

Ersetzt Ausgabe November 1997

Das Merkblatt ist unter Mitwirkung der Anwender und Hersteller von Werkstoffen und Schweißzusatzwerkstoffen entstanden. Es enthält praxisnahe Anweisungen auf der Grundlage von der DIN EN 1011 Teil 1 und 2 sowie Stahl-Eisen-Werkstoffblatt (SEW) 088 zum MAG-Schweißen von Stählen, die aufgrund ihrer metallurgischen und mechanisch-technologischen Eigenschaften unter besonderer Wärmeführung zu schweißen sind, insbesondere Feinkornbaustähle.

**Inhalt:**

- 1 Geltungsbereich
- 2 Grundwerkstoffe
  - 2.1 Entwicklung der Feinkornbaustähle
  - 2.2 Die heutigen Feinkornbaustähle
- 3 Schweißzusätze und Hilfsstoffe
  - 3.1 Schutzgase
  - 3.2 Kombination von Schweißzusatz und Grundwerkstoff
  - 3.3 Lagerung von Massiv- und Fülldrahtelektroden, Rücktrocknung
- 4 Einstellrichtwerte
- 5 Anforderungen an den Betrieb
  - 5.1 Schweißaufsicht
  - 5.2 Schweißer
  - 5.3 Schweißstromquellen und Schutzgasschweißbrenner
  - 5.4 Einrichtungen zum Vorwärmen und zur Wärmebehandlung nach dem Schweißen
  - 5.5 Temperaturmessung
  - 5.6 Arbeitsschutz
- 6 Schweißnahtvorbereitung
- 7 Nahtaufbau
  - 7.1 Heften
  - 7.2 Wurzellagen
  - 7.3 Füll- und Decklagen
- 8 Wärmeführung
  - 8.1 Abkühlzeit  $t_{8/5}$
  - 8.2 Vorwärmen
  - 8.3 Ermittlung der Streckenergie
  - 8.4 Wärmenachbehandlung
- 9 Beispiel für die Festlegung von Schweißbedingungen
- 10 Schrifttum

**1 Geltungsbereich**

Dieses Merkblatt gibt ergänzende Verarbeitungshinweise zum MAG-Schweißen von Kehl- und Stumpfnahten anhand von Diagrammen:

- Arbeitsbereiche für Strom und Spannung,
- Streckenergiebereiche in Abhängigkeit von der Schweißgeschwindigkeit,
- Schweißbedingungen in Abhängigkeit von der Blechdicke.

Das Merkblatt enthält weiterhin Empfehlungen zur Wahl der geeigneten Kombination von Zusatzwerkstoffen und Schutzgasen zum MAG-Schweißen von hochfesten Feinkornbaustählen.

Sonderschweißverfahren werden hier nicht behandelt.

**2 Grundwerkstoffe****2.1 Entwicklung der Feinkornbaustähle**

Feinkornbaustähle zeichnen sich durch eine hohe Festigkeit bei gleichzeitig guter Zähigkeit, Sprödbrechtsicherheit und Schweißbarkeit aus. Die Entwicklung der Feinkornbaustähle begann in den Jahren nach dem 1. Weltkrieg. Damals gelang es, durch verschiedene Legierungszusätze die Festigkeit des St 37 mit 230 bis 240 MPa Mindeststreckgrenze bis zum St 52 mit 360 MPa zu steigern.

Durch die Schadensfälle an den Brücken in Rüdersdorf und am Bahnhof Zoo in Berlin wurde aufgrund eingehender Untersuchungen der Kohlenstoffgehalt auf max. 0,20% eingeschränkt. Der Festigkeitsverlust wurde durch Mikrolegierungselemente wie Nb, Ti und V kompensiert. Diese Mikrolegierungselemente wirken durch ihre Verbindungen mit C und N als Karbide, Nitride und Karbonitride als Keimbildner bei der  $\gamma$ - $\alpha$ -Umwandlung und wirken dadurch korngößenvermindernd und festigkeitssteigernd. Durch eine Zunahme der Korngrenzen als Hindernis gegen Gleitprozesse werden nicht nur die Streckgrenze und Festigkeit erhöht, sondern auch die Zähigkeitseigenschaften verbessert.

Al wird auch zur Desoxidation bei der Stahlherstellung verwendet und verbessert wie Nb und Ti die Alterungsbeständigkeit, d. h. den Widerstand gegen Versprödung durch Ausscheidungen von N. Durch einen nachfolgenden Normalglühprozess wurde gleichzeitig die Sprödbrechunempfindlichkeit der Stähle verbessert. Die Forderung der Verbraucher nach Feinkornbaustählen mit höherer Festigkeit löste in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg eine stürmische Entwicklung aus. Durch eine weitere Zugabe von Legierungselementen wie Cr, Ni und Mo in Verbindung mit einer Vergütungsbehandlung konnte die Streckgrenze bei Beibehaltung der guten Zähigkeit und Schweißbarkeit bis 1100 bzw. 1300 MPa gesteigert werden.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung 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 „Lichtbogenschweißen“

**2.2 Die heutigen Feinkornbaustähle**

**2.2.1 Normalgeglühte Feinkornstähle**

Die normalgeglühten oder normalisierend gewalzten Stähle mit Mindeststreckgrenzen von 275 bis 460 MPa sind in DIN EN 10025-3 und DIN EN 10028-3 genormt. Sie weisen Mikrolegierungselemente auf. Ein typischer Vertreter dieser Stahlgruppe ist der S355N oder NL nach DIN EN 10025-3.

