

2. Schweißverfahren für Feinkornbaustähle

Auf die Beschreibung der spezifischen Vorteile der Schweißverfahren und die sich daraus ergebenden Einsatzgebiete wird verzichtet. Es gelten die gleichen Kriterien für die Auswahl des Schweißverfahrens wie beim Schweißen der Baustähle. Die häufigsten zum Einsatz kommenden Verfahren sind, neben dem Elektrodenhandschweißen und UP-Schweißen, das WIG- und MAG-Schweißen mit Massiv- und Fülldraht.

Schweißzusatzwerkstoffe

Die Schweißzusatzwerkstoffe für die Baustähle und die Feinkornbaustähle bis 500MPa sind für das WIG-Schweißen in der DIN EN ISO 636 und für das MAG-Schweißen in der DIN EN ISO 14341 genormt. Für das Schweißen von Feinkornbaustählen höherer Festigkeit und Fülldrähte gelten andere Normen.

Schweißprozessgase zum WIG- und MAG-Schweißen

Beim WIG-Schweißen wird mit Argon geschweißt. Die Auswahl des Schweißprozessgases beim MAG-Schweißen der Feinkornbaustähle erfolgt unter den gleichen Bedingungen wie beim Schweißen der Baustähle.

Empfohlene Schweißprozessgase zum MAG-Schweißen der Feinkornbaustähle

Prozess	Werkstoffgruppe	COMPETENCE LINE™	PERFORMANCE LINE™
MAG Metall-Aktiv-Gas	Unlegierte Stähle, Feinkornbaustähle, Druckbehälter- und Rohrstuhl, warm- oder kaltgewalzte Stähle etc.	CORGON® 18	CORGON® 10He30
		CORGON® 10	CORGON® 2S3He18

CORGON® ist eine eingetragene Marke der Linde Group.
COMPETENCE LINE™ und PERFORMANCE LINE™ sind Marken der Linde Group.

Beispiele zur technischen und wirtschaftlichen Optimierung mit Schweißprozessgasen beim MAG-Schweißen der Feinkornbaustähle finden sich im „Expertenwissen 18: Schweißprozessgase“.

Thermisches Trennen

Ein erforderliches Vorwärmen hängt von der Blechdicke und der Stahlzusammensetzung ab. Weitere Gründe sind ein nachfolgendes Kaltverformen oder die Beanspruchung in Dickenrichtung.

Flammrichten

Hinsichtlich der Technik und der Temperaturen gelten die Aussagen von „Expertenwissen 14: Flammrichten für die normalisierten und vergüteten Feinkornbaustähle“. Bedingt durch die tieferen Walztemperaturen der thermomechanisch gewalzten Feinkornbaustähle ist das Warmumformen über der Rekristallisationstemperatur nicht zulässig. Die Richttemperatur muss unter 580 °C liegen, weil der Festigkeitsabfall nicht reversibel ist.

Vorwärmen

Bei zu hohen Abkühlgeschwindigkeiten wächst die Gefahr von Aufhärtungen und Kaltrissen. Diese hängen im Wesentlichen von der Bauteildicke, der chemischen Zusammensetzung (Kohlenstoffäquivalent), der Art der Wärmeableitung, dem Wirkungsgrad des Schweißverfahrens, dem Wasserstoffgehalt im Schweißgut und der Bauteiltemperatur ab. Das Vorwärmen der Feinkornbaustähle muss in Übereinstimmung mit EN ISO 13916 und EN 1011-2 durchgeführt werden.

→ Feinkornbaustähle

THE LINDE GROUP

Linde

Tipps für Praktiker.

Feinkornbaustähle.

Inhalt:

1. Überblick über die Feinkornbaustähle
2. Schweißverfahren für Feinkornbaustähle



Linde GmbH

Gases Division, Linde Gas Deutschland, Seitnerstraße 70, 82049 Pullach
Telefon 01803.85000-0*, Telefax 01803.85000-1*, www.linde-gas.de

*0,09 € pro Minute aus dem dt. Festnetz, Mobilfunk bis 0,42 € pro Minute. Zur Sicherstellung eines hohen Niveaus der Kundenbetreuung werden Daten unserer Kunden wie z.B. Telefonnummern elektronisch gespeichert und verarbeitet.

43500102 0916 - 1.1.1.6P Änderungen vorbehalten.



1. Überblick über die Feinkornbaustähle

Die Feinkornbaustähle werden nach ihrem Herstellungsverfahren bezeichnet.

Normalisierte Feinkornbaustähle

Im Vergleich zu einem normalisierten Baustahl S355J2+N hat der Feinkornbaustahl S355N eine kleinere Korngröße und damit bessere Werte der Kerbschlagarbeit. Die praktische Herstellung erfolgt durch normalisierendes Walzen. Damit ist keine Wärmebehandlung notwendig. Der Feinkornbaustahl S355NL hat bessere Kerbschlagwerte im Vergleich zum S355N. Diese Stähle sind in der EN 10025-3 genormt.

