



In principle, the use of S355 rolled sections is more cost-effective in hall construction than the steel grade S235. Prinzipiell erweist sich im Hallenbau der Einsatz von S355 Walzprofilen wirtschaftlicher als die Stahlsorte S235.

## Steel grades for building of halls

### S235 or S355 rolled sections?

“It would make things much easier if S235 rolled sections were completely withdrawn from the market and offered as S355 and S460M instead,” thinks Bernhard von Mühlengen, the Swiss head of steel construction at Senn AG. In Germany, S235 is often still used for commercial and industrial construction, says contractor Egon Haist: “We often use S355 for halls when price is a factor.”

Author: L. Fromm, St. Manger

**S**tahlbau Haist in Baiersbronn-Mitteltal has its own structural analysis and design office. If the company issues a tender with structural analysis, for example for a turnkey hall, it usually uses S355 rolled sections. Compared to S235, the material consumption is significantly reduced. “S355 involves more work in the workshop because we preheat the sections before welding, but it still works out cheaper,” explains Egon Haist. For the exterior constructors who are next to work on the construction, the higher strength grade makes things a little awkward: they can use self-tapping screws on S235 but not on S355. “Pre-

drilling makes mounting more time-consuming.” Nevertheless, the use of S355 speaks for itself and metal construction expert Haist is surprised that many architects and structural engineers don’t use S355 when issuing hall construction tenders. “If the tender specifies S235, we will build the hall using this type of steel. „If Haist were to go against the tender and use S355, his structural analysis office would have to run a new analysis. “We don’t do this because of the additional cost.” The company generates around 60 percent of its annual turnover from commercial and industrial construction and general steel construction.

Foto: Stahlbau Süßen



The company Süßen has built the logistics center Log-Plaza Brandenburg in Großbeeren for the British online mail order company ASOS with S355J2 + M. Stahlbau Süßen hat das Logistikzentrum Log-Plaza Brandenburg in Großbeeren für den britischen Online-Versandhändler ASOS mit S355J2 + M gebaut.

## Stahlgüten im Hallenbau

### Walzprofile in S235 oder S355?

„Es wäre alles viel einfacher, wenn Walzprofile in S235 gänzlich vom Markt genommen und stattdessen in S355 und in S460M angeboten würden“, meint der Schweizer Bernhard von Mühlengen, Bereichsleiter Stahlbau bei der Senn AG. In Deutschland wird für den Hallenbau vielfach noch die Güte S235 verarbeitet, Unternehmer Egon Haist sagt: „S355 nutzen wir für Hallen häufig, wenn es um den Preis geht.“

Autor: L. Fromm, St. Manger

**S**tahlbau Haist in Baiersbronn-Mitteltal verfügt über ein eigenes Statik- und Konstruktionsbüro. Erstellt das Unternehmen eine Ausschreibung mit Statik, beispielsweise für eine schlüsselfertige Halle, dann greift es meist zu Walzprofilen in S355. Im Vergleich zu S235 reduziert sich der Materialverbrauch deutlich. „In der Werkstatt bereitet S355 zwar mehr Aufwand, weil wir die Profile beim Schweißen vorwärmen, die Kalkulation jedoch fällt günstiger aus“, erklärt Egon Haist. Für die Fassadenbauer als nachfolgendes Gewerk ist die höherfeste Güte etwas misslich: Bei S235 können sie selbstfurchende Schrauben einsetzen, bei S355

nicht. „Vorbohrungen gestalten die Befestigung zeitaufwändiger.“ Gleichwohl, die Kalkulation mit S355 spricht für sich und Metallbaumeister Haist wundert sich, weshalb viele Architekten und Statiker den Bau von Hallen nicht in S355 ausschreiben. „Gibt die Ausschreibung S235 vor, führen wir die Halle in dieser Sorte aus.“ Würde Haist auf eigene Initiative S355 verwenden, müsste sein Statikbüro einen neuen Nachweis erstellen. „Wegen der zusätzlichen Kosten machen wir das nicht.“ Das Unternehmen erwirtschaftet ca. 60 Prozent des Jahresumsatzes im Hallen- und allgemeinen Stahlbau.