N = normalisierend gewalzt mit festgelegten Mindestwerten der Kerbschlagarbeit bis -20°C.

NL = normalisierend gewalzt mit festgelegten Mindestwerten der Kerbschlagarbeit bis -50°C.

**2.2.2 Thermomechanisch gewalzte Stähle**

Die thermomechanisch gewalzten Stähle mit Mindeststreckgrenzen von 275 bis 460 MPa sind in der DIN EN 10025-4 und DIN EN 10028-5 genormt. Sie zeichnen sich durch einen abgesenkten Kohlenstoffgehalt mit noch verbesserter Schweißbarkeit, Kaltumformbarkeit und Sprödbrechtsicherheit aus. Ihre Festigkeit erhalten diese Stähle durch die Zugabe von Mikrolegierungsele-

menten und durch einen Walzprozess mit gezielter Temperaturführung (siehe Bild 2). Dabei ist auf eine definierte Brammentemperatur, eine definierte Verformung bei bestimmten Temperaturen und eine definierte Abkühlgeschwindigkeit während und nach dem Walzprozess zu achten.

Die durch eine thermomechanische Behandlung erreichten Festigkeitseigenschaften sind nicht wiederholbar. Eine nachfolgende Wärmebehandlung muss daher diesem Umstand Rechnung tragen und darf nicht über 580°C hinausgehen. Ebenfalls ist beim Schweißen auf einen verminderten Wärmeeintrag zu achten. Ein typischer Vertreter dieser Gruppe ist der S420M oder ML nach DIN EN 10025-4.

M = thermomechanisch gewalzt mit festgelegten Mindestwerten der Kerbschlagarbeit bis -20°C.

ML = thermomechanisch gewalzt mit festgelegten Mindestwerten der Kerbschlagarbeit bis -50°C.

Durch eine zusätzlich beschleunigte Abkühlung können heute Stähle bis zu einer Streckgrenze von 960 MPa hergestellt werden. Diese Stähle sind bis S700MC (Fe-Stähle zum Kaltumformen) in der DIN EN 10149-2 genormt.

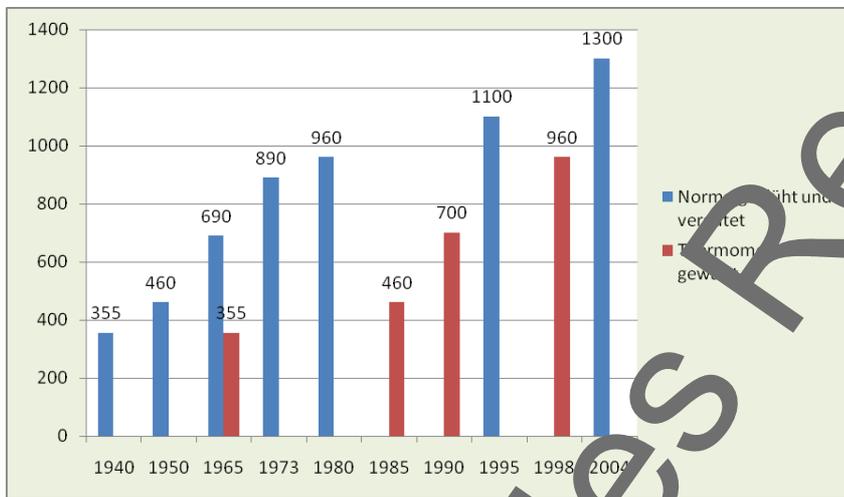


Bild 1. Entwicklung von höherfesten Feinkornbaustählen (Streckgrenze in MPa).

**Warmbreitbandstraße**

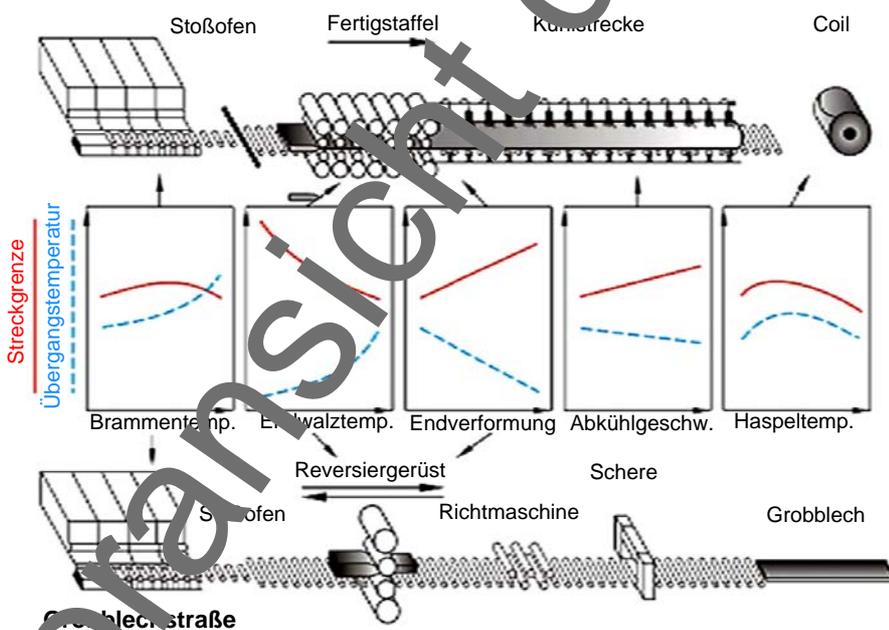


Bild 2. Herstellung von TM-Stählen.