

Prozessfähigkeitsbewertung des Wärmebehandlungsverfahrens Einsatzhärten

Dr.-Ing. Peter Sommer

Der bundesweite Ringversuch zur Prozessfähigkeitsbewertung des Einsatzhärtens zeigte, dass alle beteiligten Unternehmen die in der DIN EN 6773:2001-04 angegebenen Streubreiten für die Einsatzhärtungstiefen 0,8 + 0,4 mm bzw. 0,15 + 0,15 mm einhalten konnten. Bis zu 90 % der Unternehmen konnten diese Streubreite sogar um 50 % reduzieren. Selbst diese bereits sehr eingegengten Messwert-Streuungen waren jedoch keine Garantie für die Erzielung von cp-Werten > 1,33, 1,67 oder gar 2,0 (6 Sigma).

Im Bemühen eines Prozessfähigkeitsnachweises werden die Wärmebehandlungsbetriebe in zunehmendem Maße von ihren Auftraggebern mit cp- bzw. cpk-Vorgaben konfrontiert. Diese Forderungen sind den Betrachtungen von Messvorgängen einfacher physikalischer Größen, z.B. Maße, Gewichte etc. entnommen und werden auf Wärmebehandlungsprozesse übertragen. Die Wärmebehandlung ist jedoch ein sehr komplexer fertigungstechnischer Ablauf, bei dem das Ergebnis des zu garantierenden Prozesses nicht ausschließlich durch die Wärmebehandlung selbst bestimmt wird, sondern in erheblichem Maße von der Bauteilgeometrie und dem verwendeten Stahl abhängig ist. Erschwerend kommt hinzu, dass die Prüfungen mit Härteprüfgeräten erfolgen, deren normzulässige Messwert-Streuungen deutlich höher sind als die Forderungen an Messgeräte zur Bestimmung der Prozessfähigkeitsbewertung.

Der Industrieverband Härtetechnik hat für seine Mitgliedsunternehmen deshalb einen bundesweiten Ringversuch durch das akkreditierte Werkstofflabor Dr. Sommer Werkstofftechnik durchführen lassen, um die Anwendbarkeit einer Prozessfähigkeitsforderung objektiv zu bewerten. Parallel zu dem Ringversuch bei den Lohnhärtereien wurde ein Ringversuch auch in Betriebshärtereien durchgeführt.

Jeder beteiligte Betrieb erhielt anonymisiert 50 Proben der Abmessung 19 mm \varnothing x 10mm eines identischen Vormaterials aus 16MnCr5. Diese Proben waren in Losen zu jeweils 5 Stck. zehn verschiedenen Behandlungschargen beizulegen. Der verwendete Ofen und das Behandlungsprogramm durften dabei nicht verändert werden. Da die Proben mit Bauteilen ganz unterschiedlicher Abmessungen chargiert wurden, wurde bei der Bewertung nur der cp-Wert herangezogen. Bei den Prüfungen wurden stets die gleichen Prüfgeräte, die gleichen Mitarbeiter und die gleichen Auswerteroutinen verwendet.

Bei den Auswertungen zeigte sich zwischen den Lohn- und Betriebshärtereien kein signifikanter Unterschied, **Tabelle 1 und 2**. Unter Berücksichtigung aller bereits eingangs genannten Einflussfaktoren, die bei diesem Ringversuch weitestgehend konstant gehalten werden konnten, sollten die Vorgaben für die Prozessfähigkeitskennwerte bei Wärmebehandlungsarbeiten neu überdacht werden. Eine direkte Übernahme der cp- und cpk-Bewertung aus der mechanischen Fertigung wird dem komplexen Prozess der Wärmebehandlung in Verbindung mit realen Bauteilen nicht gerecht.

Prozessfähigkeitsbewertung des Wärmebehandlungsverfahrens Einsatzhärten

Prüfmerkmal	Werte innerhalb der DIN-Toleranz	Werte innerhalb der halben DIN-Toleranz	Mittlerer Range	cp-Werte		
				> 1,33	> 1,67	Mittelwert
Obfl.: 58+4 HRC Lohnhärtereien	100 %	90,5 %	1,35 HRC	45,4 %	12,5 %	1,30
Obfl.: 58+4 HRC Betriebshärtereien	100 %	92,7 %	1,09 HRC	66,7 %	25,0 %	1,47
Eht: 0,8+0,4 mm Lohnhärtereien	100 %	73,7%	0,15 mm	26,1 %	4,3 %	1,08
Eht: 0,8+0,4 mm Betriebshärtereien	100 %	76,5 %	0,14 mm	38,5 %	0,0 %	1,16

Tabelle 1: Zusammenfassung der Ergebnisse der Serie Eht₅₅₀ = 0,8 +0,4 mm

Prüfmerkmal	Werte innerhalb der DIN-Toleranz	Werte innerhalb der halben DIN-Toleranz	Mittlerer Range	cp-Werte		
				> 1,33	> 1,67	Mittelwert
Obfl.: 650+100 HV3 Lohnhärtereien	100 %	76,7 %	40,8 HV3	22,2 %	0,0 %	1,04
Obfl.: 650+100 HV3 Betriebshärtereien	100 %	76,7 %	37,4 HV3	28,6 %	0,0 %	1,07
Eht: 0,15+0,15 mm Lohnhärtereien	100 %	94,4 %	0,05 mm	44,4 %	0,0 %	1,04
Eht: 0,15+0,15 mm Betriebshärtereien	100 %	94,3 %	0,05 mm	28,6 %	14,3 %	1,07

Tabelle 2: Zusammenfassung der Ergebnisse der Serie Eht₅₅₀ = 0,15 + 0,15 mm