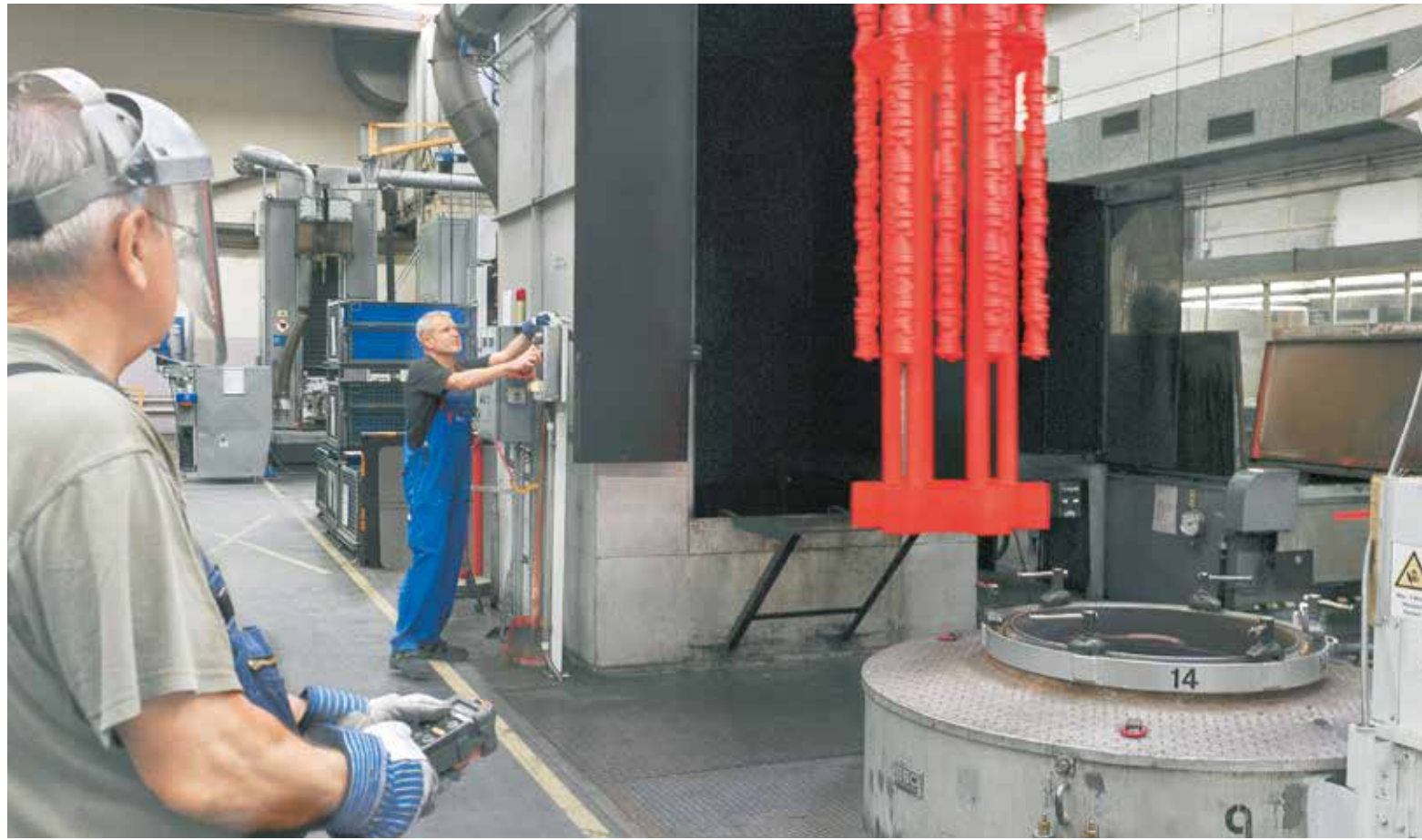


→ Wie machen wir ... hart?



Mitarbeiter holen mit dem Kran die rot-glühenden Nockenwellen aus dem 850 Grad Celsius heißen Härteofen (rechts) heraus und senken sie sofort im Ölbad (Bildmitte) zum Abschrecken ab.

Bis zu 1.800 Umdrehungen pro Minute – 1.800 Mal reibt Stahl auf Stahl. Das halten nur Motorenteile aus, die richtig hart sind. Die Nockenwelle hat es da besonders schwer. Würde man ihr Material nicht härten, würden die Rollen des Ventiltriebs die Nocken wie Butter wegdrücken. Doch wie wird eine Nockenwelle hart?

Es ist, als beträte man einen riesigen Backofen. In der Härterei schwelt die Hitze der Öfen durch die Werkhalle. Zahnräder und Nockenwellen liegen oder hängen in Chargiergestellen zur Wärmebehandlung bereit. Daneben befinden sich in Kniehöhe die elektrisch beheizten Topföfen. Wie ein Kanalisationsschacht ragen sie bis zu vier Meter unter den Hallenboden. Manche sind leer. Auf anderen brennt auf dem Deckel neben verschiedenen Anschlüssen eine kleine Flamme. Sie verbrennt die Restgase, die während des Aufkohlprozesses im Ofen entstehen. In diesen Öfen behandeln die MTU-Mitarbeiter fünf Tage die Woche im Drei-Schicht-Betrieb neben anderen Motorenteilen vor allem Nockenwellen für die Motorbaureihen 2000 und 4000 in unterschiedlichen Härtungsverfahren. Durch das Härten wird der Verschleiß vermindert und somit die Lebensdauer deutlich verlängert. „Eine ungehärtete Nockenwelle würde wahrscheinlich nicht einmal den Prüfstandlauf im Motor überleben“, sagt Hubert Elbs, Funktionsleiter der Härterei.