Foto: Stahlbau Süßen





Foto: ma

Master metalworker Egon Haist (l.) is surprised why many architects and structural engineers do not advertise the construction of halls in S355. Metallbaumeister Egon Haist (l.) wundert sich, weshalb viele Architekten und Statiker den Bau von Hallen nicht in S355 ausschreiben.

**Structural analysis and steel grades**

"The structural conditions of the building are the determining factor when it comes to choosing the steel grade", says Rudolf Rauch, from Austria. For decades, he worked for voestalpine as head of hot-rolled steel strip welding in the company's Research & Development department. "If the structural analysis allows, the use of S355 makes sense and, in many cases, is an economical solution, since the wall thicknesses and the weight of the construction are reduced and the often-ignored cost of the welding work can be significantly reduced thanks to smaller weld cross sections." He goes on to clarify: "However, I would recommend the thermomechanically rolled steel grades S355M/ML or S460M/ML as per EN 10025-4, and not the general structural steel S355Jx as per EN 10025-2, as a substitute for S235Jx."

**Pre-heating not always used**

Experience has shown that, in practice, M steels up to steel grade S460M/ML have a carbon content of C ≤ 0.1%. At ≤ 0.1% carbon content, hardening in weld seams is ≤ 380 HV10, even under unfavourable conditions. Problems with the upper hardness limit (hardness ≤ 380 HV10) for cutting and welding processes specified in EN 1090-2 (Technical Requirements for Steel Structures) are therefore not to be expected, as Rauch points out. Preheating before welding is not required for manual metal

arc or MAG welding processes if standard filler materials are used and the handling instructions specified by the supplier and component temperatures ≥ RT for up to 60 (90) mm sheet thickness are adhered to. In terms of carbon content, M steels are similar to S235Jx.

**S355 M grades very easy to weld**

The M steel grades are offered by all reputable rolled section manufacturers, thanks to their "excellent suitability for welding". Rauch explains: "Since these M steels get their strength mainly from the hardening mechanism of grain refinement during the thermomechanical rolling process, their alloy content is very low." The carbon equivalent (CEV as per EN 1011-2) of M steels is lower than the CEV of S355Jx (CEV ≤ 0.47 for nominal thicknesses >30 mm to ≤ 40 mm) and not significantly higher than the default value for S235Jx (CEV ≤ 0.35 for nominal thicknesses > 30 mm to ≤ 40 mm) due to the very fine microstructure of these steels with regard to the normative CEV upper limit for steel grade S355M (CEV ≤ 0.39 for nominal thicknesses ≤ 40 mm). Experience shows, however, that steel producers of M steels made using the latest technology offer CEV values ≤ 0.26-0.27 for steels up to S460. In particular, the normative restriction of the carbon (C) content (Cmax = 0.24 for S355J0-K2 and Cmax = 0.16 for S355M/ML) must be observed. These values determine both hardening and the preheating temperature, which is determined in accordance with the methods defined in EN 1011-2.

**S355Jx as per EN 10025-2**

Rauch advises companies that prefer S355Jx steel grades as per EN 10025-2 to use micro-alloyed fine grain structural steels with the lowest possible CEV instead. "The CEV of such micro-alloyed steels is always lower compared with standard S355Jx steels, because they have been developed to be easier to weld." The steel expert stresses that S355 rolled sections don't have to be preheated per se and that this grade is "not actually difficult" for an experienced steel constructor to work with. "And neither are fine grain structural steels and S460", he adds.

**Information gaps in the market**

Dr.-Ing. Dennis Rademacher, SFI/IWE, of ArcelorMittal Europe - Long Products, thinks it's a shame that Rauch's expertise and advice has not yet reached a wider audience on the German-speaking market. His main argument for using S355: the additional costs for S355 rolled sections compared with S235 are more than offset by average material savings of up to 20 percent. In other words, even if the required rolled section is reduced by only one section level, it's more economical to use S355 than S235. There would also be additional cost savings in production, due to lower weld thicknesses, for example. In addition, larger spans can be achieved with the higher-strength beams.

