

Inhalt:

- 1 Einführung
- 2 Geltungsbereich
- 3 Werkstoffbeschreibung
 - 3.1 Dualphasenstähle (DP)
 - 3.2 Complexphasenstähle (CP)
 - 3.3 TRIP-Stähle
- 4 Verarbeitungseigenschaften
 - 4.1 Schweißrichtungen
 - 4.2 Schweißelektroden
 - 4.3 Schweißbereich / Elektrodenstandmenge
 - 4.3.1 Einfluss von Schweißrichtung und Legierungskonzept auf den Schweißbereich
 - 4.4 Verarbeitungsmerkmale
 - 4.4.1 Bruchverhalten
 - 4.4.2 Lotrissigkeit
 - 4.4.3 Poren, Lunker und Lunkerrisse
- 5 Eigenschaften der Schweißverbindung
 - 5.1 Aufhärtung
 - 5.2 Quasistatische Festigkeit
 - 5.3 Festigkeit unter zyklischer Beanspruchung
- 6 Allgemeine Hinweise
- 7 Abkürzungsverzeichnis
- 8 Schrifttum
- 9 Anhang

sit, angelassenem Martensit, Bainit und Restaustenit ergibt ein vielfältiges Eigenschaftsspektrum. Auf Grund verschiedener Herstellprozesse (Kontigluhe, Feuerverzinkung) und Anlagendimensionen (Ofen, Kühlraten) bei der Stahlherstellung sind zur Darstellung von Mehrphasenstählen unterschiedliche Legierungskonzepte erforderlich. Dementsprechend ist z. B. bei Dualphasenstählen mit unterschiedlichen Gehalten der notwendigen Legierungselemente C, Mn, Mo, Cu und Al zu rechnen. Bei TRIP-Stählen sind neben C und Mn im Wesentlichen die Gehalte der Legierungselemente Al und Si entscheidend [1 ... 3].

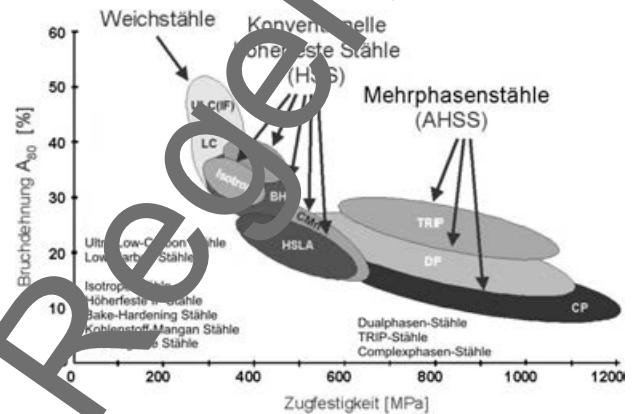


Bild 1. Übersicht über höherfeste Stahlgüten.

1 Einführung

Mehrphasenstähle (AHSS) gelten als die konsequente Weiterentwicklung von kaltgewalzten Feinblechen aus niedriglegierten höherfesten Stählen. Sie werden vor allem in der Automobilindustrie mit dem fortwährenden Ziel einer weiteren Gewichtsreduzierung bei gleichzeitiger Erhöhung der passiven Sicherheit eingesetzt.

Das Merkblatt hat die Aufgabe, den Anwender über die Punktschweißbarkeit (Prozess ISO 4063: 21) dieser Stähle und die Eigenschaften der Punktschweißverbindungen zu informieren sowie Richtwerte und Verfahrenshinweise für das Durchführen der Schweißungen zu geben.

2 Geltungsbereich

Dieses Merkblatt gilt für das Punktschweißen von kaltgewalztem Band und Blech bis 3 mm Dicke aus Mehrphasenstahl nach prEN 10336 und prEN 10338. Hierzu gehören Dualphasenstähle (DP), TRIP-Stähle und Complexphasenstähle (CP).

This document applies to resistance spot welding of cold rolled strip and sheet up to 3 mm thickness of multiphase steel according to prEN 10336 and prEN 10338 including dualphase steels (DP), TRIP steels and complex phase steels (CP).

