SECURE
Protection Steels

SICHERHEITSSTÄHLE **SECURE.**
SECURE PROTECTION STEELS.

ILSENBURGER
GROBBLECH
Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe

Sicherheitsstähle SECURE.

Sicherheit geht vor

Es ist nicht immer sichtbar, aber zunehmend ist es notwendig, dass Leben und Werte auch im Alltag durch besondere Maßnahmen geschützt werden. Vielfältige Risiken lauern heutzutage überall: Nicht nur Staatsmänner, Diplomaten und Top-Manager, auch der einfache Mensch von der Straße wird täglich mit der weltweit ansteigenden Kriminalität konfrontiert. Um dem zu begegnen, können z. B. Fahrzeuge wie Limousinen und Geldtransporter und sogar ganze Gebäude mit Hilfe von Sicherheitsstählen gegen Bedrohungen durch Schusswaffen geschützt werden. Die Ilsenburger Grobblech GmbH hat die bewährten, unter dem Namen SECURE bekannten, Sicherheitsstähle übernommen, die den zunehmenden Anforderungen der Kunden Rechnung tragen.

Voraussetzung für den ausreichenden Schutz gegen ballistische Bedrohungen ist eine außergewöhnlich hohe Härte des Stahls. Je höher die Härte, desto besser ist im Allgemeinen auch das ballistische Schutzvermögen der Stähle. Sie werden bei der Ilsenburger Grobblech GmbH in Dicken von 3 mm bis 150 mm gefertigt.

Die gebräuchlichsten Güten zum Schutz gegen ballistische Bedrohungen sind die Stähle **SECURE 400** und **SECURE 500**. Durch die ausgezeichnete Kombination aus hoher Härte und gleichzeitig guter Zähigkeit erfüllen diese Stähle die Anforderungen der wichtigsten nationalen und internationalen Spezifikationen. **SECURE 600** erfüllt höchste Ansprüche an den ballistischen Schutz.

Die extrem hohe Härte erfüllt maximale Sicherheitsansprüche bei geringen Blechdicken. Diese Stähle werden in der Regel im vergüteten Zustand QT (Quenched and Tempered) geliefert und weisen ein feines martensitisches Gefüge auf.

Aus der Reihe der hoch-harten Sicherheitsstähle ragt der **SECURE 450** mit verbesserter Zähigkeit und einer hervorragenden Umformbarkeit heraus. Diese Eigenschaften bezieht der Stahl aus einem feinen martensitisch-bainitischen Gefüge. Dadurch eignet er sich besonders zum Schutz gegen Ansprengung oder bei hohen konstruktiven Ansprüchen. Wie alle anderen bisher genannten Güten wird auch dieser Stahl im vergüteten Zustand (QT) geliefert.

SECURE
Protection steels.
Safety first

Increasingly, special measures are required in modern-day life to protect property and life. The threat lurks everywhere. Not only politicians, diplomats and top managers but also ordinary people are confronted daily with increasing crime levels. Ballistic steels offer a way to counter this threat. They can be used to protect vehicles such as limousines and security vans as well as whole buildings against firearm threat. Ilsenburger Grobblech GmbH has adopted the proven range of ballistic steels under the trade name SECURE which meet it's customers' increasing requirements.

To ensure adequate protection, exceptionally high hardness of the steel is vital. The harder the steel, the better in general its ballistic protection properties. These steels are manufactured in thicknesses from 3 mm to 150 mm at the site of Ilsenburger Grobblech.

*The most commonly used grades for protection against ballistic threats are **SECURE 400** and **SECURE 500**. Their excellent combination of high hardness and good toughness means they meet the requirements of all major national and international specifications.*

*The newly developed **SECURE 600** meets the very highest requirements for ballistic protection. Thanks to its extremely high hardness, it fulfils maximum safety demands even in low thicknesses. These steels are usually supplied in the quenched and tempered (QT) condition and display a fine martensitic microstructure. Among the high-hardness ballistic steels, **SECURE 450** stands out with its improved toughness and excellent formability. The steel owes these properties to its fine martensitic/bainitic microstructure, making it particularly suitable for protection against explosive attacks or in meeting high structural requirements. Like all the previously mentioned grades, this steel is also supplied in the quenched and tempered (QT) condition.*

INHALT

Sicherheitsstähle SECURE	2
Umformen	6
Zerspanen	8
Thermisches Trennen	10
Schweißen	16
Anwendung und Ausblick	20
Allgemeiner Hinweis	22

CONTENT

SECURE protection steels	*3*
Forming	*7*
Machining	*9*
Thermal cutting	*11*
Welding	*17*
Applications and outlook	*21*
General note	*22*

Die vergüteten Sicherheitsstähle (QT) erhalten ihre hohe Härte in erster Linie durch eine martensitische Gefügestruktur, wobei für die Maximalhärte im Stahl eine proportionale Beziehung zum Kohlenstoffgehalt gilt. Außerdem enthalten SECURE-Stähle in der Regel Chrom, Molybdän, Nickel und Bor, um ein über die Blechdicke gleich bleibendes Eigenschaftsprofil sicherzustellen.

Die Sicherheitsstähle der Ilsenburger Grobblech GmbH wurden für eine Vielzahl von Anwendungsbereichen entwickelt und werden in Zusammenarbeit mit dem Anwender ständig weiter entwickelt und optimiert.