**Krings & Sieger's experiences**

Commercial, industrial and steel construction company Krings & Sieger is based in Düren and employs 30 people. On the construction site, employees spend about half of their time welding.

**Statik & Stahlgüte**

"Für die Wahl der Stahlgüte sind die statischen Gegebenheiten des Bauwerks ausschlaggebend", stellt der Österreicher Rudolf Rauch fest. Er war Jahrzehnte lang als Fachbereichsleiter Schweißtechnik-Warmband im Bereich der Forschung & Entwicklung für voestalpine tätig. „Passt die Statik, ist der Einsatz von S355 sinnvoll und vielfach eine wirtschaftliche Lösung, da sich die Wanddicken sowie das Gewicht der Konstruktion reduzieren und die oftmals wenig beachteten Fertigungskosten für die Schweißarbeiten durch geringere Nahtquerschnitte deutlich sinken.“ Im Nachsatz präzisiert er: „Als Substitutionswerkstoff für den S235Jx würde ich allerdings nicht den allgemeinen Baustahl S355Jx nach EN 10025-2 empfehlen, sondern die thermomechanisch gewalzten Stahlgüten S355M/ML oder S460M/ML nach EN 10025-4.“

**Vorwärmen nicht in jedem Fall**

Erfahrungsgemäß weisen real angebotene M-Stähle bis zur Stahlsorte S460M/ML C-Gehalte von C ≤ 0,1% auf. Bei C-Gehalten ≤ 0,1% liegt die Aufhärtung in Schweißnähten selbst unter ungünstigen Bedingungen bei ≤ 380 HV10. Probleme mit der in der EN 1090-2 (Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken) für Schneid- und Schweißprozesse eingezogenen Aufhärtungsobergrenze (Härte ≤ 380 HV10) sind daher nicht zu erwarten, wie Rauch hervorhebt.

Eine Vorwärmung zum Schweißen ist für die Schweißprozesse E-Hand bzw. MAG bei Verwendung von Standard-Schweißzusätzen, der Einhaltung der vom Lieferanten vorgegebenen Handhabungsvorschriften und Bauteiltemperaturen ≥ RT bis zu 60 (90) mm Blechdicke nicht erforderlich. Was den Gehalt von Kohlenstoff betrifft, liegen M-Stähle auf dem Niveau des S235Jx.

**M-Sorten S355 sehr gut schweißbar**

Die M-Stahlsorten werden von allen namhaften Walzprofilherstellern angeboten, „Vorteil ist die exzellente Schweißbeignung“. Rauch erläutert: „Da diese M-Stähle ihre Festigkeit überwiegend über den Verfestigungsmechanismus Kornfeinung durch thermomechanisches Walzen erhalten, ist ihr Legierungsgehalt sehr niedrig.“

Das Kohlenstoffäquivalent (CEV nach EN 1011-2) der M-Stähle liegt aufgrund der diesen Stählen eigenen sehr feinen Gefüge-Mikrostruktur normativ bezüglich der CEV-Obergrenze bei der Stahlsorte S355M (CEV ≤ 0,39 für Nenndicken ≤ 40 mm) unterhalb des CEV von S355Jx (CEV ≤ 0,47 für Nenndicken >30 mm bis ≤ 40 mm) und nicht wesentlich höher als die Vorgabe für S235Jx (CEV ≤ 0,35 für Nenndicken > 30 mm bis ≤ 40 mm). Erfahrungsgemäß werden von Stahlproduzenten, die M-Stähle anbieten und auf dem Stand der Technik produzieren, jedoch CEV-Werte ≤ 0,26 – 0,27 für Stähle bis S460 angeboten. Zu beachten ist vor allem die normative Einschränkung des Kohlenstoff(C)-Gehaltes (Cmax = 0,24 bei S355J0-K2 bzw. Cmax = 0,16 bei S355M/ML). Diese Werte bestimmen die Aufhärtung und darüber hinaus die Vorwärmtemperatur, die nach



Foto: Rauch

Rudolf Rauch has been working for voestalpine as a head of hot-rolled steel strip welding. Rudolf Rauch war Jahrzehnte lang als Fachbereichsleiter Schweißtechnik-Warmband im Bereich der Forschung & Entwicklung für voestalpine tätig.

den in der EN 1011-2 festgelegten Methoden bestimmt wird.

