



**Swiss
Steel**
Group

White Paper: Hochfeste Spezialstähle für Hightech-Anwendungen

Juni 2024

Einleitung

Die Anforderungen an die Bauteilqualität von Hightech-Anwendungen steigen kontinuierlich. Sie betreffen unter anderem hohe Wirkungsgrade, zunehmende dynamische Belastungen und eine lange Lebensdauer. Für Stahlhersteller bedeutet das: Um am Markt langfristig bestehen zu können, sind kosteneffiziente Prozesse für den Anwender unabdingbar. Je nach Branche variieren die Ansprüche an die Eigenschaften des Werkstoffs, an seine Verarbeitbarkeit und an die damit erreichbaren Maßtoleranzen am Bauteil sehr stark. Deshalb sind Stahlhersteller gefragt, die das Potenzial des Stahls kennen, ihn gezielt modifizieren und ihn in gleichbleibend hoher Qualität reproduzierbar herstellen können. Denn Zulieferer und Hersteller der Automobilindustrie, der Hydraulik und des Maschinenbaus sind zunehmend gezwungen, sich den steigenden Marktanforderungen anzupassen und bislang bewährte Stahlsorten auf den Prüfstand zu stellen.

Hydraulik

Hochfeste Stähle steigern die Produktivität, beschleunigen die Betriebsabläufe und erhöhen die Lebensdauer der Bauteile. In Steuerventilen, Verbindungselementen und Schnellkupplungen von mobilen und stationären Maschinen ermöglichen Bauteile aus modernem Stabstahl eine prozesssichere und wirtschaftliche hydraulische Kraft- und Energieübertragung. Der eingesetzte Werkstoff muss gleichzeitig hochfest und zäh sein, um dynamischen Belastungen dauerhaft standzuhalten und höchste Leckagesicherheit auch bei Tiefsttemperaturen zu gewährleisten.

Maschinenbau

Hochfeste Stähle ermöglichen Höchstleistungen, eine lange Haltbarkeit und geringe Wartungskosten – ob bei Ankerwellen in Bohrmaschinen, bei Zahnriemenrädern in Robotergelenken oder bei Spannfuttern in Werkzeugmaschinen. Der eingesetzte Werkstoff ist ausschlaggebend für die Laufgenauigkeit und damit die Wirtschaftlichkeit der Maschinentechologie. Stahlsorten mit hohen Festigkeiten und guter Zerspanbarkeit sind die Lösung für eine präzise Fertigung von dauerhaft formstabilen Bauteilen.

Automotive

Hochfeste Stähle helfen, Gewicht einzusparen, mehr Leistung zu bringen und gewährleisten eine hohe Sicherheit und Komfort – egal ob in Antriebs-, Brems- oder Assistenzsystemen. Hochleistungsstahl ermöglicht kompakte Konstruktionen, Gewichtsreduktion und höhere Wirkungsgrade. So trägt er zur

Produktion fortschrittlicher und umweltschonender Fahrzeuge bei. Zentrale Werkstoffanforderungen sind unter anderem ein hoher Reinheitsgrad und mechanische Eigenschaften, die homogen über den gesamten Stabquerschnitt verteilt sind.

Anspruchsvolle Konstruktionen verlangen einen starken Stahl

Voraussetzung für die Produktion von Präzisionsbauteilen ist die Auswahl eines Spezialstahls, der sich ideal den jeweiligen Verarbeitungsoperationen anpasst und die volle Leistung im Endprodukt bringt. Dafür eignen sich die hochfesten Spezialstähle der ETG®- und HSX®-Familie der Swiss Steel Group und deren Tochterunternehmen Steeltec.

ETG®-Stähle

Die hochfesten Spezialstähle der Swiss Steel Group ETG® 88 und ETG® 100 optimieren die Prozesse, Teilefertigung und Produktionsmöglichkeiten und zeichnen sich durch hervorragende Zerspanbarkeit aus. Mit ETG®-Stählen können mehr als 20 Standardstähle ersetzt und Produktionsprozesse verbessert werden. Das reduziert den Logistikaufwand und mindert zusätzliche Kosten. ETG® 25 ist ein hochfester Spezialstahl mit ausgezeichneter Zerspanbarkeit, Kaltumformbarkeit sowie Biege- und Schweiß Eigenschaften. Seine hohe Anfangsfestigkeit im Anlieferungszustand macht eine Wärmebehandlung überflüssig und erleichtert sekundäre Arbeitsgänge wie Richten, Reinigen und Verwerfen.