Im Hinblick auf den effektiven und wirtschaftlichen Einsatz der SECURE-Stähle steht vor allem deren Verarbeitungsverhalten im Vordergrund. In der vorliegenden Broschüre werden dazu für die wichtigsten Verfahren Empfehlungen gegeben, die der Anwender bei der Verarbeitung beachten sollte.

Dem Anwender wird darüber hinaus empfohlen, insbesondere bei dem erstmaligen Einsatz der Sicherheitsstähle SECURE den direkten Dialog mit den Grobblechexperten der Ilsenburger Grobblech zu suchen.

Tab. 1 Chemische Zusammensetzung und mechanische Eigenschaften
Chemical composition and mechanical properties

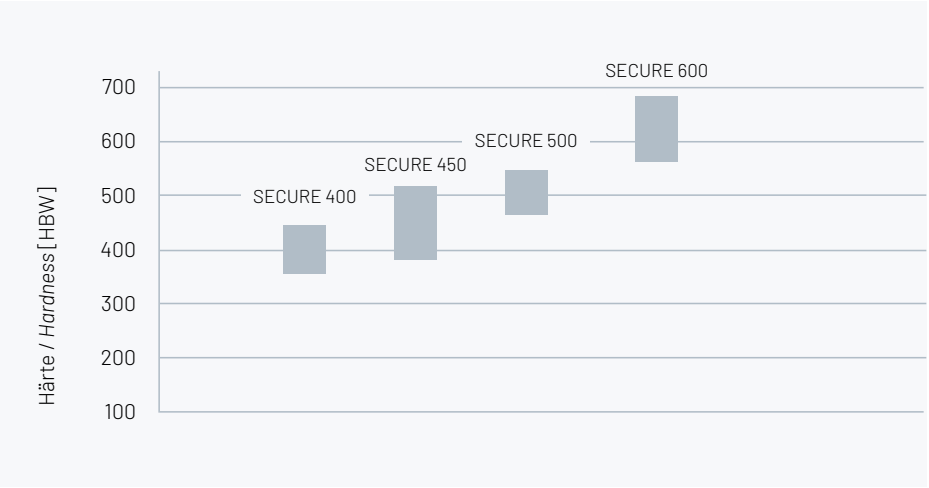
Stahlsorte *Steel grade*	**Dicke** *Thickness* **mm**	**Lieferzustand** *Delivery condition* **max.**	**Härte** *Hardness* **HBW**	**Schmelzenanalyse / *Heat analysis* [%]**							
				C max.	Si max.	Mn max.	Cr max.	Mo max.	Ni max.	V max.	typ. CET / CE_{IIW} [%] 10 mm
SECURE 400	3 - 50	QT	380 - 430	0,32	0,40	1,00	1,50	0,50	0,70	-	0,47/0,72
SECURE 450	3 - 40	QT	400 - 480	0,20	0,50	1,60	1,00	0,70	2,25	-	0,42/0,74
SECURE 500	3 - 50	QT	480 - 530	0,32	0,40	1,00	1,50	0,50	0,70	-	0,47/0,72
SECURE 600	4 - 40	QT	> 550	0,40	0,80	1,50	1,50	0,50	1,50	-	0,55/0,80

QT: wasservergütet / *quenched and temper d*

Je nach Kundenforderung behalten wir uns vor, auch andere Lieferungstypen zu verwenden

Tab. 1 gibt einen Überblick über die chemische Zusammensetzung, den Lieferzustand, den Blechdickenbereich und das typische Kohlenstoffäquivalent der Sicherheitsstähle. Ergänzend zeigt Abb. 1 die für diese Stähle üblichen Härtespannen, welche als Nominalwerte in der Gütebezeichnung zu finden sind.

Abb./fig. 1 Härte der Sicherheitsstähle SECURE
Hardness of SECURE ballistic steels



Tab. 1 shows an overview of the chemical composition, as-delivered condition, plate thicknesses and typical carbon equivalents of the ballistic steels. Fig. 1 shows the usual hardness ranges for these steels, indicated as nominal values in the grade names.

The quenched and tempered ballistic steels (QT) obtain their high hardness primarily as a result of a martensitic microstructure, with the maximum hardness in the steel being proportional to the carbon content. In addition, SECURE steels generally contain chromium, molybdenum, nickel and boron to ensure an even property profile across the thickness of the plate.

Ballistic steels from Ilsenburger Grobblech have been developed for a large number of applications and are subject to continuous improvement and optimization carried out in collaboration with users.

To ensure effective and economic use of SECURE steels, special attention has to be paid to processing. This brochure gives recommendations regarding the main processing methods.

In addition, first-time users of SECURE ballistic steels in particular are advised to seek direct dialogue with the heavy plate experts from Ilsenburger Grobblech.

UMFORMEN.

Kaltumformen

Die Kaltumformung, z. B. durch Abkanten oder Biegen auf Pressen und Walzen ist das übliche Verformungsverfahren von hochfesten Stählen und hat auch bei den Sicherheitsstählen eine große Bedeutung. Die vorherrschenden Verfahren sind das Kaltbiegen auf Drei-Walzen-Biegemaschinen und das Abkanten im 90°-V-Gesenk auf Gesenkbiegepressen. Im Vergleich zu Stählen mit niedriger Streckgrenze müssen beim Umformen hochfester Stähle jedoch zwei zusätzliche Größen berücksichtigt werden: der erhöhte Kraftaufwand und die verstärkte Rückfederung.

