

Bainitischer Stahl für Strukturbauteile und einsatzgehärtete Komponenten

## Fester und zäher Schmiedestahl

Schmiedebauteile zeichnen sich durch gute dynamische Eigenschaften aus. Das macht sie unter anderem attraktiv für Sicherheits-, Hochleistungs- oder Leichtbauteile für den Automobil- und Anlagenbau (Bild 1).

Für Strukturbauteile im Automobilbau bieten sich zwei Gruppen von Schmiedestählen an: AFP und Vergütungsstähle. Die in den 1970er bis 1980er Jahren eingeführten AFP-Stähle (ausscheidungshärtende ferritisch-perlitische Stähle) haben den Herstellungsprozess von Schmiedeteilen verkürzt. AFP-Stähle werden mit einer kontrollierten Luftabkühlung direkt nach dem Schmieden auf ihre Zielfestigkeit eingestellt. Dadurch werden die Kosten reduziert: Im Gegensatz zu Vergütungsstählen benötigen sie keine nachträgliche Wärmebehandlung, müssen nicht aufwendig auf Härterisse untersucht werden und sind relativ verzugsarm. Vergütungsstähle weisen aber im Gegensatz zu AFP-Stählen eine höhere Streckgrenze und gleichzeitig eine höhere Kerbschlagzähigkeit auf.

### Lufthärtender Stahl

Mikrolegierte lufthärtende bainitische Stähle wie der Stahl

H2 schließen die Lücke zwischen AFP-Stählen und Vergütungsstählen und vereinen deren Vorteile. Sie durchlaufen einerseits die kurze Prozesskette der AFP-Stähle und weisen andererseits ähnlich gute mechanische Eigenschaften wie die Vergütungsstähle auf.

Die Hirschvogel Automotive Group hat gemeinsam mit einem Stahlhersteller den lufthärtenden bainitischen Stahl H2 (steht für „Hirschvogel-Schmelze Nr. 2“) mit sehr preisgünstiger Legierungslage entwickelt. So kann hier auf teure Legierungselemente wie beispielsweise Mo oder Ni verzichtet werden. Die hohen Festigkeits- und Zähigkeitswerte werden auf Basis der bainitischen Gefügestruktur mittels Mikrolegierungen und einer optimierten Temperaturführung im Prozess erreicht (Bild 2).

Bild 3 zeigt dazu einen Kostenvergleich von Schmiedeprodukten mit einem Gewicht von 1 bis 5 kg. AFP-Stähle bieten hier die geringsten Kosten. Der bainitische Stahl H2, der zurzeit erst in geringen Mengen produziert wird, ist im Vergleich zu AFP-Stählen nur geringfügig teurer. Vergütungsstähle wie der 42CrMo4 weisen die höchsten Gesamtkosten auf, da die Bauteile nach dem Schmieden noch zusätzlich vergütet und eventuell gerichtet und rissgeprüft werden müssen. Da Bauteile aus dem lufthärtenden Stahl H2 eine wesentlich kürzere Prozesskette als Vergütungsstähle haben, verringern sich die Kosten um mehr als 50 % im Vergleich zum Vergütungsstahl 42CrMo4.

### Vorteilhafte Eigenschaften

Anders als bei den AFP-Stählen können mit dem Stahl H2



Bild 1

Exzenterwelle aus H2-Stahl

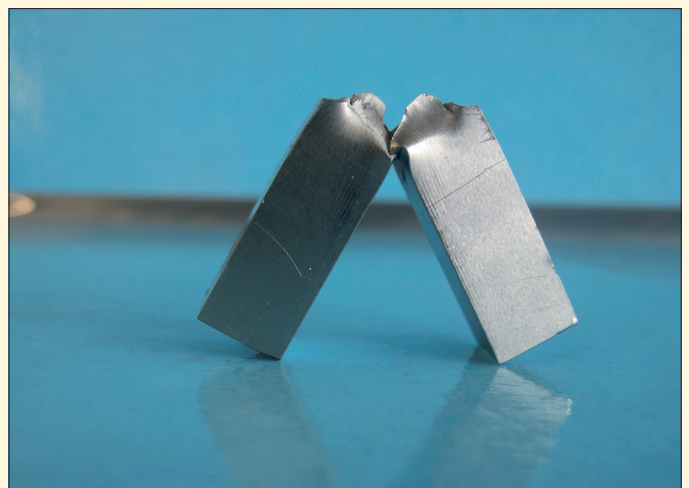


Bild 2

Nicht durchgebrochene Kerbschlagprobe aus H2-Stahl aufgrund hoher Kerbschlagarbeit