HSX®-Stähle

Die höherfesten HSX®-Spezialstähle zeichnen sich durch hervorragende Eigenschaften bei zusätzlich guter

Zerspanbarkeit aus. Mit HSX® werden Fertigungsprozesse kürzer und sicherer, was kostenrelevante Vorteile über die gesamte Prozesskette bringt.

Im Lieferzustand bereits hochfest und zerspanungsoptimiert

ETG® und HSX® sind schon im Lieferzustand hochfest und zerspanungsoptimiert und ersparen daher zusätzliche Bearbeitungsschritte wie Härten, Richten, Schleifen und Entgraten. Sie überzeugen mit hoher Bruchdehnung und Zähigkeit im Lieferzustand und ermöglichen so leichtere und kleinere Bauteile mit hoher Belastbarkeit. Sie zeichnen sich durch hervorragende Bearbeitungseigenschaften aus und bereiten den Weg zu höheren Werkzeugstandzeiten, kürzeren Maschinenstillstandzeiten und niedrigeren Produktionskosten. Die hochfesten Spezialstähle verfügen über prozessfähigen Spanbruch und machen daher Mehrmaschinenbedienung und Geisterschichten möglich. Außerdem besitzen sie gleichmäßige mechanische Eigenschaften über den ganzen Querschnitt und Abmessungsbereich und erlauben die Produktion kleinerer Einbaugrößen und somit Gewichtseinsparung oder höhere Leistung bei gleichbleibender Dimension.

Qualitätssicherung und Zuverlässigkeit

Die hochfesten Spezialstähle der ETG®- und HSX®-Werkstoffreihe weisen geringe Eigenspannungen und hohe Gleichmäßigkeit über Chargen hinweg auf. Besonders bei der Großserienfertigung sind hohe Formstabilität auch bei asymmetrischer Bearbeitung und ein gleichmäßiges Zerspanungsverhalten entscheidend für möglichst tiefe Teilekosten.

Vor Produktionsbeginn steht eine genaue Werkstoffauswahl

Was muss der Stahl im vorgesehenen Einsatzbereich leisten? Welche Ansprüche stellen Kunden und Endabnehmer an die Qualität des Bauteils? Welche Verarbeitungsschritte durchläuft der Werkstoff auf dem Weg vom Stabstahl zur komplexen Bauteilkonstruktion? Um eine gute Entscheidungsgrundlage für die Auswahl des geeigneten Materials zu schaffen, muss ein Stahlproduzent verschiedene Parameter überdenken. Denn die Wirtschaftlichkeit der Produktion und die Leistungsfähigkeit des Bauteils resultieren aus dem Gefüge und den mechanisch-technologischen Eigenschaften des Stahls.

Gezielte Werkstoffmodifikation erhöht die Qualität in der Fertigung und am Bauteil deutlich. Doch ein Restfahrrisiko besteht immer. Damit der Stahlverwender sowohl Qualität als auch Restrisiko exakt für sich bewerten kann, ist eine transparente ineinandergreifende Analyse und Planung über die gesamte Prozesskette empfehlenswert. So können die einzelnen Produktionsschritte bereits vor dem Serienlauf bei jedem einzelnen Verfahrensschritt und in der Qualitätsprüfung geplant und ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis erreicht werden. Vorteile: Serienanlaufzeiten für innovative Bauteile verkürzen sich und die Gesamtkosten über den Lebenszyklus sinken.

Quality Function Deployment (QFD)

QFD ist ein Verfahren zur Qualitätsplanung und wurde von der Swiss Steel Group speziell für die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Entwicklung, Fertigung und Vertrieb entwickelt. Das Ziel ist die optimale Umsetzung des Bedarfs,

den der Kunde an das Produkt stellt, unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren:

- Verstehen der verschiedenen Anforderungen von Anspruchsgruppen, wie z.B. Entwickler, Konstrukteure, Projekteinkäufer und Endkunden
- Kunden- und Marktanforderungen an Prozesse und Bauteile definieren und in technisch-konstruktive Merkmale übersetzen
- Bewertung der Konstruktionsmerkmale und Definition der Leistungskriterien
- Zielkonflikte und mögliche Probleme in der Realisierung im Vorfeld erkennen
- Kundenorientierte Entwicklungsstrategie entwerfen

Präventive Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA)

Die Risikoanalyse FMEA definiert vor der Umsetzung der Entwicklungsstrategie, welche möglichen Schwachstellen im Gesamtprozess auftreten können und hilft, diese zu reduzieren. Folgende Aspekte gilt es dabei zu beleuchten:

- Welche Fehler können potenziell im jeweiligen Prozessschritt auftreten?
- Wie ist die Häufigkeit der Fehler?
- Welche Möglichkeiten existieren, diese Fehler zu entdecken?
- Welche Prüfmöglichkeiten sind für den jeweiligen Prozessschritt erforderlich, um die technische Zuverlässigkeit zu erhöhen?
- Bewertung des Restfehlerrisikos und seiner Auswirkung auf Prozesskosten und Leistungsfähigkeit des Bauteils
- Maßnahmen zur Vermeidung der Risiken definieren

Auf dem Weg zur stärksten Stahllösung

Ob Mangan, Chrom, Nickel oder Mikrolegierungselemente – entscheidender Ausgangspunkt auf dem Weg zur stärksten Stahllösung sind die anforderungsgerechte Auswahl sowie Dosierung der Legierungselemente und die Einstellung des Reinheitsgrades in der Stahlschmelze. Über das erforderliche Know-how verfügen die Stahlwerke der Swiss Steel Group. Mit modernster Herstellungstechnologie wird die Basis für hoch- und höherfesten Spezialblankstahl gelegt: Der flüssige Stahl wird in der Stranggießanlage zu Knüppeln gegossen und im Walzwerk zu Draht oder Stabstahl verarbeitet. Die planvolle Steuerung der Temperatur beim Walzen spielt eine entscheidende Rolle für die Ausbildung des gewünschten Gefüges und der mechanisch-technologischen Eigenschaften des Rohmaterials.

Für die Herstellung von hoch- und höherfestem Spezialstahl variiert Steeltec den sogenannten Abzug beim Ziehprozess. Je größer die Reduktion des Stabdurchmessers beim Ziehen, desto höher ist der Verfestigungsgrad. Durch gezielte Wärmebehandlungen beeinflusst die Swiss Steel Group die mechanisch-technologischen Eigenschaften des Stahls – so wird der Werkstoff zum Beispiel in Bezug auf seine Verzugseigenschaften verbessert. Das Ergebnis sind innovative Spezialstähle, welche die allgemeine Gegenläufigkeit von Werkstoffeigenschaften bezüglich Zähigkeit und Festigkeit durchbrechen.

Qualität sichern und Zuverlässigkeit erhöhen

Die Prüfmöglichkeiten sind wichtige Werkzeuge, um präventiv evaluierte Restfehler zunächst im Werkstoff und anschließend

in den daraus gefertigten Komponenten und Bauteilen zu minimieren. Eine genaue Auswahl der Prüfmethode ist empfehlenswert, um die vom Kunden geforderte Produktqualität und Wirtschaftlichkeit vom ersten Prozessschritt bis zur Anwendung zu gewährleisten. Fundamental für die Qualitätssicherung ist die Werkstoffprüfung. Wird der Stabstahl zu dünnwandigen Bauteilen verarbeitet, ist beispielsweise eine Ultraschallprüfung sinnvoll. Nichtmetallische Einschlüsse, die das Gefüge schwächen, können so im Vorfeld detektiert werden.

Fazit

Spezialstähle der ETG[®]- und HSX[®]-Familie der Swiss Steel Group sind in verschiedensten Branchen und Industrien wesentliche Impulsgeber und Grundpfeiler der industriellen Produktion. Sie spielen weltweit eine entscheidende Rolle bei der Lösung aktueller und zukünftiger Herausforderungen. In der Automobilindustrie finden diese Stähle Anwendung in Fahrzeugchassis und Motoren. In der Bauwirtschaft dienen sie als Grundlage für stabile Strukturen in Bauwerken und Gebäuden. In der Energiebranche sind Stahlkomponenten für die Herstellung von Turbinen und Generatoren sowie für den Energietransfer von zentraler Bedeutung. Zudem sind die Werkstoffe in Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik, Fertigungsindustrie und weiteren Bereichen unverzichtbar. Die Festigkeit, Haltbarkeit und vielseitige Formbarkeit der ETG[®]- und HSX[®]-Stähle machen sie zu Schlüsselwerkstoffen für innovative Lösungen in den genannten Branchen.

Das Unmögliche ist möglich - vielseitig und hochfest

Der hochfeste Kaltstauchstahl ETG®25 benötigt keine zusätzliche Wärmebehandlung. In allen Branchen und auf der ganzen Welt schaffen Menschen das Unmögliche. Gemeinsam gestalten sie eine intelligentere, umweltfreundlichere und effizientere Zukunft für alle. Dazu zählt unter anderem auch die Weiterentwicklung von Stahl und seinen Eigenschaften, denn die Anforderungen an den Stahl verändern sich.