Höhere Kräfte sind wegen des größeren Formänderungswiderstandes erforderlich. Durch eine gute Schmierung der Matrizenkanten kann allerdings die Biegekraft um bis zu 25 % gesenkt werden. Auch eine Vergrößerung der Matrizenweite verringert diese.

Die Rückfederung ist stärker als bei konventionellen Stählen, da der Anteil der elastischen Verformung an der Gesamtverformung größer ist. Abb. 2 zeigt, welche Kaltumformung sich beim Abkanten und Biegen ergibt. Zur Vermeidung von Rissen wird dabei vorausgesetzt, dass durch Scheren verfestigte oder durch thermisches Trennen aufgehärtete Blechkanten abgearbeitet werden. Für Konstruktionen aus Sicherheitsstählen, bei denen hoher ballistischer Schutz gefordert ist und gleichzeitig im Zuge der Herstellung stärkere Kaltumformungen erfolgen, bevorzugt man weichere Sorten. Mit dem **SECURE 450** steht eine spezielle „Abkantgüte" zur Verfügung, die durch ihr ausgewogenes Legierungskonzept trotz der hohen Härte besondere Anforderungen beim Biegen und Abkanten erfüllt. Unter günstigen Bedingungen haben sich die in Tab. 2 beschriebenen Mindestbiegeradien bei den SECURE-Stählen bewährt. Naturgemäß ist das Umformverhalten quer zur Hauptwalzrichtung günstiger als längs, da die sulfidischen und/oder oxidischen Einschlüsse weniger zur Auswirkung kommen.

Als zusätzliches Kriterium muss die Blechdicke berücksichtigt werden. Ein dünnes Blech weist wegen des geometrischen Einflusses ein wesentlich günstigeres Rissauslösungsverhalten und Rissauffangvermögen auf als ein dickeres. Es wird vorausgesetzt, dass die Blechkanten vor dem Umformen kerbfrei geschliffen und entgratet sind. Außerdem ist auf ein gutes Gleiten der Bleche zu achten, d. h. auf Schmierung der Matrize und des Biegestempels sowie auf ständiges Säubern der Werkzeuge.

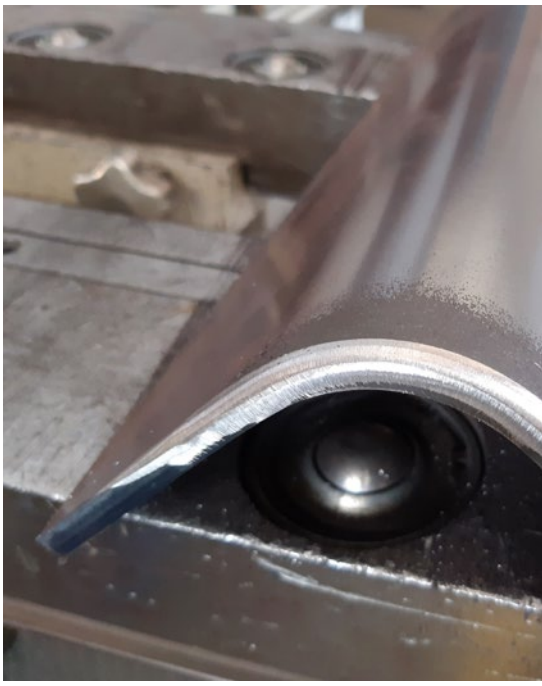
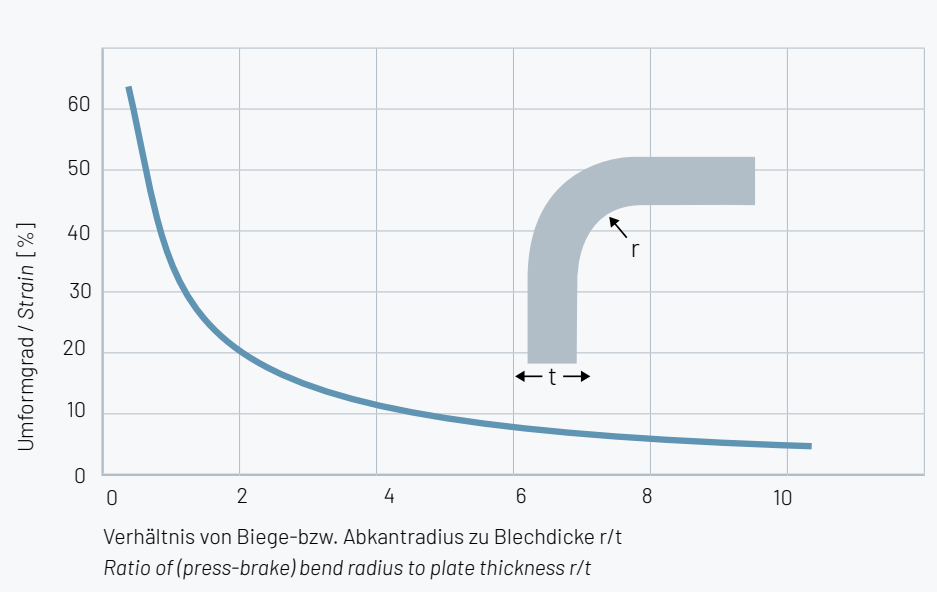