Bezeichnung: Stahl EN 10025-3 – S355N. Die relevante Norm wird in der Praxis nicht angegeben.

Thermomechanisch gewalzte Feinkornbaustähle

Die Herstellung der kombinierten Walz- und Wärmebehandlung erfolgt in einem tieferen Temperaturbereich als das normalisierende Walzen. Damit ist bei einem geringen Kohlenstoffgehalt ein perlitarmes Gefüge erreichbar. Bedingt durch den Temperaturbereich bei der Herstellung sind Wärmebehandlungen beschränkt. So darf die Temperatur beim Spannungsarmglühen 90 Minuten lang nicht über 580 °C liegen.

Bezeichnung: Stahl EN 10025-4 – S355M. Die Angabe der relevanten Norm ist in der Praxis nicht gebräuchlich.

Vergütete Feinkornbaustähle

Die sehr hochfesten Stähle werden bei etwas tieferen Temperaturen als beim normalisierenden Walzen umgeformt und vergütet. Beim Vergüten wird der Stahl zunächst gehärtet, d. h. bei etwa 900 °C erwärmt und rasch abgekühlt. Dann erfolgt das Anlassen, um die gewünschten Materialeigenschaften einzustellen.

Bezeichnung: Stahl EN 10025-6 – S690QL1. Die Angabe der Norm ist in der Praxis nicht üblich.

Einsatzgebiete vergüteter, hochfester Feinkornbaustähle

(Baustähle nach DIN EN 10025)

- Grubenausbau
- Wasserkraft
- Baumaschinen

Werkstoffverhalten

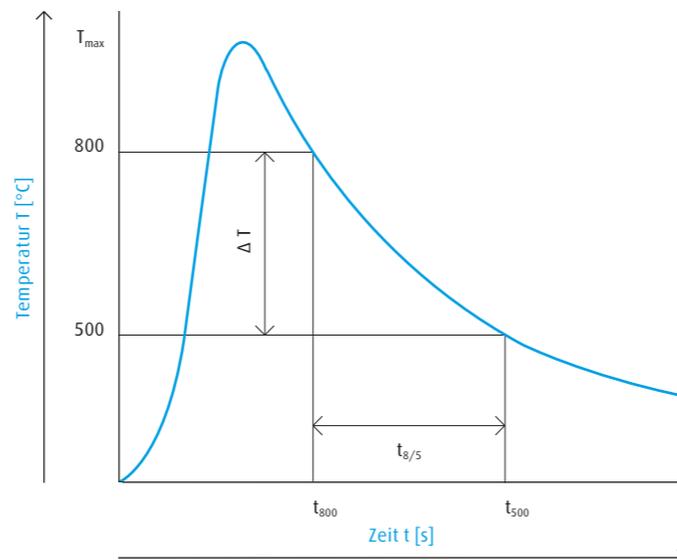
Die Feinkornbaustähle unterscheiden sich hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit und des Fließverhaltens der Schmelze nicht von den Baustählen. Das bedeutet, dass für die Handfertigkeit beim Schweißen kein Unterschied vorhanden ist. Gleiches gilt für die Nahtvorbereitungen, die Spaltbreiten und den Verzug beim Schweißen.

Schweißeignung

Für die Gewährleistung hoher mechanischer Gütewerte ist die Abkühlzeit im Temperaturbereich von 800 °C auf 500 °C von ausschlaggebender Bedeutung. Dieser thermozyklische Vorgang kann nur richtig ablaufen, wenn Streckenenergie und Zwischenlagentemperatur in Abhängigkeit von der Blechdicke aufeinander abgestimmt sind. Die Abkühlgeschwindigkeit in diesem Bereich wird durch die $t_{8/5}$ -Zeit beschrieben.

Temperaturzyklus beim Schweißen

Abkühlzeit $t_{8/5} = t_{500} - t_{800}$



Ein kleiner Betrag der Zeit bedeutet eine schnelle Abkühlung und umgekehrt. Bei schneller Abkühlung wandelt sich das Gefüge des Stahls in ein sehr hartes und sprödes Gefüge um und es können Härterisse entstehen. Bei zu langsamer Abkühlung wird das Gefüge grobkörnig und die gute Zähigkeit des Stahls geht verloren (Zunahme der Übergangstemperatur T_{27}).

