

Der Werkstoff zählt

Energieeffizienz- und Leistungssteigerung durch optimierte Stahlsorten

Oliver Rösch

Die Notwendigkeit Energie einzusparen, kann heutzutage sicherlich zu den Megatrends in Industrie und Wirtschaft gezählt werden. In Zusammenarbeit mit der Hirschvogel Umformtechnik GmbH hat die Georgsmarienhütte GmbH verschiedene Stähle entwickelt, die wesentlich zur Energieeinsparung beitragen können. Über zwei Stähle erfahren Sie hier mehr.

Ausgehend von den immer knapper werdenden Ressourcen Energie und Zeit ergeben sich die aktuellen Anforderungen der Automobilindustrie. Diese werden durch strikte gesetzliche Vorgaben, wie z. B. für den CO₂-Ausstoß, noch verstärkt. Auch die Einführung der EEG-Umlage und des Emissionshandels haben den Handlungsdruck auf die Automobilindustrie, aber auch auf Schmieden und Stahlwerke deutlich erhöht.

Die Bereitstellung des „auf die Anwendung passenden“ Stahlwerkstoffes spielt bei der Beantwortung dieser aktuellen Megatrends eine große Bedeutung.

Die gute Zusammenarbeit zwischen Stahlhersteller und Stahlanwender ist dabei unerlässlich, gewährleistet sie doch die zielgerichtete und effiziente Entwicklung neuer Stähle. Neben der Erarbeitung eines präzisen Lastenhefts für die mechanisch-technologischen Eigenschaften der neuen Stähle wird auch die gleichzeitige Einbindung in Kon-

zepte für energie- und kosteneffektive Prozessrouten sichergestellt. Somit können neuentwickelte Stähle mit angepassten Fertigungskonzepten deutlich zur Steigerung der Energieeffizienz und der Wirtschaftlichkeit beitragen.

Bild 01 zeigt die Erfüllung des sogenannten „20-20-20-Ziels“. Diese leiten sich aus dem EU-2030-Klima- und Energierahmen ab. In diesem Rahmen haben sich die EU-Mitgliedsstaaten verpflichtet die Treibhausgasemission um mindestens 20 % gegenüber 1990 zu reduzieren, einen Anteil von 20 % erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch zu erreichen und ihre Energieeffizienz um 20 % zu erhöhen.

Zusammenarbeit beim Prozess

Die Erreichung der Ziele des neu entwickelten Stahls und somit die genaue Erfüllung der Anforderungen des fertigen Bauteiles stellt für jeden einzelnen Schritt am Produktionsprozess eine Herausforderung dar. Bei der Georgsmarienhütte wurde deshalb bereits früh das Know-How der einzelnen Prozessverantwortlichen zusammen mit dem Kunden in einem Projektteam gebündelt. Auch den Anforderungen des Werkstoffes an optimierte Prozessketten kann

auf diesem Wege frühzeitig Rechnung getragen werden.

Die hier vorgestellten neuen Stähle wurden zusammen mit der Hirschvogel Umformtechnik GmbH entsprechend dem gerade beschriebenen Prozess entwickelt. Bei den Stählen handelt es sich um den H2_{Struktur} und den H50.

Beim Stahl H2 handelt es sich um einen mikrolegierten, bainitischen Stahl. Dieser kann sowohl warm oder halbwarm umgeformt werden und erreicht die gewünschten mechanischen Eigenschaften durch eine kontrollierte Luftabkühlung. Außerdem kann dieser Stahl auch als Einsatzstahl verwendet werden.

Die zweite Stahlientwicklung H50 weist einen mittleren Kohlenstoffgehalt auf und ist besonders für die Halbwarmumformung geeignet, der sich eine induktive Härtung anschließt.

Bainite für Strukturkomponenten

Die wachsende Bedeutung der Energieeffizienz gilt sowohl für den Herstellungsprozess als auch für den Energieverbrauch der fertigen Komponenten und natürlich des Endproduktes.

Oliver Rösch ist Leiter Anwendungs-entwicklung bei der Georgsmarienhütte GmbH in Georgsmarienhütte

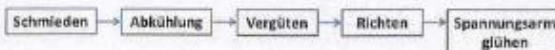


01 Aktueller Trend bei der Erfüllung der 2020 Energieeinsparziele [2]

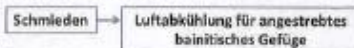
02 Vergleich der Prozessschritte eines mikrolegierten bainitischen Stahles mit einem Vergütungsstahl