Abb./fig. 2 Umformgrade beim Kaltumformen
Strain during cold forming



WARMUMFORMEN

Die Warmumformung der vergüteten SECURE-Stähle ist bei Temperaturen zwischen 850 und 1.000 °C möglich. Dabei ist zu beachten, dass der ursprüngliche Wärmebehandlungszustand des Werkstoffes durch eine Warmverformung wieder aufgehoben wird. Das bedeutet, dass die Härte des Lieferzustandes der Bleche erst durch eine komplette, neue Wärmebehandlung wieder eingestellt werden muss, wenn die Bauteile nicht direkt aus der Umformwärme gehärtet werden können. Dieses Verfahren ermöglicht auch die Umformung des **SECURE 600**, der wegen seiner extrem hohen Härte nicht kalt verformt werden sollte.

Biegevorgang.
Bending process.

FORMING.
Cold forming

Cold forming, e.g. by press or roll bending, is the usual forming method used for high-strength steels and is also of major significance for ballistic steels. The main forming methods are cold bending on three-roll bending machines and press brake bending in 90° V dies. Compared with low-strength steels, two additional parameters have to be taken into account when forming high-strength steels: increased force requirements and increased springback.

Higher forces are needed on account of the higher forming resistance. However, with good lubrication of the die edges, the bending force can be reduced by up to 25 %. An increase in die width also reduces bending force. Springback is more pronounced than with conventional steels as the share of elastic strain in total strain is greater. Fig. 2 shows the strain hardening that occurs during press brake and roll bending. To avoid cracks it is important to remove plate edges which have become hardened by shearing or thermal cutting. For ballistic steel structures requiring high ballistic protection and heavier cold working, milder grades are preferred. ***SECURE 450*** *is a special press brake bending grade which, thanks to its balanced alloying concept, meets special requirements in bending despite its high hardness. Under favorable conditions, the minimum bending radii stated in Tab. 2 have proven successful for SECURE steels. Naturally, forming properties are more favorable transverse to the main rolling direction than in the rolling direction as the sulfide and/or oxide inclusions have less of an effect.*

An additional criterion to be considered is plate thicknesses. Due to geometric effects a thin plate has much more favorable crack initiation and crack arresting properties than a thicker plate. Plate edges must be ground notch-free and deburred prior to forming. In addition, it is important to ensure good lubrication of the die and the bending punch and regular cleaning of tools.

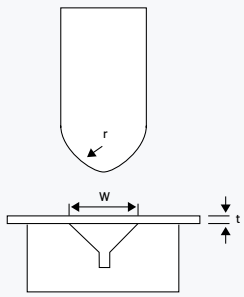
HOT FORMING

Hot forming of quenched and tempered SECURE steels is possible at temperatures between 850 and 1,000 °C. It should be noted that hot forming cancels out the original heat treatment condition of the material. This means that the as-delivered hardness of the steel has to be subsequently restored by renewed full heat treatment, unless the component can be hardened directly during forming. This is the procedure used to form ***SECURE 600****, which because of its extremely high hardness, is not suitable for cold forming.*

Tab. 2 Mindestabkantradien beim Kaltumformen
Minimum bending radii for cold forming

Stahlsorte *Steel grade*	Dicke *Thickness* max. [mm]	r/t [1] ⊥ [2]	r/t [1] ∥ [3]
SECURE 400	≤ 8,0 8,0 < 15	5,0 6,0	7,0 8,0
SECURE 450	≤ 8,0 8,0 < 15,0	4,0 5,0	5,0 6,0
SECURE 500	≤ 8,0 8,0 < 15,0	6,0 8,0	8,0 10
SECURE 600	wird nicht empfohlen / *not recommended*		

1) Abkantradien bei größeren Blechdicken auf Anfrage / *Bending radii for thicker plates on request*
2) Biegelinie senkrecht zur Walzrichtung / *Bending line transverse to the rolling direction*
3) Biegelinie parallel zur Walzrichtung / *Bending line parallel to the rolling direction*



ZERSPANEN.

Die bei den Sicherheitsstählen vorliegenden martensitischen oder martensitisch-bainitischen Grundgefüge lassen sich schlechter zerspanen als ferritisch-perlitische Stähle.

BOHREN

Alle SECURE-Stähle lassen sich durch die Wahl eines geeigneten Werkzeugs und Verfahrens bohren. Nachfolgende, erschwerende Merkmale sind beim Bohren von Bedeutung:

- die bis auf Null abfallende Umdrehungsgeschwindigkeit in der Bohrermitte;
- der mit zunehmender Bohrtiefe schwierigere Abtransport der Späne;
- die ungünstigere Wärmeverteilung in der Bohrstelle;
- Stabilitäts- und Schwingungsprobleme des Werkzeugs.

Für die Bearbeitung der Stähle bis 400 oder 450 HBW (Mittelwert) empfehlen wir den Einsatz hochwertiger kobaltlegierter HSS-E-Spiralbohrer. Für die Stähle **SECURE 500** und **SECURE 600** sind Hartmetallbohrer erforderlich.