auch bei einer Halbwarmumformung bei etwa 950 °C und nicht nur bei der Warmumformung bei etwa 1250 °C hohe Festigkeiten aus der Umformhitze heraus erreicht werden. Weiterhin zeigen geschmiedete Bauteile mit einer Luftabkühlung aus dem H2-Stahl

erheblich höhere Werte für die Streckgrenze kombiniert mit einer gleichzeitig wesentlich höheren Kerbschlagzähigkeit (Bild 4) im Vergleich zum AFP-Stahl.

Der H2-Stahl erscheint ferner auch interessant für eine Anwendung als Einsatzstahl. Er besitzt

#### Autoren

Dr.-Ing. Christophe Beyer,  
Werkstoffentwicklung  
Dr.-Ing. S. Weidel,  
Leiter Forschung und Entwicklung  
Dr.-Ing. H.-W. Raedt  
Leiter Advanced Engineering  
Alle: Hirschvogel Automotive Group

Kontakt:  
Hirschvogel Umformtechnik GmbH  
Christophe Beyer  
Dr.-Manfred-Hirschvogel-Straße 6  
86920 Denklingen  
Tel.: 0 82 43/291-605  
E-Mail:  
christophe.beyer@hirschvogel.de  
www.hirschvogel.com

eine hohe Härtebarkeit vergleichbar mit der eines 18CrNiMo7-6, weist aber signifikant reduzierte Materialkosten auf. Im Juni 2012 lag beispielsweise der Legierungszuschlag für den Stahl 18CrNiMo7-6 bei 288 €/t und für den Stahl H2 bei 54 €/t. Auch die mechanischen Eigenschaften ein-satzgehärteter Bauteile aus H2-Stahl sind mit denen des kon-ventionellen Einsatzstahls 18CrNiMo7-6 vergleichbar. Die Beständigkeit gegen Kornwachs-tum des H2-Stahls stellt sich bei Grundlagenversuchen sogar hö-her dar.

**Zusammenfassung**

Der Stahl H2 stellt eine attrak-tive Legierung dar, welche die po-sitiven Eigenschaften von zwei Stahlgruppen in sich vereint. Für die Warm- und Halbwarmumfor-mung werden die günstigen Kos-ten der AFP-Stähle mit den guten mechanischen Eigenschaften von Vergütungsstählen kombi-niert. Der Einsatz des mikrolegierten Stahls H2 anstelle von hochlegier-ten und somit teuren Einsatzstäh-len kann zu einer signifikanten Kosteneinsparung führen. Seit Anfang 2012 wird dieser Stahl se-rienmäßig produziert und für au-tomobile Anwendungen zum Bei-spiel in der Hochdruck-Dieslein-spritzung erprobt.

