuumhärten	Kohlenstoff-Diffusion »Kolsterisieren«	Kohlenstoff-Diffusion »Kolsterisieren«	Kohlenstoff-Diffusion »Daminox«
Durchgehärtet	ja	ja	nein	nein	nein
Härte Oberfläche	600 HV	740 HV	1200 HV	1500 HV	1200 HV 1500 HV
Härte Grundwerkstoff	600 HV	740 HV	180 HV	300 HV	180 HV 300 HV
Diffusionstiefe	—	—	52 my	52 my	Daminox 60 my Daminox-plus- 90 my

Damasko-Härtetabelle: Sie zeigt die unterschiedlichen Qualitätseigenschaften gehärteten Edelstahls nach verschiedenen Härteverfahren.



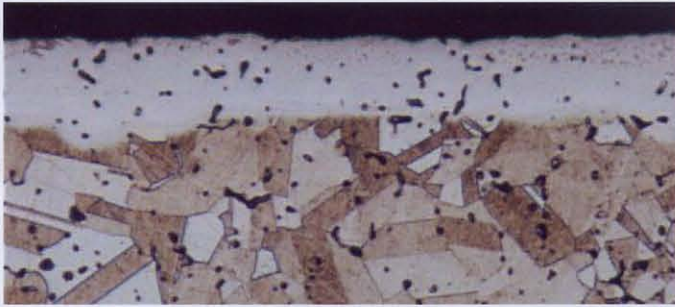
Entstehung eines Gehäuses aus »Eisgehärtetem Edelstahl« (von links): Rohmaterial, vorgelegte Scheibe, erodiertes Gehäuse, fertig bearbeitetes Gehäusemittelteil. In diesem Zustand werden die Gehäuse gehärtet, danach wird die Oberfläche angeraut und nochmals gestrahlt beziehungsweise verdichtet.

material; vielmehr ist es der Stahl selbst, welcher im Oberflächenbereich besonders hart ist.

Der Härtewert ist abhängig von der Legierungszusammensetzung und variiert zwischen 1000 und 1800 Vickers. In Deutschland wird Kolsterisieren in der Gehäusefertigung von Sinn Spezialuhren eingesetzt und mit dem Begriff »Tegimentieren« bezeichnet. Harte Oberflächen kann man auch erzielen, indem man bei niedrigen Temperaturen große Mengen Kohlenstoff in die Werkstückoberfläche einbringt. Dieser Diffusionsvorgang dauert meist mehrere Tage und findet im Vakuumofen statt. Nach dem Diffusionsprozess ist kein Abschrecken nötig, da die Härte durch den zusätzlich eingelagerten Kohlenstoff entsteht. Um Oberflächenhärten durch Kohlenstoffdiffusion handelt es sich auch bei dem Daminox-

Verfahren, mit dem austenitischer Edelstahl eine Oberflächenhärte von bis zu 1800 Vickers erhält. Auch Ventura ist eine der Uhrenmarken, die sich in der Verwendung gehärteter Gehäuse und Bänder stark engagiert und sich einen Oberflächen-Härtungsprozess für Edelstahl unter dem Namen »Durinox« patentieren ließ. Pierre Nobs, CEO von Ventura, winkt bei weitergehenden Fragen jedoch ab: »Ventura will seine Stellung auf diesem Gebiet nicht mit Informationen kompromittieren, welche den zahlreichen Mitbewerbern, insbesondere aus China, beim ohnehin grassierenden Kopieren dienlich sein könnten.« Denn die Konkurrenz um gehärtete Metalle ist stark.

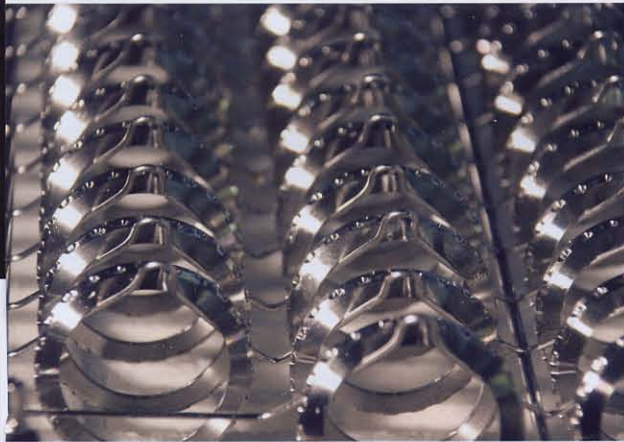
Verschiedene Firmen haben die beschriebenen Verfahren entwickelt und patentieren lassen, darunter auch die Firma Damasko im bayerischen Barbing, die sich den Einsatz von martensitischem Edelstahl im Uhrgehäusebau patentrechtlich schützen ließ, sowie das Kohlenstoffdiffusionsverfahren »Dami-