Bohrungen mit einem Durchmesser von mehr als 16 mm können auch mit Wendeplattenbohrern in speziellen Bohrmaschinen ausgeführt werden.

Beim Bohren sind folgende Bedingungen zu beachten:

- Vibrationen sind zu vermeiden;
- Werkstück möglichst dicht an der Bohrstelle fest einspannen;
- Werkstück und Bohrkopf möglichst dicht an die Maschinensäule legen;
- kurze Bohrer in kurzer Maschinenspindel verwenden.

Die empfohlene Schnittgeschwindigkeit (m/min) mit Drehzahl (Upm) und Vorschub (mm/U) für die SECURE-Stähle ist Tab. 3 und Abb. 3 zu entnehmen. Als Kühlmittel empfehlen wir Hochleistungs-Spezial-Schneidöl. Die Verwendung von Kühl- und Schmiermitteln verlängert die Standzeit der Bohrer.

SENKEN

Beim Senken sollten Werkzeuge mit zusätzlicher Spitzenführung eingesetzt werden, um ein Verlaufen des Werkzeugs zu verhindern. Außerdem ist auf eine gute Kühlung zu achten.

GEWINDEBOHREN

Die SECURE-Stähle eignen sich auch für das Gewindebohren. In Tab. 4 sind einige Richtwerte für gängige ISO-Gewinde ersichtlich.

Tab. 3 Richtwerte für das Bohren
Recommended parameters for drilling

Stahlsorte *Steel grade*	Schnittgeschwindigkeit *Cutting speed* [m/min]	Bohrer / Drill							
		6 mm Ø		8 mm Ø		10 mm Ø		12 mm Ø	
		Upm *Rpm*	Vorschub *Feed* 2)	Upm *Rpm*	Vorschub *Feed* 2)	Upm *Rpm*	Vorschub *Feed* 2)	Upm *Rpm*	Vorschub *Feed* 2)
SECURE 400	3 - 5	210	0,05	160	0,08	130	0,10	100	0,15
SECURE 450	3 - 5	210	0,05	160	0,08	130	0,10	100	0,15
SECURE 500 1)	20 - 25	1.300	0,05	1000	0,05	800	0,08	670	0,08
SECURE 600 1)	auf Anfrage / *upon request*								

1) Hartmetall-Bohrer / *Carbide-tipped drill* 2) mm/U / *mm/R*

MACHINING.

The martensitic or martensitic-bainitic microstructures found in ballistic steels are generally more difficult to machine than ferritic/pearlitic steels.

DRILLING

With appropriate tools and methods, all SECURE steels can be drilled. The following complicating features need to be taken into account during drilling:

- *The speed of the drill drops to zero at drill center;*
- *Chip removal becomes increasingly difficult with increasing drilling depth;*
- *Heat distribution is less favorable at the drilling point;*
- *Tool stability and vibration problems.*

For machining steels up to 400 or 450 HBW (average) we recommend the use of high-quality cobalt-alloyed HSS-E twist drills. Carbide drills are necessary for ***SECURE 500*** *and* ***SECURE 600*** *steels.*

Holes with a diameter of more than 16 mm can also be produced using indexable insert drills in special drilling machines.

During drilling, the following points should be observed:

- *Avoid vibrations;*
- *Clamp workpiece firmly as close as possible to the drilling point;*
- *Place workpiece and drilling head as close as possible to machine column;*
- *Use short drills in short machine spindles.*

Recommended cutting speeds (m/min), spindle speeds (revs/min) and feeds (mm/rev) for SECURE steels are given in tab. 3 and fig. 3. As cutting fluid, we recommend high-performance special cutting oil. The use of cutting fluids increases drill life.

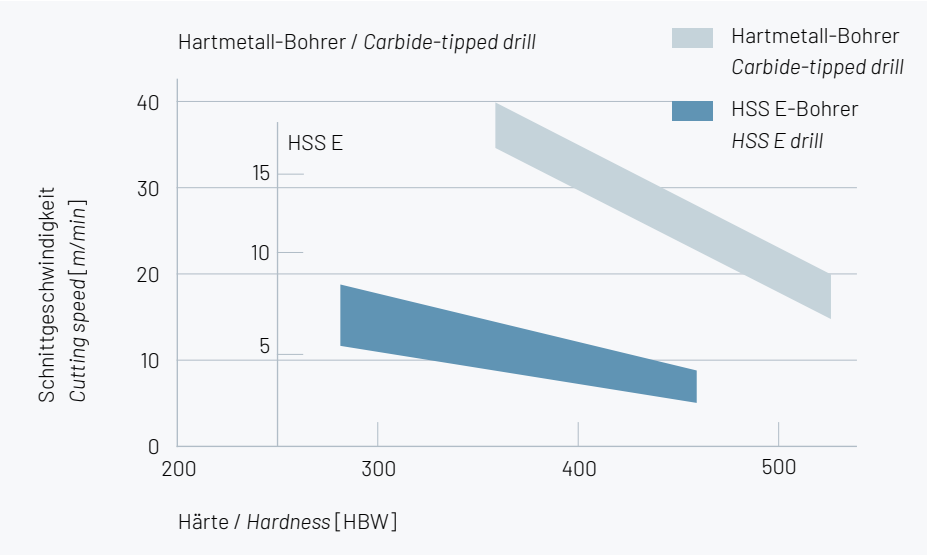
COUNTERBORING, COUNTERSINKING

In counterboring and countersinking, tools with additional pilots should be used to ensure accurate tool guidance. Good cooling is also important.