03 Liegerungszuschlag für ausgewählte Stahlsorten

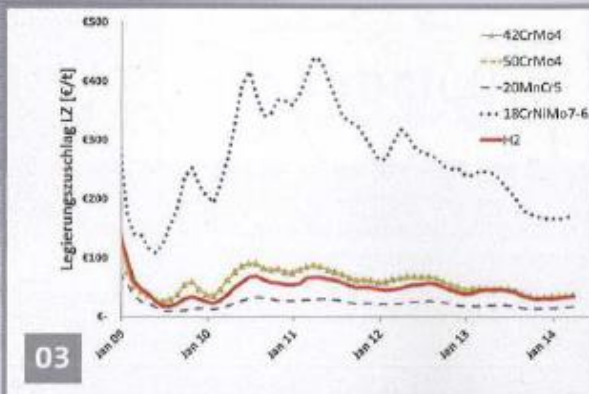
Vergütungsstähle



Mikrolegierte Bainite



02



03

Als Lösung bietet sich die Kombination der Vorteile von verschiedenen Legierungs- und Wärmebehandlungssystemen an. Ausscheidungshärtende Stähle wie die AFP-Stähle erhalten ihre mechanischen Eigenschaften direkt nach dem Schmieden durch eine gesteuerte Abkühlung der Bauteile aus der Schmiedehitze. Eine nachfolgende Wärmebehandlung kann entfallen, wodurch Prozesskosten gespart werden. Oft kann sogar auf das Richten der Bauteile und die damit notwendige Risskontrolle verzichtet werden. Im Vergleich zu Vergütungsstählen zeigen diese Stähle allerdings eine geringere Streckgrenze und Kerbschlagarbeit.

Der neuentwickelte, mikrolegierte H2_{Struktur} nutzt dieses Potential und bietet sowohl die Vorteile der ausscheidungshärtenden AFP-Stähle als auch der Vergütungsstähle. Somit können neben kurzen Prozesszeiten gleichzeitig gute mechanische Eigenschaften erreicht werden.

Ein großer Vorteil des H2_{Struktur} liegt in seinem kostengünstigen Legierungskonzept ohne die Verwendung von Molybdän als Legierungselement. So zeigt das Bild 03 die Entwicklung des sogenannten Liegerungszuschlages verschiedener Stähle über die letzten Jahre. Zusammen mit den dadurch entstehenden möglichen Einsparungen in

der Wärmebehandlung erlaubt damit der H2_{Struktur} die Herstellung von kostengünstigen sowie hochfesten Bauteilen.

Tabelle 1 vergleicht am Beispiel von Injektorkörpern aus modernen Dieseleinspritzsystemen die mechanischen Eigenschaften von Bauteilen, welche aus drei verschiedenen Stählen konventionell geschmiedet wurden. Es ist deutlich zu erkennen, dass der lufthärtende H2_{Struktur} die gleichen mechanischen Eigenschaften erreicht wie der Vergütungsstahl 42CrMo4

und zwar sowohl für die Streckgrenze als auch für die Kerbschlagarbeit.

Hohe Werte für Streckgrenze und Kerbschlagarbeit könnten zu einem verschlechterten Zerspanungsverhalten führen. Jedoch zeigen Zerspanungsversuche, die am ISF in Dortmund an verschiedenen Stählen durchgeführt wurden, die gute Zerspanbarkeit des Legierungskonzeptes des H2_{Struktur}. Dabei lag der Schwefelgehalt der untersuchten Schmelze bei nur 0,012 Gew. %.

04 Beispiele für Bauteile aus H2_{Struktur}. Warmgeschmiedetes Rail für eine Dieseleinspritzsystem (links) und eine kaltumgeformte Getriebewelle (rechts)



Tabelle 1: Mechanische Eigenschaften von warmgeschmiedeten Injektorkörpern [4]

Bauteil	Stahlsorte	R _m / MPa	R _{p0.2} / MPa	A / %	Z / %	Av / J
Injektorkörper	42CrMo4	940	850	15	57	95
	50CrMo4	1170	1070	12	45	52
	H2	1050	800	16	65	115


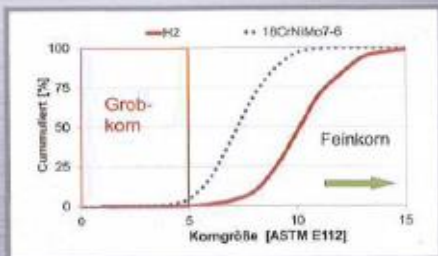
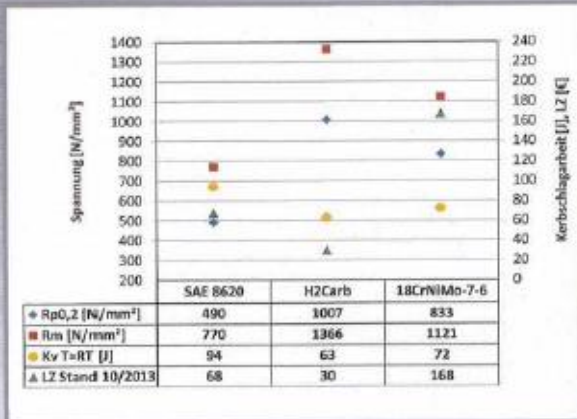
Part: Flanged Shaft	Material	R _m / MPa	R _{p0.2} / MPa	A / %	Z / %	Av / J
	H50	930	550	13	60	13