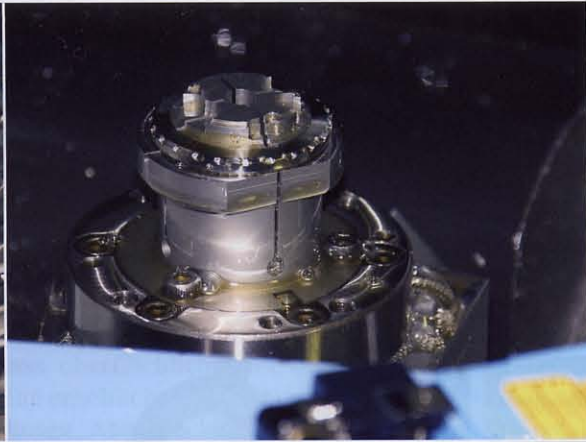
Diffusionsschicht bei Kohlenstoffdiffusion (Kolsterisieren und Daminox).



Die Gehäuse der Modelle »DC56« (links) und »DC57« (rechts) von Damasko bestehen aus »Eisgehärtetem Edelstahl«.



Die Herstellung der Gehäuse für Sinn Spezialuhren: Hier fertig gedrehte und gefräste Drehringe einer Taucheruhr.



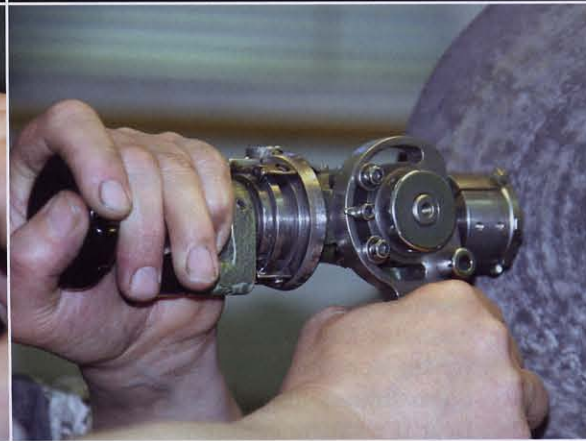
Vor dem Tegimentieren erfolgt bei Sinn Spezialuhren das Fräsen der Griffmulden auf dem Fünf-Achsen-Bearbeitungszentrum.



Modell 900 von Sinn Spezialuhren mit Tegiment-Gehäuse aus gehärtetem Edelstahl.



Vor dem Härten schleift die Bandschleifmaschine die Gehäuseaußenform einer Sinn-Uhr.



Bei der Herstellung von Gehäusen für Sinn Spezialuhren wird auch die Lapidiermaschine eingesetzt.

halten durchgehärtete Gehäuse partiellen Schlägen und Stößen besser stand. Um diese gute Eigenschaft zu nutzen, kapselt man das Uhrwerk komplett in Magnetfeld abschirmendes Material. Bei »Eisgehärtetem Edelstahl« wird ganz auf Nickel verzichtet, was wiederum ein Vorteil für Allergiker ist. Dennoch gehe der Trend in der Uhrenindustrie zu austenitischen Edelstählen, so Konrad Damasko von der Firma Damasko. Um diese verträglicher zu machen, kann der Nickelanteil der Legierung mittlerwei-

le durch Stickstoff ersetzt werden. Die Weiterentwicklungen sind damit jedoch noch lange nicht abgeschlossen. Kontinuierlich wird geforscht und experimentiert, um noch optimalere Gehäusematerialien zu schaffen. Damit die Schönheit einer Uhr unvergänglich wird.

nox« für austenitische Edelstähle entwickelt hat. Die genauen Abläufe und Bearbeitungsschritte werden von den Unternehmen geheim gehalten; daher gibt es auch kaum Fotos von zum Einsatz kommenden Anlagen oder Vorgängen. Für Armbanduhren werden in der Regel austenitische Edelstähle verwendet. Sie sind nicht magnetisch und haben eine hohe Korrosionsbeständigkeit. Allerdings weisen sie zum Teil einen

hohen Nickelanteil auf und lassen sich nicht auf die hohen Härte- werte der martensitischen Edelstähle durchhärten. Diese kommen ebenfalls bei der Uhrgehäuseherstellung zum Einsatz. Allerdings sind martensitische Edelstähle schwach magnetisch; zudem erreichen sie nicht die hohe Korrosionsbeständigkeit von speziellen austenitischen Edelstählen. Im Gegensatz zu relativ dünn eindiffundierten Oberflächenschichten

Text: Iris Wimmer-Olbort
Technische Beratung: K. Damasko
Fotos: Sinn Spezialuhren/
Damasko/Hersteller