THREAD TAPPING

SECURE steels are suitable for thread tapping. Tab. 4 shows recommended cutting parameters for common ISO threads.

Abb./fig. 3 Schnittgeschwindigkeit beim Bohren
Cutting speeds in drilling



Tab. 4 Richtwerte für das Gewindeschneiden mit TiCN-beschichteten HSS-E-Gewindebohrer
Recommended parameters for thread cutting with TiCN-coated HSS-E taps

Stahlsorte *Steel grade*	Zugfestigkeit *Tensile strength* [MPa]	Schnittgeschwindigkeit *) *Cutting speed *)* [m/min]	Drehzahl verschiedener Gewinde [Upm] *Revolutions for different threads [Rpm]*			
			M 6	M 8	M 10	M 12
SECURE 400	1.250	4	212	159	127	106
SECURE 450	1.350	3	159	119	95	80
SECURE 500 [1)]	1.600	2	106	80	64	53
SECURE 600 [1)]	2.000	auf Anfrage / *upon request*				

1) bei Verwendung von Schneidöl / *when using cutting oil*

THERMISCHES TRENNEN.

Die hohe Härte und die damit verbundene Beschusssicherheit der Stähle **SECURE 400, 450, 500 und 600** ergeben sich aus der besonderen chemischen Zusammensetzung in Verbindung mit einer abgestimmten Wärmebehandlung durch Vergüten. Infolge ihres Legierungsaufbaus und der hohen Härte sind bestimmte Maßnahmen zu berücksichtigen, um eine sichere Verarbeitung zu gewährleisten.

Tab. 5 zeigt eine Übersicht der empfohlenen Schneidverfahren. Bei dünneren Blechen tritt das Laserstrahlschneiden besonders in den Vordergrund. Das Plasmaschneiden kommt bei Blechdicken bis etwa 40 mm zum Einsatz. Bei diesem Verfahren werden die höchsten Schneidgeschwindigkeiten erzielt. Das autogene Brennschneiden lässt sich unter Vor- und Nachwärmung auch bei dickeren Blechen anwenden.

Alternativ zu den thermischen Verfahren stellt das Abrasiv-Wasserstrahlschneiden eine ausgezeichnete Möglichkeit dar, auch schwierige Konturen rissfrei und ohne Härteverlust zu fertigen. Im Einzelfall kommt zudem das Trennschleifen in Betracht.

Tab. 5 Empfohlene Schneidverfahren für SECURE
Recommended cutting methods for SECUR

Blechdicke ***Plate thickness*** **[mm]**	**Bevorzugte Verfahren** ***Preferred cutting method***
≤ 12	Laserstrahlschneiden / *Laser beam cutting* Unterwasser-Plasmaschneiden / *Underwater plasma cutting*
12 - 40	Unterwasser-Plasmaschneiden / *Underwater plasma cutting* Abrasiv-Wasserstrahlschneiden / *Abrasive water jet cutting* Autogenes Brennschneiden / *Flame cutting*)*
> 40	Abrasiv-Wasserstrahlschneiden / *Abrasive water jet cutting* Autogenes Brennschneiden / *Flame cutting*)*

*) unter Vor- und ggf. Nachwärmung / *with pre- and post heating*

LASERSTRAHLSCHNEIDEN

Das Laserstrahlschneiden hat sich inzwischen zu einem Standardverfahren entwickelt. CO_2-Laser mit einer Leistung von 3 kW schneiden heute bis zu 20 mm dicke Bleche. Die erreichbaren Schneidgeschwindigkeiten zeigt Abb. 4. Als Schneidgas wird Sauerstoff mit höherer Reinheit bevorzugt. Bei eng verschachtelten Bauteilen sollte durch eine geeignete Schneidfolge einer starken Erwärmung des Bleches (> 120 °C) während des Schneidens vorgebeugt werden.

Der Zustand der Werkstoffoberfläche übt ebenfalls einen wichtigen Einfluss auf die Schnittgüte aus. Ein Anrosten, eine starke Rauheit (Sandstrahlen), eine Verschmutzung oder Beschädigung der Blechoberfläche sollten vermieden werden. Dünne, fest anhaftende Zunderschichten stören den Schneidprozess nicht. Farbschichten mit einer zu großen Schichtdicke können hingegen bei dünneren Blechen von Nachteil sein. Beim Beschichten von Grobblechen kommt standardmäßig ein anorganischer Silikat-Shopprimer mit niedrigem Zinkanteil zum Einsatz. Bei einer feinen Abstimmung der Schneidparameter lässt sich auch bei geprimerten Blechen die höchste Schnittgüte nach DIN EN ISO 9013 erzielen.