Tabelle 2: Mechanische Eigenschaften eines wärmschmiedeten H50 Bauteils



05 Korngrößenverteilung nach dem Einsatzhärten bei 1000 °C für 150 min



06 Vergleich der mechanischen Eigenschaften und der Legierungszuschläge vom H2_{carb}, 18CrNiMo7-6 und SAE 8620

Stahl zum Einsatzhärten

Ein weiterer Vorteil des H2_{Struktur} stellt die gute Einsatzhärbarkeit des Stahls dar. Dies gilt für das resultierende Kohlenstoffprofil, besonders aber für die Korngrößenverteilung nach dem konventionellen Einsatzhärten. Einen Vergleich zwischen dem H2_{Struktur} und dem typischen Einsatzstahl 18CrNiMo7-6, verdeutlichen **Bild 05** exemplarisch. Während beide Stähle vergleichbare Kohlenstoffprofile ausbilden, ist die feinere Korngröße beim H2_{carb} aufgrund der gesteigerten Gefügehomoogenität als vorteilhaft anzusehen.

Dieses Aufkohlungsverhalten erzielt der H2_{Struktur} trotz eines kostengünstigen Legierungsdesign ohne Molybdän. Der H2_{Struktur} bietet damit das Potential deutlich teurerer Legierungskonzepte ohne Härteeinbußen. Dies eröffnet die Perspektive auf hochfeste Bauteile zu verbesserten wirtschaftlichen Konditionen.

Bild 06 verdeutlicht die wirtschaftlichen Möglichkeiten des H2_{Struktur}. Es werden die Festigkeitsergebnisse vom H2_{Struktur} mit denen der Einsatzstähle SAE 8620 und 18CrNiMo7-6 vor dem Hintergrund der Legierungskosten verglichen.

Stahl für die Halbwarmumformung

Induktive Härteanlagen zeichnen sich neben weiteren Vorteilen durch ihren geringen Platzbedarf aus. Dadurch ist es möglich, diese Anlagen direkt in den Produktionsprozess einzubeziehen und so einen Single-Piece-Flow zu ermöglichen. Geringere Investitionen und ein deutlich geringerer Chargenvorlauf sind das Resultat.

Um die Vorteile aus der Kombination einer Halbwarmumformung mit einer anschließenden Induktivhärtung nutzen zu können, wurde der neue Stahl H50 mit mittlerem Kohlenstoffgehalt entwickelt. Nach dem Wärmeschmieden und einer kontrollierten Luftabkühlung zeigt der H50 eine hohe Kernhärte. Das Gefüge besteht dabei aus Perlit und ca. 5 % Ferrit. Anschließend werden die Schmiedebauteile induktiv gehärtet. Die mechanischen Eigenschaften des H50 sind in **Tabelle 2** aufgeführt. Bezüglich der Korngröße wies der Schaft eine gute Korngrößenkennzahl von 7 bis 9 auf.

Neue Möglichkeiten mit Stahl

Durch eine intensive und offene Zusammenarbeit zwischen Stahlhersteller und

Stahlanwender ist es möglich, optimale Lösungen für die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen bei Bauteilen aus Stahl zu finden. Dabei werden hervorragende mechanische Bauteileigenschaften bei gleichzeitiger Energie- und Kosteneinsparung im Gesamtprozess erzielt. Diese Zusammenarbeit kann sogar soweit gehen, dass Bauteile, die jahrelang nicht aus Stahl gefertigt wurden, neuerdings wieder aus Stahl gefertigt werden. Die Entwicklung und Kundenanpassung von Stählen eröffnet die Möglichkeit für den Stahlanwender, dass Produktionsprozesse energie- und zeitoptimiert zu verbessern.

Fotos: Bild 03 Georgsmarienhütte, Bild 04 und Tabelle 2 Hirschvogel Umformtechnik GmbH

www.gmh.de

Literaturverzeichnis: [1] ICCT Policy Update Paper 2014, www.theicct.org
 [2] European Commission, www.ec.europa.eu/energy/efficiency/
 [3] Beyer, C., Weidel, S., Raedt, H.-W.: Konstruktion, September 9-2012, IW 8
 [4] Beyer, C., Gervelmeyer, J., Raedt, H.-W., Rösch, O.: Konstruktion, September 9-2013, IW 6