

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das Forschungsvorhaben Nr. AiF 15463 BR des Gemeinschaftsausschuss' Kaltformgebung e.V. (GAK) wurde im Programm zur Förderung der "Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)" vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) über die AiF finanziert. Es wurde von der Eisendraht- und Stahldrahtvereinigung (ESV) und dessen projektbegleitendem Gremium unterstützt.

# Optimierung des Vergüteprozesses SiCr-legierter Federstahldrähte in Verbindung mit der Wärmebehandlung daraus zu fertigender hoch belastbarer Federn

Das Ziel des Projektes war das ermitteln von aufeinander abgestimmten Wärmebehandlungsparametern in ölschlussvergütender Draht- und anschließender Federnfertigung mit denen der Draht nach Durchlaufen aller Prozessschritte die optimalen Eigenschaften der Feder ermöglicht. Dabei waren alle Parameter der einzelnen Prozessschritte mit einer großen Anzahl von Variationen vollständig miteinander zu kombinieren werden. Die Zug- und Torsionskennwerte der so entstandenen Proben sollten aufgezeichnet werden. Mit Hilfe dieser Untersuchungen waren dann geeignete Parameter für die industrielle Vergütung abzuleiten und zu erproben. Die industriell erstellten Drahtproben sollten zu Federn verarbeitet und deren statische und dynamische Kennwerte ermittelt werden.

In einem ersten Schritt wurden Schmelzanalysen und Dilatometrieuntersuchungen an den Versuchsmaterialien durchgeführt. Dabei wurden die Mindesttemperaturen für die vollständige Austenitisierung der Materialien ermittelt.

Um die Grenzen der industriellen Vergütung zu ermitteln wurden zeitgleich Produktionsdaten von drei am Projekt beteiligten Drahtwerken gesammelt. Diese ermöglichten ein realitätsnahes Einstellen der Parameter der Stückvergütung. Weiterhin wurden diese Daten verwendet um Rückschlüsse auf die Vergüteparameter für eine größere Menge verschiedener Federstahldrähte zu ziehen.

Den nächsten Schritt der Untersuchungen stellte die Identifikation derjenigen Vergüteparameter dar, welche den größten Einfluss auf das Festigkeits- und Umformverhalten des Federstahldrahtes erwarten lassen. Diese Untersuchungen stützten sich auf die Ergebnisse einer durchgeführten Vergleichsvergütung in den drei am Projekt beteiligten Drahtwerken. Die Werke vergüteten diesen Draht auf eine vorgegebene Sollfestigkeit. Im Anschluss wurden an der Forschungsstelle die Zug- und Torsionskennwerte sowie die Umlaufbiegeeigenschaften von Proben dieser Drähte ermittelt. Zusätzlich wurden Proben der Drähte einem zusätzlichem Federanlassen unterzogen. Die Kennwerte der federangelassenen Proben wurden mit denen der ursprünglichen Proben verglichen. Diese Gegenüberstellung zeigte, dass sich nach erfolgtem Federanlassen trotz gleicher Zugfestigkeit der Drähte unterschiedliche technische Torsionsfließgrenzen einstellen.

Für die drei verwendeten Materialien wurden optimale Austenitisierungsregime ermittelt. Dazu wurden die Temperatur und die Zeit des Austenitisierens in einer großen Anzahl an Variationen kombiniert und anschließend einer nicht variierten Anlassbehandlung unterzogen. Von diesen Proben wurden Zug- und Torsionskennwerte ermittelt und Gefügeuntersuchungen durchgeführt. Es konnte bestätigt werden, dass die Kombination verschiedener Austenitisierungsparameter zu identischen, optimalen Gefügen führt. Dies führt zu der Erkenntnis, dass eine Produktivitätssteigerung durch höhere Austenitisierungstemperaturen, welche eine höhere Durchlaufgeschwindigkeit ermöglichen, erreicht werden kann.

Mit den ermittelten Austenitisierungsparametern wurden für alle Materialien und Durchmesser Versuchspläne mit vollständiger Kombination der Parameter des Vergütee Anlassens und des Federanlassens durchgeführt. In insgesamt jeweils 2000 Zug- und Torsionsversuchen wurden die Kennwerte der Probedrähte ermittelt. Die Auswertung dieser Versuche zeigte deutliches Potential in der Optimierung der Vergütung des Drahtes zu höheren technischen Torsionsfließgrenzen unter Berücksichtigung der Wärmebehandlung der Feder.

Für jedes Material und jeden Drahtdurchmesser wurden von der Forschungsstelle Regime ausgewählt, welche in den Durchlaufvergüteeanlagen der am Projekt beteiligten Drahtwerke zur Herstellung von Proben verwendet wurden. Aus diesen Proben wurden Federn hergestellt, deren statische und dynamische Kennwerte ermittelt wurden. Es konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen technischer Torsionsfließgrenze und Setzbetrag der Federn ermittelt werden. Die Kombinationen des Vergütee Prozesses mit der anschließenden Wärmebehandlung im Federnwerk bieten ein hohes Maß an nutzbarem Optimierungspotential, welches künftig zu Masse- und Bauraumeinsparungen führen wird. Zudem ist mit den Ergebnissen des Forschungsprojektes eine genauere Auslegung und damit höhere Auslastung von Schraubendruckfedern möglich.

## Ansprechpartner

[Dipl.-Ing. Rüdiger Lux](#), TU Ilmenau, Fak. für Maschinenbau, [Forschungsgruppe Draht und Federn](#), Max-Planck-Ring 12, 98693 Ilmenau, Tel.: +49 3677 - 69 18 65, Fax: +49 3677 - 69 12 59, <mailto:ruediger.lux@tu-ilmenau.de>