Beim thermischen Trennen kommt es im Bereich der Schnittkante kurzzeitig zu einer sehr hohen Temperatur und nachfolgend zu einer sehr schnellen Abkühlung. Die hieraus resultierenden Werkstoffveränderungen äußern sich in einer Aufhärtung unmittelbar an der Schnittkante und einer daran angrenzenden Anlasszone (Erweichungszone), Abb. 5. Der Vorteil des Laserstrahlverfahrens liegt neben der außerordentlichen Präzision vor allem in der geringen thermischen Beeinflussung der Schnittkanten. Der geringe Wärmeeintrag wird am Härteverlauf der Schnittkante deutlich. Aufhärtungszone und Anlasszone sind äußerst schmal ausgebildet.

THERMAL CUTTING.

*The ballistic protection and high hardness of the steels **SECURE 400**, **450**, **500** and **600** are the result of a special chemical composition combined with careful heat treatment by quenching and tempering. Due to the alloys' microstructure and high hardness, certain measures have to be taken into account to ensure reliable processing.*

Tab. 5 shows an overview of recommended cutting methods. With thinner plates, laser beam cutting comes to the fore. Plasma cutting is used for plate thicknesses up to around 40 mm. This method achieves the highest cutting speeds. Flame cutting can also be used for thicker plates with pre- and post-heating.

As an alternative to the thermal methods, abrasive water jet cutting represents an excellent means of producing difficult shapes without cracking and without loss of hardness. In individual cases cut-off grinding can also be used.

Abb./fig. 4 Schneidegeschwindigkeit beim thermischen Schneiden
Cutting speeds in thermal cutting

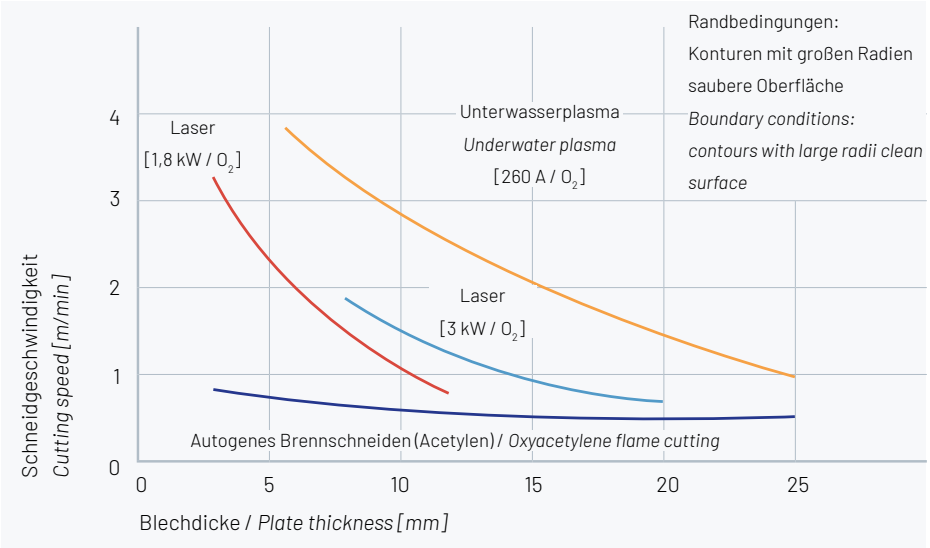
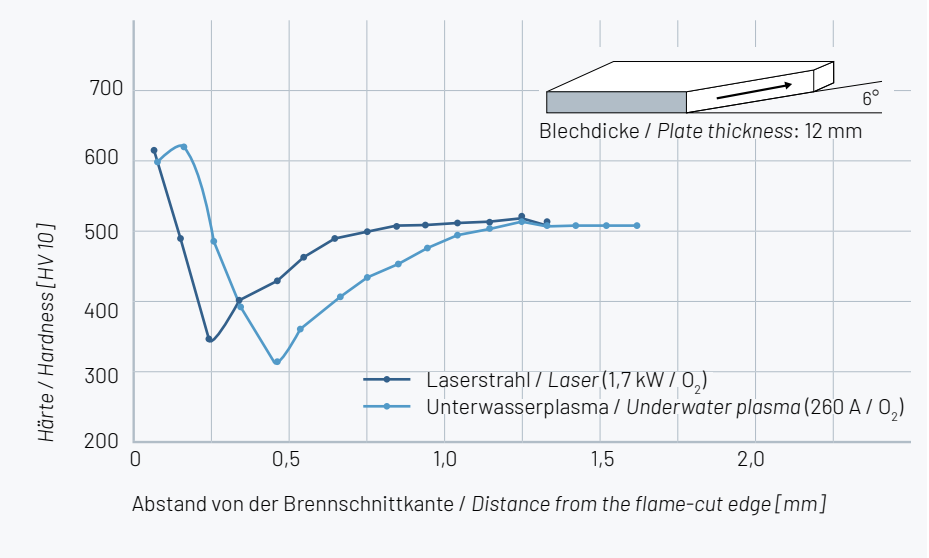


Abb./fig. 5 Laser- und Unterwasser-Plasmaschneiden von SECURE 500 (Härteverlauf in der Wärmeeinflusszone)
Laser and underwater plasma cutting of SECURE 500 (Hardness profile in the heat-affected zone)



LASER BEAM CUTTING

Laser beam cutting has become a standard cutting method. CO_2 lasers with a power of 3 kW are used today to cut plates up to 20 mm in thickness. The attainable cutting speeds are shown in fig. 4. The preferred cutting gas is high-purity oxygen. With convoluted parts, overheating of the plate (> 120 °C) should be avoided by appropriate sequencing of the cuts.