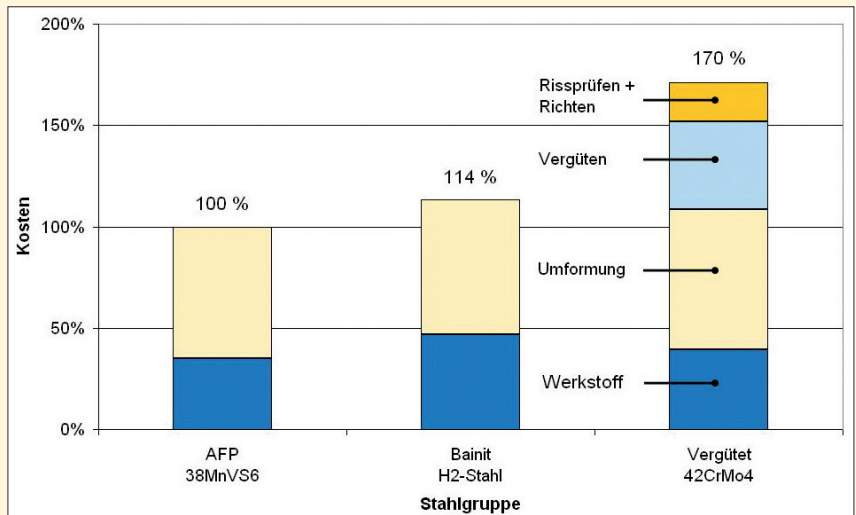


Bild 3

Beispielhafte Kostenverteilung bei Schmiedebauteilen in der Gewichtsklasse 1 bis 5 kg

Bauteil	Werkstoff	R <sub>m</sub> / MPa	R <sub>p0,2</sub> / MPa	A / %	Z / %	Av / J
Common-Rail	38MnVS6	1000	730	13	37	10
	H2	1100	870	14	64	29
Exzenterwelle	38MnVS6	880	650	20	50	13
	H2	1160	850	14	54	45
Injektorkörper	42CrMo4	970	890	16	57	92
	50CrMo4	1220	1125	12	45	45
	H2	1050	910	14	65	53

Bild 4

Gemessene mechanische Eigenschaften (R<sub>m</sub>: Zugfestigkeit; R<sub>p0,2</sub>: Streckgrenze; A: Dehnung; Z: Ein-schnürung; Av: Kerbschlagarbeit)

**Kostengünstiger Korrosionsschutz für Lager und Komponenten**

Für Wälzlager und Metallteile, die dem direkten Einfluss von Feuch-tigkeit oder korrosiven Medien ausgesetzt sind, bietet NKE Aus-tria GmbH einen galvanischen Überzug als kostengünstigen Schutz gegen Korrosion. Die neue, verbesserte Beschichtung SQ171E ist noch dünner und länger korrosionsbeständig als ihre Vorgängerversion. Die Beschich-tung schützt Lager und Kom-ponenten in der Fördertechnik, in Landmaschinen, in der che-mischen und pharmazeutischen Industrie und bei Kompressoren und Pumpen. Die Beschichtung eignet sich für Standard- und Son-derlager sowie alle Metallteile, die

feuchten oder korrosiven Umge-bungen ausgesetzt sind. Auch ma-schinell bearbeitete Oberflächen wie zum Beispiel Laufbahnen können mit SQ171E beschichtet werden. Die Beschichtung bietet Schutz gegen Wasser, Kondensa-tion und schwach alkalische oder saure Reinigungsmittel. Als zu-sätzliche Option für noch besse-ren Schutz ist die Beschichtung mit einer Versiegelung auf Silikat-basis erhältlich. Dank der verrin-gerten Schichtdicke von 2 bis 4 µm können beschichtete und un-beschichtete Teile problemlos un-tereinander ausgetauscht werden. Gemäß DIN 58979:2008 erreicht die Beschichtung bei 4 µm

Schichtdicke mindestens 96 Stun-den Standzeit ohne Überzugskor-rosion (Weißrost) oder Grund-werkstoffkorrosion (Rotrost). Die Beschichtung wurde in neutralen Salzsprühnebeltests gemäß DIN EN ISO 9227 NSS geprüft. Die Passivierung enthält kein 6-werti-ges Chrom und entspricht damit der RoHS-Richtlinie. Im Vergleich zu rostfreiem Stahl ist SQ171E kostengünstiger, bietet aber einen noch höheren Korrosionsschutz.

NKE AUSTRIA GmbH  
Im Stadtgut C4  
A-4407 Steyr  
Tel.: 00 43 72 52/86 66 73 45  
www.nke.at



Das beschichtete Teil (vorn) weist auch nach Salzsprühnebeltest keine erkennbaren Korrosionsspuren auf; das unbeschichtete Referenzteil (hinten) ist angerostet