

Dr. Michael Luke | Telefon +49 761 5142-338 | michael.luke@iwm.fraunhofer.de

SIMULATIONSGESTÜTZTE BEWERTUNG INDUKTIVER HÄRTEPROZESSE

Für das Härten großer Bauteile werden häufig Erwärmungs-Verfahren mit bewegtem Induktor angewandt. Die Prozess-Auslegung erfolgt experimentell mit iterativen Methoden oder mittels spezieller Software, die das Temperaturfeld durch die Induktor-Wirkung berechnet. Ziel ist immer die gezielte Einstellung von günstigen Werkstoff- und Eigenspannungszuständen. Durch den Einsatz effektiver Mapping-Techniken und einer erweiterten Simulationsumgebung konnten für einen Induktionsprozess zusätzliche werkstoffkundliche Informationen ermittelt werden. Simulationsgestützte Bewertungsmethoden bieten insbesondere den Vorteil, messtechnisch schwer erfassbare Kenngrößen im Werkstoff während eines Prozesses nachvollziehen zu können und die Auswirkung von Prozess-Änderungen kostengünstig am Computer zu testen.

Die entwickelte Methodik ermöglicht es, aus einem vorliegenden stationären Temperaturfeld durch eine hinzugefügte virtuelle Bewegung des Induktors den Temperatur-Zeit-Verlauf im Bauteil abzubilden und somit die Austenitisierung beim Aufheizen und die Phasenumwandlungen beim Abkühlen berechnen zu können.

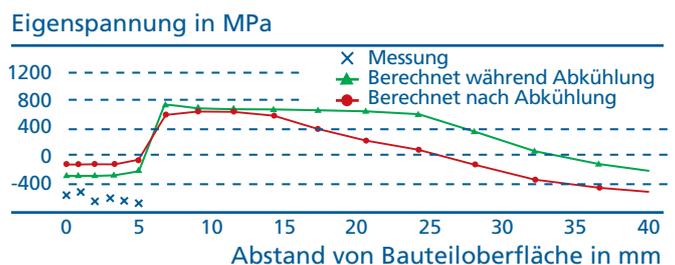
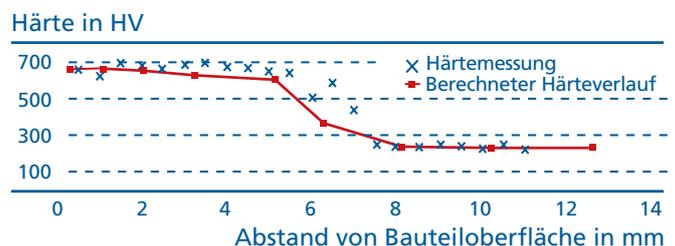
Abschätzung von Einhärtetiefen

Durch die orts aufgelöste Berechnung der Temperatur-Geschichte des betrachteten Bauteils konnte mithilfe der Implementierung von Temperatur-Zeit-Umwandlungsschaubildern die zeitliche Entwicklung des Ausgangswerkstoffs zu Austenit und beim Abkühlen zu Ferrit, Perlit, Bainit und Martensit berechnet werden. Dies ermöglicht eine Abschätzung der Einhärtetiefe (Abbildung 1 oben).

Vorhersage entstehender Eigenspannungszustände

Aufgrund von thermischen und Umwandlungs-Dehnungen entstehen bleibende lokale mechanische Spannungen im Bauteil. Durch die Kenntnis der metallurgischen Phasenanteile können für den induktiven Härteprozess die Eigenspannungsverteilung im Bauteil berechnet und ungünstige Zugeigenspannungsfelder identifiziert werden. Abbildung 1 (unten) zeigt, dass im Vergleich zu typischen experimentellen Messungen der Bereich der Zugspannungen zusätzlich erfasst wird. Die Abweichung im Absolutwert resultiert aus derzeit noch unvollständigen Mapping-Daten im Bereich der Abkühlung.

Frank Schweizer



1 Gemessener und berechneter Härteverlauf (oben) und Eigenspannungen (unten) in Abhängigkeit der Bauteiltiefe.