**S355Jx nach EN 10025-2**

Betriebe, die die Stahlsorten vom Typ S355Jx nach EN 10025-2 bevorzugen, rät Rauch, stattdessen mikrolegierte Feinkornbaustähle mit möglichst niedrigem CEV zu verwenden. „Das CEV solcher mikrolegierten Stahlsorten ist im Vergleich zu Standard-S355Jx-Stahlsorten immer niedriger, da diese mit dem Ziel einer optimierten Schweißbeignung entwickelt wurden.“

Der Stahlexperte betont, dass Walzprofile S355 nicht per se vorgewärmt werden müssen und diese Güte für

einen erfahrenen Stahlbauer nicht „wirklich schwierig“ in der Verarbeitung ist. „Feinkornbaustähle und S460 im Übrigen auch nicht“, ergänzt er.

**Informationslücken im Markt**

Die Fachkenntnisse von Rauch seien im deutschsprachigen Markt wohl noch nicht auf breiter Linie angekommen, bedauert Dr.-Ing. Dennis Rademacher SFI/IWE von ArcelorMittal Europe - Long Products. Sein Hauptargument für den Einsatz von S355: Die Mehrkosten für Walzprofile in S355 im Vergleich zu

**MeshArt™**  
Metallgewebe für Architektur und Bau

Unsere Metallgewebe bieten Architekten und Planern außergewöhnliche Gestaltungsmöglichkeiten.

- Raum, Decke, Wand
- Treppe, Geländer, Brüstung
- Fassadenverkleidung
- Sonnen- und Sichtschutz
- Messe- und Ladenbau
- Tor, Zaun, Einhausung

Dorstener Drahtwerke www.meshart.de  
Marler Straße 109 ▪ D-46282 Dorsten ▪ Tel.: +49 2362 2099-20





Foto: sm

Rudolf Rauch recommends thermomechanically rolled steel grades S355M/ML or S460M/ML according to EN 10025-4, as also produced in the steel mill Differdingen.

Rudolf Rauch empfiehlt thermomechanisch gewalzte Stahlgüten S355M/ML oder S460M/ML nach EN 10025-4, wie sie auch im Stahlwerk Differdingen produziert werden.

This ensures that every welder gets enough experience. "All our welding specialists can work with S355, even if it makes up only around ten per cent of the rolled sections," so Heinz Jörres. The reason: participants on the welding course learn both procedures. On the other hand, the Düren-based company rejects orders with S460, "because they are requested only every five years".

Some contractors are not yet aware that DIN EN ISO 9606-1 now regulates the validity of the welder test according to the filler material used and no longer according to the base material used. Consequently, the test now applies for S235, S355 and S460. The welding supervisor and material testing expert suspects that today's reservations about S355 originate from the 1980s. Jörres recalls that around 40 years ago, cracks and fractures appeared when these rolled sections were used in ship and bridge

building. "The problem at the time wasn't the steel itself, but how it was worked," Jörres clarifies. Today, however, S355 is used as standard in bridge construction. Nevertheless, he believes that S355 steel, formerly called St52, still hasn't shaken off its bad image. The welding specialist knows that for certain types of S355 the sections must be tempered before welding because of the carbon equivalent value of the alloying elements in the steel, so that the material fully retains its ductile properties. If the steel to be welded is heated in the area of the joint, the risk of the microstructure hardening is reduced. This can happen if the weld cools down too quickly. The preheating temperature, which is intended to prevent cold cracking later on, depends essentially on the thickness of the sheets, the heat dissipation, the alloy and the heat input during welding.

