

## ■ Vergleichbarkeit von Couponproben und Großzahnrad beim Einsatzhärten

### *Comparability of case-hardened coupon specimens and gear wheels*

*Due to geometrical effects during quenching the standard 30 mm coupon specimen mismatches the micro structure and case-hardening-depth (CHD) of a large gear wheel. Therefore Det Noske Veritas demands research on the significance and reliability of different sized coupon specimens used to verify heat treatment.*

*In the future selection of size two specimen types are given in ISO6336-5 section 6.5 "coupon specimens":*

- *Specimens of indefinite shape without any requirements on match of the specimens and components micro structure*
- *Specimens who are representative for micro structure and hardness of the heat treated gear wheel.*

*The aim of this project is to approve today's strategy using a standard 30 mm diameter specimen to verify the heat treatment of gear wheels. Furthermore it will be reviewed, if it is legal to verify the heat treatment with specimens of unique size, especially under consideration of ISO6336-5.*

*The project is split into 3 different fields of investigation:*

- *data mining to assemble operational experience already available from the industrial project partners,*
- *round robin test comparing a gear wheel and three different sized coupon specimens:  $\varnothing$  35, 75 and 150 mm,*
- *simulation of the case-hardening process to make further information available and specific affairs easier comprehensible.*

Bisher wurden Großproben nur zur Überwachung der Wärmebehandlung benutzt (ISO6336-5, Probentyp 1). Im Vergleich einer üblichen Couponprobe mit einem Durchmesser von 30 mm zu den wärmebehandelten Bauteilen ergeben sich jedoch häufig auf Grund des unterschiedlichen Abkühlverhaltens Abweichungen im Gefüge (Martensit, Restaustenitgehalt) und der Einsatzhärtungstiefe (Eht).

Insbesondere Forderungen von Det Noske Veritas zum Wärmebehandlungsnachweis erfordern Untersuchungen zur Aussagefähigkeit mitbehandelter Couponproben unterschiedlicher Größe in Bezug auf die Übereinstimmung von Gefüge und Eht. Bei der Auswahl der Größe der Couponproben sind künftig die Forderungen von ISO6336-5 zu beachten. Hier sind in Abschnitt 6.5 „Coupon“ zwei Probentypen angegeben:

- Proben zur Prozesskontrolle ohne Anforderungen an Form und Größe, wobei das aus der Mitbehandlung resultierende Gefüge der Probe in Bezug auf das Gefüge des Bauteils nicht repräsentativ sein muss.
- Für die Abschreckwirkung des Bauteils repräsentative Probenkörper: Übereinstimmung des Gefüges und der Härte mit dem behandelten Zahnrad im Kernbereich der 30°-Tangente. Die Abmessungen der Probe sollen mindestens 6 × Modul für den Durchmesser und 12 × Modul für die Länge betragen.

Der Werkstoff der Couponproben soll hierzu der chemischen Zusammensetzung und der Härtebarkeit des Bauteilwerkstoffs entsprechen.

In dem Projekt sollen Vorgehensweisen gefunden und beschrieben werden, die eine hohe Treffsicherheit in der Übereinstimmung Couponprobe und Bauteil gewährleisten. Es soll untersucht werden, ob die heutige Vorgehensweise, die Einsatzhärtungsbehandlungen von Großbauteilen, insbesondere von Zahnradern, anhand von Couponproben einheitlicher Größe zu beurteilen, im Hinblick auf die Vorschriften der neuen ISO 6336-5 zulässig ist und

zu bauteilrelevanten Ergebnissen führt. Es soll ferner aufgezeigt werden, unter welchen Randbedingungen die bisherige Probe mit einem Durchmesser von 30 mm aussagekräftig ist und wann auf größere Proben übergegangen werden muss.

Das in drei Phasen aufgeteilte Vorhaben sieht zunächst eine Bestandsaufnahme des bereits in der Industrie vorhandenen Wissens vor. Darauf aufbauend wird in einem Ringversuch mit verschiedenen Couponprobegrößen und einem Großzahnrad anhand der Korrelation von Kennwerten zwischen Couponprobe und Zahnrad die optimale Probengeometrie bestimmt. Durch die rechnergestützte Simulation des Einsatzhärtungsprozesses wird die Auswertung der im Versuch erzeugten Ergebnisse begleitet und zusätzliche Transparenz in den jeweils entscheidenden Vorgängen während des gesamten Prozesses gewährleistet.

Die Ergebnisse der ersten Phase, in der zunächst das Wissensmanagement anhand der Erfahrungen der Industriepartner mit dem Einsatz verschiedener Probengeometrien vorgesehen war, lieferten erste Hinweise auf die maßgeblichen Einflussfaktoren des Einsatzhärtungsprozesses. Es hat sich gezeigt, dass der Aufkohlungsprozess auf das Härteergebnis verschiedener Couponproben nur unwesentlichen Einfluss hat. Dieses Ergebnis konnte durch die Simulation gestützt werden: Die Aufkohlungstiefe wird erst dann maßgeblich von der Probengröße beeinflusst, wenn sich die Aufkohlungstiefe und der Durchmesser der Probe stark annähern. Ferner konnte in der Industrie festgestellt werden, dass zwischen einer Couponprobe von ca. 75 mm Durchmesser und größeren Varianten keine deutlichen Unterschiede im Härteergebnis mehr auftraten (siehe Bild 1). Die Simulation stützt diese Aussage ebenfalls, da ein umwandlungsträger Stahl wie 18CrNiMo7-6 durch die Abkühlverzögerung im Kern nicht mehr maßgeblich beeinflusst wird. Ein deutlicher Unterschied wird jedoch zwischen einer 35 mm und einer 75 mm-Probe feststellbar, da hier die schnellere Abkühlung der 35 mm-Probe zu einer Abnahme des kritischen Kohlenstoffgehalts führt.

Bild 1: Berechnung mit Sysweld™: Darstellung der Martensitverteilung in der Randschicht einer einsatzgehärteten 35, 75 und 150 mm Couponprobe

Bearbeitung durch IWT-Werkstofftechnik  
Förderung: Stiftung Industrieforschung / FVA