3 Werkstoffbeschreibung

Mehrphasenstähle weisen mehrere Gefügebestandteile auf. Die Kombination unterschiedlicher Phasenanteile von Ferrit, Marten-

3.1 Dualphasenstähle (DP)

Dualphasenstähle besitzen ein zweiphasiges Gefüge aus einer weichen ferritischen Matrix mit eingelagertem Martensit (Bild 2). In Abhängigkeit vom Herstellprozess können daneben auch Bainit und geringe Mengen Restaustenit vorkommen. Die Festigkeit wird im Wesentlichen über die Menge des Martensits eingestellt. Dualphasenstähle weisen ein niedriges Streckgrenzenverhältnis ($R_{p0,2}/R_m \sim 0,60$), hohe Verfestigung sowie hohe Gleichmaß- und Bruchdehnung auf (Bild 3). DP-Stähle werden daher vor allem in komplexen Struktur- und Verstärkungsteilen eingesetzt, weisen aber auch Potential für Außenhautanwendungen auf.

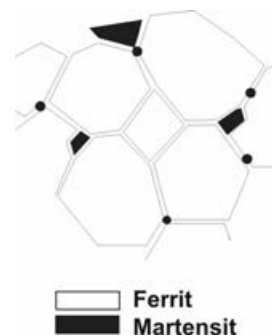


Bild 2. Schematische Gefügedarstellung eines Dualphasenstahls.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beurteilung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Widerstandsschweißen“

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

DVS-Merkblätter und -Richtlinien - Stand 2008-12

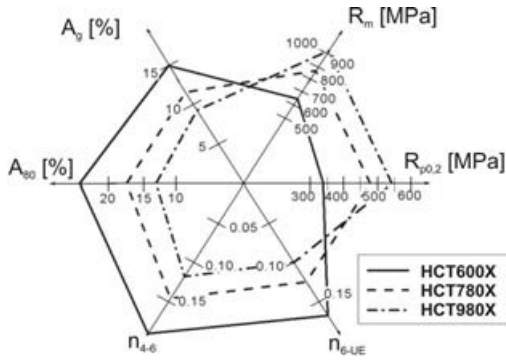


Bild 3. Typische mechanisch-technologische Eigenschaften von DP-Stählen.

Die chemischen Zusammensetzungen nach prEN 10336 sind in Tabelle 1 angegeben, Tabelle 2 informiert über die mechanisch-technologischen Kennwerte nach prEN 10336.

3.2 Complexphasenstähle (CP)

Complexphasenstähle sind ebenfalls Stähle, die nach dem Mehrphasenprinzip aufgebaut sind. CP-Stähle besitzen einen komplexen Gefügeaufbau aus Ferrit, Bainit, Martensit und angelassenem Martensit, über deren Anteile und Zusammensetzung ihre Festigkeit eingestellt wird. Bei CP-Stählen dominieren im Gegensatz zu DP-Stählen die harten Phasen Martensit, angelassener Martensit und Bainit (Bild 4). Die Folge ist eine deutlich höhere Streckgrenze und somit ein erhöhtes Streckgrenzenverhältnis ($R_{p0,2}/R_m \sim 0,75$) bei gleichzeitig niedrigeren Gleichmaß- und Bruchdehnungen. Eine weitere Festigkeitssteigerung kann durch Mikrolegierung erzielt werden. Bild 5 verdeutlicht die mechanisch-technologischen Eigenschaften von CP-Stählen.

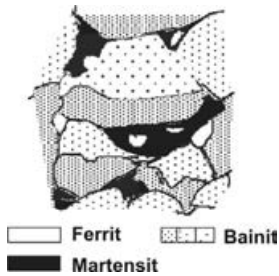


Bild 4. Schematische Gefügedarstellung eines Complexphasenstahls.

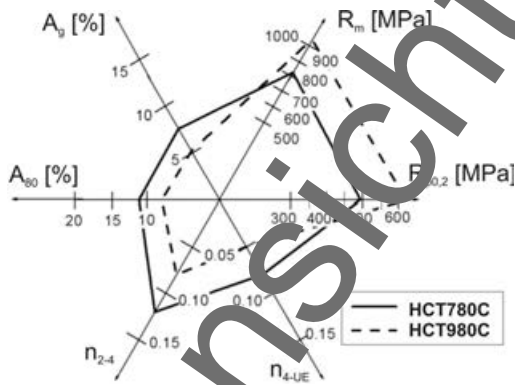


Bild 5. Typische mechanisch-technologische Eigenschaften von CP-Stählen.