## Empfehlungen von Dr.-Ing Dennis Rademacher SFI/IWE zum Schweißen von S355M/ML mit und ohne Vorwärmen

Thermomechanische Feinkornbaustähle sind bei Beachtung der allgemeinen Anforderungen an das Schweißen von Stählen gemäß DIN EN 1011-2 vergleichbar oder besser als unlegierte Baustähle zum Schweißen geeignet. Aufgrund ihrer besonderen Reinheit besteht keine oder nur eine sehr geringe Empfindlichkeit zu Terrassenbrüchen.

Wie bei jedem Stahl wird angeraten, etwaig zu schneidende Bereiche auf 50°C vorzuwärmen, sofern das Produkt nass ist oder die Temperatur unterhalb des Gefrierpunkts liegt. Eine zu hohe Wärmeeinbringung ist zu vermeiden, da daraus möglicherweise Eigenschaftverschlechterungen in der Wärmeeinflusszone (WEZ) folgen können. Vor Beginn der nachfolgenden Schweißarbeiten ist der Nahtbereich zu säubern. Schneidschlacke, Zunder und Rost sind dabei durch Bürsten, Schleifen oder am besten durch Strahlen zu entfernen.

### Vorwärmen nicht in jedem Fall

Fertigungstechnisch sind vor allem Baustähle großer Dicken vor dem Schweißen in der Regel vorzuwärmen. Die Kontrolle der Vorwärm- und Zwischenlagentemperatur kann mit Temperaturmessstiften, Magnet-Haftthermometer, digitalen Temperaturmessgeräten oder Pyrometer erfolgen. Durch Trocknen oder Vorwärmen ist außerdem sicherzustellen, dass der Nahtbereich feuchtigkeitsfrei ist.

Bei Verwendung von speziell endbehandelten warmgewalzten Profilen kann auf das Vorwärmen im Allgemeinen komplett verzichtet werden. Bei Anwendung des sogenannten GST-Verfahrens (Quenching and Self-Tempering = Abschrecken und Selbstanlassen) am Ende der Walzstraße wird ein feinkörnigeres Gefüge mit besonders hoher Festigkeit und Duktilität bei gleichzeitig extrem niedrigem Kohlenstoffäquivalent erreicht. Dies geschieht durch Abkühlen der Profilloberfläche mit einem Wasserstrahl. Da die Abkühlung den Kern nicht erreicht, heizt das Profil die Oberfläche von innen her wieder auf, was dem Selbstanlassen entspricht. Stähle dieser Sondergüte, wie zum Beispiel der von ArcelorMittal unter dem Markennamen Histar produzierte, sind mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) verwendbar. Die ETA -10/0156 [4] regelt beispielsweise Produkteigenschaften in Ergänzung zu DIN EN 10025-4 und gibt zusätzlich zu beachtende Hinweise zur Verarbeitung ohne Vorwärmen.



Foto: sm

Dr.-Ing. Dennis Rademacher of ArcelorMittal informs about the steel grades S355 and S460.

Dr.-Ing. Dennis Rademacher von ArcelorMittal informiert über die Stahlsorten S355 und S460.

## Recommendations of chartered engineer Dennis Rademacher SFI/IWE for welding S355M/ML with and without preheating

If the general requirements for welding steels as per DIN EN 1011-2 are observed, thermomechanical fine grain structural steels are just as or even better suited to welding than unalloyed structural steels. Due to their particular purity there is no or only very low susceptibility to lamellar fractures.

As with any steel, it is recommended to preheat any areas to be cut to 50°C if the product is wet or the temperature is below freezing. Excessive heat input should be avoided, as this may result in less favourable properties in the heat-affected zone (HAZ). The weld area must be cleaned before starting the subsequent welding. Slag, scale and rust should be removed by brushing, grinding, or ideally by blasting.

### Pre-heating not always used

In terms of manufacturing technology, thicker structural steels in particular must usually be preheated before welding. The preheating and interpass temperatures can be controlled using temperature measuring pins, magnetic thermometers, digital temperature measuring instruments or pyrometers. Drying or preheating must also be used to ensure that the weld area is moisture-free. When using specially finished hot-rolled sections, preheating can generally be dispensed with completely. Using the GST (quenching and self-tempering) process at the end of the rolling mill produces a finer-grained microstructure with particularly high levels of strength and ductility but also an extremely low carbon equivalent value. This is done by cooling the section surface with a water jet. Because the core is not cooled, the section reheats the surface from within (self-tempering).