Optimale und gleichbleibende mechanische Eigenschaften bietet beispielsweise der hochfeste Spezialstahl ETG®25, der innerhalb der Swiss Steel Group (SSG) entwickelt wurde. Diese Eigenschaften zeigen sich über den gesamten Querschnitt und über den gesamten Abmessungsbereich gleichbleibend. Mit ETG® 25 hergestellte Komponenten übertreffen solche, die mit Standardstählen hergestellt werden insbesondere bei besonders anspruchsvollen Anwendungen. ETG® 25 ist vielseitig einsetzbar – hochfest, kalt umformbar, biegsam, zerspanbar und schweißbar – ein Multitalent also.

ETG®25 ist das Ergebnis langjähriger Forschung

In der Swiss Steel Group, die ausschließlich auf der Elektrolichtbogen-Route produziert, wird kontinuierlich mit Erfolg geforscht und weiterentwickelt. Ein Beispiel dafür ist der „Deutsche Nachhaltigkeitspreis 2024“, der an die Firmengruppe verliehen wurde. Ein anderes Beispiel für bemerkenswerten Forschungserfolg ist ETG® 25, ein hochfester Spezialstahl mit guter Zerspanbarkeit und Kaltumformbarkeit sowie hervorragenden Biege- und Schweißigenschaften. Seine hohe Festigkeit schon im Anlieferungszustand (ähnlich der Festigkeitsklasse 8.8) macht eine zusätzliche Wärmebehandlung

obsolet und demnach auch weitere Arbeitsgänge wie Richten, Reinigen und Verwerfen. Trotz seiner hohen Festigkeit eignet sich ETG® 25 besonders zum Schweißen. Um die Verschleißfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit zu verbessern, kann der ETG® 25 auch problemlos nitrocarburiert werden, dabei erhöht sich gleichzeitig die Biegegewechselfestigkeit.

ETG® 25 übertrifft das Unmögliche

Dieser Stahl ist ideal geeignet für die Produktion komplizierter Bauteile – kalt umformen, biegen, zerspanen und schweißen sind möglich. Ausschussmengen bei der Teileproduktion und CO2-Emissionen werden deutlich verringert sowie Produktionsprozesse verkürzt. ETG®25 ist kaltverformbar und hochgradig biegebar ohne Risiko der Rissbildung. So zeigte sich beispielsweise bei einem Biegeversuch nach DIN 50111 keine Rissbildung. Dabei hat sich erwiesen, dass ETG®25 bis zu 50 % stärker ist als Standardstähle.

Einen weiteren positiven Aspekt bei der Verwendung von ETG®25 ist seine Wirtschaftlichkeit. Der Werkstoff erlaubt die Herstellung verkleinerter Komponenten, ohne dass das Produkt durch den damit verbundenen Gewichtsverlust an Leistung einbüßt. Hinzu kommt eine längere Lebensdauer der Produkte aus ETG®25. So weisen zum Beispiel kaltprofilierte Gewindebolzen eine höhere Dauerfestigkeit und somit eine deutlich bessere Haltbarkeit auf.

Ein umfangreiches Produktportfolio

Das Produktportfolio der Swiss Steel Group ist sehr umfangreich. So produziert man bei der SSG auch Haltemuttern für den Maschinenbau. Diese Haltemuttern werden mit dem

Werkstoff HSX®130 produziert und ersetzen den herkömmlichen QT-Stahl. Schon im Lieferzustand weist der HSX®130 eine hohe Festigkeit und Maßhaltigkeit auf und benötigt keine zusätzliche Wärmebehandlung. Richtprozess und Schleifen entfallen.

Bei der Swiss Steel Group produziert man auch Werkstoffe, die für die Herstellung von Wellen für Antriebe zum Beispiel auch für die Elektromobilität eingesetzt werden. Typisch hierfür ist der hochfeste Spezialstahl ETG® 100, der in dieser Anwendung herkömmliche Vergütungsstähle ersetzen kann. Außerdem weist der ETG® 100 niedrige Eigenspannungen auf, was Formstabilität bei der Teilefertigung mit sich bringt. Selbst bei hohen Drehzahlen bleiben beispielsweise mit dem Werkstoff produzierte Wellen ruhig und vibrationsarm. Hier können Kosteneinsparungen zwischen 20 und 30 Prozent erreicht werden.

Die einzigartigen Eigenschaften von ETG®25 auf einen Blick

- Mechanische Werte ähnlich der Festigkeitsklasse 8.8 EN ISO 898-1 im Lieferzustand
- Gleichmäßige Eigenschaften über den ganzen Querschnitt und über alle Dimensionen
- Geringe Eigenspannungen
- Hohe Dauerfestigkeit
- Hohe Verschleißfestigkeit
- Gute Kaltumformeigenschaften
- Gute Biegefähigkeit
- Gute Zerspanbarkeit
- Einsparung von Wärmebehandlung
- Problemlose Oberflächenveredelung
- Gute Schweißbarkeit