Der beschriebene Gefügeaufbau mit seiner homogenen Festigkeitsverteilung ergibt eine gleichmäßige Verteilung der lokalen Dehnungen, was bei Umformvorgängen mit lokal stark unterschiedlichen Deformationen, z. B. Biegevorgänge, vorteilhaft ist (Bild 6).

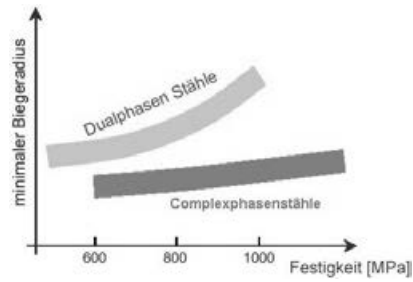


Bild 6. Minimaler Biegeradius über Zugfestigkeit von DP und CP-Stählen.

Die mechanischen Eigenschaften (Bild 6), besonders die hohe Streckgrenze, bieten den CP-Stählen Anwendung in Bereichen, bei denen hohe Festigkeit erforderlich ist, jedoch nur geringe Umformungen erfahren. Typische Einsatzgebiete sind z. B. Verstärkungsteile im Strukturbereich.

Die chemischen Zusammensetzungen nach prEN 10336 sind in Tabelle 1 angegeben, Tabelle 2 informiert über die mechanisch-technologischen Kennwerte nach prEN 10336.

3.3 TRIP-Stähle

TRIP-Stähle (Transformation Induced Plasticity) sind durch eine ferritisch-bainitische Matrix mit eingelagertem Restaustenit gekennzeichnet (Bild 7). Über verformungsinduzierte Umwandlung des Restaustenits zu Martensit (TRIP-Effekt) werden in Bezug auf die Festigkeit beste Umformeigenschaften erreicht. In diesem Umformverhalten sowie im hohen Verfestigungsvermögen auch bei großer Formänderung ist der Grund für den Einsatz von TRIP-Stählen in crashrelevanten Struktur- und komplexeren Bauteilen zu finden, deren Darstellung mit DP- oder CP-Stählen nicht möglich ist. TRIP-Stähle weisen ein gegenüber DP-Stählen leicht erhöhtes Streckgrenzenverhältnis auf ($R_{p0,2}/R_m \sim 0,68$), sind aber gleichzeitig durch eine höhere Gleichmaßdehnung gekennzeichnet. Die mechanischen Eigenschaften sind in Bild 8 dargestellt.

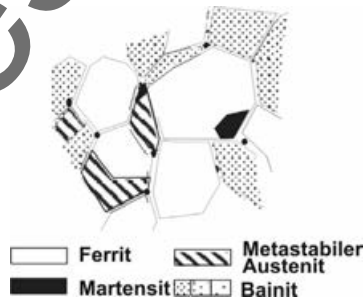


Bild 7. Schematische Gefügedarstellung eines TRIP-Stahls.

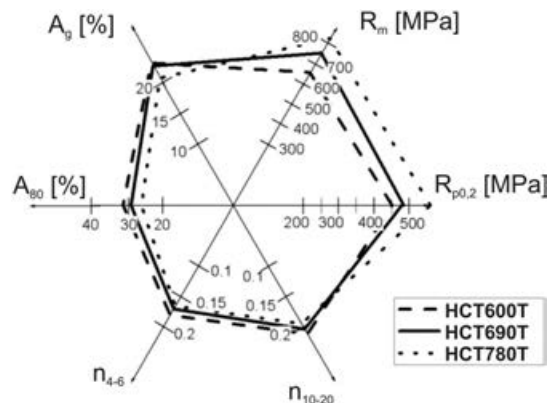


Bild 8. Typische mechanisch-technologische Eigenschaften von TRIP-Stählen.