Steels of this special grade, such as those produced by ArcelorMittal under the brand name Histar, can be used with a European Technical Assessment (ETA). ETA -10/0156 [4], for example, regulates product properties in addition to DIN EN 10025-4 and provides additional instructions for working without preheating.

**BS BRANDSCHUTZ**

Newsletter

Mit dem BS BRANDSCHUTZ-Newsletter immer auf dem Laufenden!

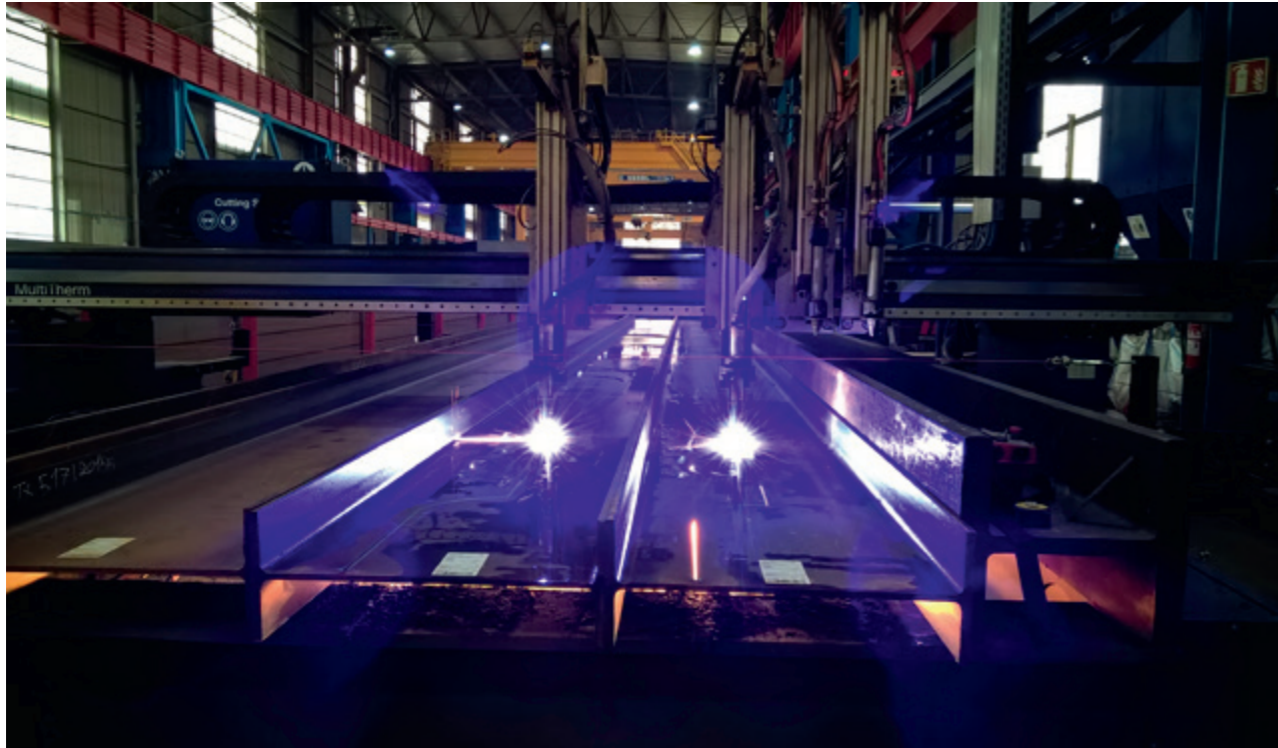


Direkt anmelden auf [www.metallbau-magazin.de/bs-newsletter](http://www.metallbau-magazin.de/bs-newsletter)



Melden Sie sich jetzt an!





There are still reservations about the processing of S355 in construction of halls, only first-hand information can provide a remedy. Gegenüber der Verarbeitung von S355 im Hallenbau gibt es noch Vorbehalte, nur Informationen aus erster Hand schaffen Abhilfe.