Kohlenstoff für die Härte

Damit der kohlenstoffarme Stahl überhaupt gehärtet werden kann, müssen die Mitarbeiter im ersten Arbeitsschritt den Werkstoff mit Kohlenstoff anreichern. Denn nur mit genügend Kohlenstoff können die Eisenatome im Stahl bei der Wärmebehandlung ein stärkeres Gefüge bilden. Dieser erste Schritt, genannt „Aufkohlen“, dauert 23 Stunden. Zuerst sortiert ein Mitarbeiter die angelieferten Nockenwellen aus der hauseigenen Produktion in einen speziellen Ofen-Behälter, genannt Retorte, und senkt diese mit einem Kran in den Topföfen ab. Die äußere Randschicht der Nockenwellen wird nun mit Kohlenstoff angereichert. Dazu wird bei 940 Grad Celsius Stickstoff, Methanol, Ethylacetat und Luft in den Ofen dosiert. „Die computergesteuerten Härteprogramme nennen wir Rezepte und die Gase sind unsere Zutaten – wie bei einem Backofen eben“, sagt Hubert Elbs schmunzelnd.

Das Ethylacetat ist der Kohlenstoffträger. Nachdem sich der Kohlenstoff aus dem Ethylacetat gelöst hat, dringt er in den Stahl ein und erhöht

somit in der Randschicht der Nockenwellen den Kohlenstoffanteil. Danach muss die Retorte mit den Nockenwellen im Kühlschacht neben dem Ofen langsam abkühlen. Der dabei eingeleitete Stickstoff sorgt dafür, dass der Kohlenstoff in der Abkühlphase in der Oberfläche der Nockenwellen bleibt. Nach etwa sechs Stunden nehmen Mitarbeiter die Nockenwellen aus der Retorte und stellen sie auf den ausgewiesenen Sperrplatz. Eine Probescheibe, die mit den Nockenwellen im Ofen war, wird im Labor untersucht. Nur wenn der Kohlenstoffgehalt der Probe innerhalb der vorgegebenen Grenzen liegt, gibt das Labor die Nockenwellen für den Härtvorgang frei.

Härten bei 850 Grad Celsius

Beim eigentlichen Härtvorgang wandeln die Eisen-Atome im Stahl unter extremer Hitze ihre Struktur und verbinden sich mit dem Kohlenstoff. Dafür laden Mitarbeiter die Nockenwellen wieder in eine Retorte und erwärmen diese im Vorwärmenofen auf 500 Grad vor. Nachdem die Nockenwellen mindestens eine Stunde bei dieser Temperatur ausgehärtet haben, setzen sie die Mitarbeiter in den Härteofen um. Dort heizt der Ofen innerhalb von drei Stunden auf 850 Grad. Für die Gefügeumwandlung wird dann die Temperatur eine Stunde lang auf 850 Grad gehalten. Schließlich wird der Ofen geöffnet, die rot-glühenden Nockenwellen mit dem Kran herausgeholt und zur Abschreckung sofort in ein Ölbad gesenkt. „Sobald die Teile im Ölbad eingetaucht sind, läuft bei uns der Countdown“, sagt Hubert Elbs und drückt auf einen großen Knopf. An der Hallenwand leuchtet eine große Digitalanzeige mit roten Zahlen auf. „Wenn der Countdown-Zähler von 45 Minuten auf Null gezählt hat, holen wir die abgeschreckten Nockenwellen wieder aus dem Ölbad heraus“, erklärt Hubert Elbs. Jetzt sind die Nockenwellen gehärtet. Denn beim schnellen Abschrecken können die Eisen-Atome den gemeinsamen Verbund mit dem Kohlenstoff nicht mehr zurückwandeln. Nachdem das Öl abgetropft ist, waschen die Mitarbeiter die Nockenwellen mit einem speziellen Reiniger in einer großen Maschine. Aber nach diesem Behandlungsschritt sind die Nockenwellen zu hart und spröde. Damit sie die geforderte Härte erreichen, erwärmen sie die Mitarbeiter nochmals im Anlassenofen fünf Stunden lang auf 170 Grad. Dadurch ändert sich das Atom-Gefüge des Stahls leicht und die Härte nimmt ab.

Nachbearbeitungen

Wenn die Nockenwellen vom Anlassen abgekühlt sind, prüfen die Mitarbeiter die Randhärte mit dem Rockwell-Verfahren. Bei diesem Verfah-

Angelo Caruso prüft mit dem Rockwell-Verfahren den Härtewert der wärmebehandelten Nockenwellen.



Nach dem Härtetest folgt das Säuberungsstrahlen. Mitarbeiter Günther Dziewas holt die fertigen Nockenwellen aus der Sandstrahlmaschine.

ren drückt eine Maschine einen winzigen Diamantkegel in die Oberfläche der Nockenwelle. Anhand der Eindruck-Tiefe errechnet die Härteprüfmaschine den Härtewert. Wenn die Prüfergebnisse in Ordnung sind, kommen die Nockenwellen abschließend zum Säuberungsstrahlen. Danach können sie den riesigen Backofen verlassen und in der Serienfertigung der MTU weiter bearbeitet werden.

**TEXT: MARCEL ROTHMUND
BILDER: ROBERT HACK**

Ihre Fragen beantwortet:
Harald Münch
harald.muench@mtu-online.com
Tel. +49 7541 90-4341