In der Praxis haben sich $t_{8/5}$ -Zeiten von 10 bis 25 Sekunden bewährt. Bei einer vorhandenen Konstruktion muss dann überprüft werden, ob mit den notwendigen Schweißparametern dieser Bereich der Abkühlzeit erreicht wird. Dazu gehört die Bestimmung der notwendigen Vorwärmtemperatur und die erlaubte Zwischenlagentemperatur beim Schweißen. Für das praktische Schweißen bedeutet dies, dass die vorgegebenen Parameter vom Schweißer eingehalten werden müssen und beispielsweise nicht zu hoch und zu lange vorgewärmt werden darf.

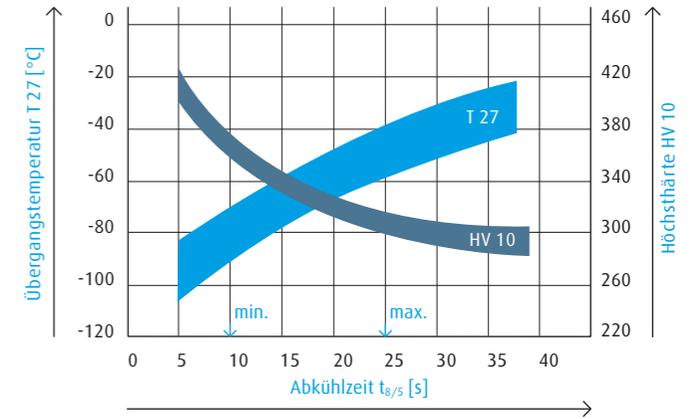
Ermittlung der $t_{8/5}$ -Zeit beim Schweißen

Die Abkühlgeschwindigkeit beim Schweißen wird bestimmt durch den Wärmeeintrag (Streckenenergie), die Dicke des Bauteils und die Nahtart. Dabei ist die Streckenenergie auch vom Verfahrenswirkungsgrad des verwendeten Prozesses abhängig (zum Beispiel UP = 1, MIG/MAG = 0,7/0,85). Die Blechdicke hat maßgeblichen Einfluss auf die $t_{8/5}$ -Zeit. Man unterscheidet zwischen einer zwei- und dreidimensionalen Wärmeableitung. Während bei dickeren Blechen die eingebrachte Wärme in Blechebene und in Dickenrichtung (dreidimensional) abfließt, erfolgt die Wärmeableitung bei dünneren Blechen ausschließlich in der Blechebene (zweidimensional) und hat damit einen veränderlichen Einfluss auf die Wärmeeinflusszone (WEZ). Konkret bedeutet dies: Je dünner das Blech ist, desto länger wird die Zeit des Temperaturdurchlaufes zwischen 800 °C und 500 °C. Die Nahtart hat ebenfalls einen relevanten Einfluss auf die Abkühlzeit. Bei einer Kehlnaht am T-Stoß führt eine um etwa 20 bis 40 % höhere Streckenenergie zur gleichen Abkühlzeit wie bei der Stumpfnah. Die Überprüfung der $t_{8/5}$ -Zeit für die vorliegende Konstruktion im Betrieb erfolgt nach DIN EN 1011-2 „Empfehlungen zum Schweißen metallischer Werkstoffe, Teil 2: Lichtbogenschweißen von ferritischen Stählen“. Die Festlegung erfolgt in zwei Schritten. Zunächst wird aufgrund des Wärmeeinbringens ermittelt, ob eine dreidimensionale oder zweidimensionale Wärmeabfuhr erfolgt. Liegt eine zweidimensionale Wärmeabfuhr vor, so kann in Abhängigkeit von der Vorwärmtemperatur direkt die $t_{8/5}$ -Zeit abgelesen werden. Es existiert ein entsprechendes Diagramm für die dreidimensionale Wärmeabfuhr.

Stahlhersteller bieten spezielle Berechnungsprogramme zur komfortablen Ermittlung der $t_{8/5}$ -Zeit an.

Werkstoffverhalten für einen Feinkornbaustahl in Abhängigkeit von der $t_{8/5}$ -Zeit

Einfluss der Schweißbedingungen auf die Zähigkeit und Härte in der WEZ von N-A-XTRA®-Mehrlagenverbindungen. Versuchsdurchführung: Stahl – Eisen – Prüfblatt 1202 und 1203.



N-A-XTRA® ist eine eingetragene Marke der thyssenkrupp AG.

Einfluss auf die $t_{8/5}$ -Zeit

Wärmeeintrag

↓
Streckenenergie

$$S = n \cdot \frac{U \cdot I \cdot t}{l} = \frac{U \cdot I}{V} \text{ [kJ/cm]}$$

- U: Schweißspannung
- I: Schweißstrom
- V: Schweißgeschwindigkeit
- l: Ausziehlänge
- n: Wirkungsgrad

Wärmeableitung

dreidimensional
kein Dickeneinfluss



zweidimensional
Einfluss der Blechdicke

Nahtformfaktor