Thermomechanically rolled steel grades are marked M: The photo shows S355J2 + M profiles. Thermomechanisch gewalzte Stahlgüten werden mit M gekennzeichnet: Auf dem Foto handelt es sich um S355J2 + M Profile.

**Cold cracking in S355**

One of the biggest problems when welding high-strength fine grain steels like S355 is cold cracking, according to chartered engineer and SFI Martin Erl, Managing Director of Erl Schweißen + Schneiden in Landau/Isar. "In general, the susceptibility of micro-alloyed fine grain steels to cold cracking is low. However, in the presence of higher carbon equivalent values, cold cracking may occur in the heat-affected zone (HAZ)." The cold cracking behaviour of welded joints is mainly dependent on the chemical composition, the thickness of the workpiece in the weld area, the hydrogen content of the weld metal, the heat input during welding, the residual stress level of the construction and the preheat or interpass temperature.

"The hydrogen in the weld metal and in the heat-affected zone essentially originates from hydrogen-containing components of the filler materials and welding consumables", says Erl. Hydrogen can also get into the weld metal through moisture present on the workpieces, e.g. condensation. The cooling after preheating and welding of the weld area gives the hydrogen the chance to recombine. Effusion can be accelerated if, instead of immediately being cooled down, the weld is kept at a temperature of 150-200°C for 1-2 hours.

Especially with thick-walled workpieces, experts recommend welding the joint under heat. In the event of unavoidable interruptions, cool down slowly and preheat again. With multi-layer welding, on the other hand, the interpass temperature, rather than the preheating temperature, becomes more important. "There's no need for preheating before welding the first bead", says Erl, "if the subsequent bead is welded in the heat of the first bead so that the interpass temperature doesn't drop below the preheating temperature needed to prevent cold cracking".

S235 werden mit einer durchschnittlichen Materialeinsparung von bis zu 20 Prozent mehr als ausgeglichen. Das heißt, bereits bei einer Reduktion des benötigten Walzprofils um nur eine Profilstufe ist der Einsatz von S355 gegenüber S235 wirtschaftlich. Zusätzliche Kostenersparnisse in der Fertigung, etwa durch geringere Schweißnahtdicken, kämen hinzu. Darüber hinaus lassen sich mit den höherfesten Trägern größere Spannweiten erzielen.

**Erfahrungen von Krings & Sieger**

Das Unternehmen Krings & Sieger in Düren ist mit 30 Mitarbeitern im Hallen-, Stahl- und Industriebau tätig. Auf der Baustelle sind die Mitarbeiter zur Hälfte ihrer Arbeitszeit mit Schweißen beschäftigt. So ist gewährleistet, dass jeder Schweißer genügend Routine hat. „Bei uns können alle Schweißfachkräfte S355 verarbeiten, auch wenn der Anteil dieser Walzprofile nur bei rund zehn Prozent liegt,“ berichtet Heinz Jörres. Der Grund: Im Schweißkurs lernen die Teilnehmer beide Verfahren. Aufträge mit S460, „wie sie nur alle fünf, sechs Jahre angefragt werden“, lehnen die Dürener dagegen ab.

Teilweise sind ausführende Unternehmen noch nicht darüber informiert, dass die DIN EN ISO 9606-1 die Gültigkeit der Schweißerprüfung nach dem verwendeten Schweißzusatzwerkstoff und nicht mehr nach dem verwendeten Grundmaterial regelt. In Konsequenz gilt die Prüfung inzwischen für S235, S355 sowie S460.

Der Fachmann für Schweißaufsicht und Materialprüfung vermutet, dass die heutigen Vorbehalte gegenüber S355 aus den 1980-er-Jahren herrühren. Jörres erinnert sich, dass es vor etwa 40 Jahren beim Einsatz dieser Walzprofile im Schiffs- und Brückenbau zu Rissen und Brüchen kam. „Das Problem lag seinerzeit in der falschen Verarbeitung und nicht am Stahl“, stellt Jörres klar. Heute jedoch ist die Verarbeitung von S355 im Brückenbau Standard. Nichtsdestotrotz meint er, dass dem Qualitätsstahl S355, der früher St52 hieß, ein schlechtes Image anhaftet.

Der Schweißfachmann weiß, bei bestimmten Typen von S355 müssen die Profile wegen des Kohlenstoffäquivalents der Legierungselemente im Stahl vor dem Schweißen temperiert werden, damit das Material seine duktilen Eigenschaften voll behält. Wird der zu schweißende Stahl im Bereich der Verbindungsstelle erwärmt, reduziert sich das Risiko einer Aufhärtung des

Gefüges. Diese kann entstehen, wenn die Schweißstelle allzu schnell abkühlt. Die Vorwärmtemperatur, die spätere Kaltrisse vermeiden soll, hängt im Wesentlichen von der Dicke der Bleche, der Wärmeableitung, der Legierung und von der Wärmeeinbringung beim Schweißen ab.

**Zum Kaltriss bei S355**

Eines der größten Probleme bei der schweißtechnischen Verarbeitung von hochfesten Feinkornstählen wie S355 stellt der Kaltriss dar, so Dipl.-Ing./SFI Martin Erl, Geschäftsführer von Erl Schweißen + Schneiden in Landau/Isar. „Im Allgemeinen ist die Kaltrissneigung von mikrolegierten Feinkornstählen gering. Sind jedoch höhere Kohlenstoffäquivalente vorhanden, kann es zu wasserstoffbegünstigten Kaltrissen in der Wärmeeinflusszone (WEZ) kommen.“ Dabei sei das Kaltrissverhalten von Schweißverbindungen hauptsächlich von der chemischen Zusammensetzung, der Werkstückdicke im Nahtbereich, dem Wasserstoffgehalt des Schweißgutes, der Wärmeeinbringung beim Schweißen, dem Eigenspannungsniveau der Konstruktion und der Vorwärm- oder Zwischenlagentemperatur abhängig.

„Der Wasserstoff im Schweißgut und in der Wärmeeinflusszone stammt im Wesentlichen aus wasserstoffhaltigen Bestandteilen der Schweißzusätze und Schweißhilfsstoffe“, sagt Erl. Außerdem könne Wasserstoff durch an den Werkstücken vorhandene Feuchtigkeit, z.B. Schweißwasser, in das Schweißgut gelangen. Das Abkühlen nach dem Vorwärmen und Schweißen des Nahtbereichs gibt dem Wasserstoff die Gelegenheit zur Rekombination, so die verfahrenstechnische Begründung. Effusion kann beschleunigt stattfinden, wenn die Schweißstelle nicht direkt abgekühlt wird, sondern die Temperatur bei 150 - 200° für 1 bis 2 Stunden gehalten wird. Vor allem bei dickwandigen Werkstücken empfehlen die Fachleute, die Verbindung in einer Hitze zu schweißen. Bei unvermeidbaren Unterbrechungen sei verzögert abzukühlen und erneut vorzuwärmen. Bei mehrlagigem Schweißen gewinne dagegen die Zwischenlagentemperatur anstelle der Vorwärmtemperatur an Bedeutung. „Auf das Vorwärmen vor dem Schweißen der ersten Raupe könne verzichtet werden“, so Erl, „wenn die Folgeraupe in die Wärme der ersten Raupe geschweißt wird, sodass die Zwischenlagentemperatur nicht unter die für kaltrissicheres Schweißen erforderliche Vorwärmtemperatur abfällt“.

NATURALLY FEELING GOOD...

Creating healthy spaces

**Lüftungsgitter - unbegrenzte Möglichkeiten**

- NEU: RC3 geprüfte Lüftungsgitter für unterschiedliche Bedürfnisse
- Überdruckklappen sowie Wand-, Boden-, Türgitter auf Maß
- Alle Abmessungen und Farben
- Sonderlösungen: schalldämmende, feuerbeständige, wasserabweisende und einbruchhemmende Gitter
- Innen- und Außenanwendung

January 14-19 · Munich  
Halle B1 - Standnr 101

[www.renson.de](http://www.renson.de)