The condition of the material surface also has an important effect on cut quality. Rusting, pronounced roughness (sand blasting), contamination or damage on the plate surface should be avoided. Thin, firmly adherent scale layers do not disrupt the cutting process. However, thick paint coatings may be a disadvantage when cutting thinner plates. When heavy plate is coated, a low-zinc inorganic silicate shop primer is used as standard. If the cutting parameters are carefully selected, optimum quality cuts conforming to EN ISO 9013 can also be achieved on primed plates. Thermal cutting produces very high temperatures in the cut edge followed by very rapid cooling. This results in a hardening zone directly at the cut edge and an adjacent tempering zone (softening zone), fig. 5.

The main advantage of laser beam cutting, next to its exceptional precision, is that it has little thermal effect on the cut edges. The low heat input is shown in the hardness profile in the cut edge. The hardening zone and tempering zone are extremely narrow.

PLASMASCHNEIDEN

Im Hinblick auf die möglichst geringe thermische Beeinflussung der Schnittkante und auf den geringen Verzug bei der Verarbeitung dünner Bleche bietet das **Plasmaschneiden unter Wasser** ebenfalls günstige Voraussetzungen. Neben der guten Wärmeableitung im Wasserbad führt die hohe Schneidgeschwindigkeit zu einer sehr schmalen Wärmeeinflusszone. Der Einsatz von Sauerstoff verringert beim Unterwasserschneiden, aber auch bei den anderen Verfahrensvarianten, die Viskosität des aufgeschmolzenen Materials. Dadurch ergeben sich bartfreie Schnittkanten.

Das **trockene Plasmaschneiden** gewinnt zunehmend an Bedeutung. Spezielle Feinstrahl-Plasmabrenner ermöglichen eine stärkere Einschnürung und Stabilisierung des Plasmastrahls durch eine effektive Sekundärgasführung (Wirbelgas). Dadurch wird die Geradheit bzw. Rechtwinkligkeit der Schnittkanten verbessert und in vielen Fällen eine vergleichbare Schnittgüte wie beim Laserstrahlschneiden erreicht.

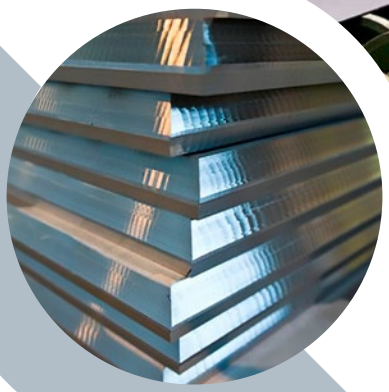
Bei Blechdicken ab etwa 10 mm sollten Anlagen höherer Leistung (ca. 300 A) bevorzugt werden. Dabei lässt sich durch die hohe Schneidgeschwindigkeit die kritische Aufhärtungszone deutlich einschränken. Der Härteverlauf ist dabei mit dem von Unterwasser-Schnittkanten nahezu vergleichbar.

PLASMA CUTTING

Underwater plasma cutting *also offers advantages in terms of minimum thermal effects on the cut edge and low distortion when processing thin plates. In addition to good heat removal in the water bath, the high cutting speed results in a very narrow heat-affected zone. The use of oxygen in underwater cutting, as in the other variants of the method, reduces the viscosity of the fused material, resulting in burr-free cut edges.*

Dry plasma cutting *is gaining in importance. Special fine-focus plasma torches permit improved focusing and stabilizing of the plasma beam due to effective secondary gas control (swirl gas). This improves the straightness and rectangularity of the cut edges and in many cases the quality of cut is comparable with laser beam cutting.*

Upwards of roughly 10 mm plate thickness, higher-power (approx. 300 A) equipment should be preferred. The high cutting speed (approx. 4 m/min) significantly reduces the size of the critical hardening zone, resulting in a hardness profile almost comparable with underwater cut edges.



AUTOGENES BRENNSCHNEIDEN

Die Sicherheitsstähle **SECURE 400**, **500** und **600** weisen infolge ihrer besonderen chemischen Zusammensetzung und Härte eine erhöhte Neigung zur Rissbildung beim autogenen Brennschneiden auf.

Die wirkungsvollste Maßnahme zur Vermeidung von Brennrissen ist das Vorwärmen (Tab. 6). Dabei sollte das gesamte Blech, mindestens jedoch 150 mm beiderseits des vorgesehenen Schnittes auf die je nach Stahlsorte und Blechdicke empfohlene Temperatur erwärmt werden. Zur bevorzugten Ofenerwärmung bieten Brennerlanzen eine gute Alternative für die gleichmäßige Erwärmung. Bei Blechtemperaturen unter 5 °C sollten auch dünnere Bleche vor dem Schneiden handwarm vorgewärmt werden.

Bei Blechdicken über 50 mm empfiehlt es sich, zusätzlich unmittelbar nach dem Brennschneiden ein Nachwärmen des Schneidbereichs bei 175 °C durchzuführen. Als Haltezeit sind 2 Minuten je mm Blechdicke vorzusehen, maximal jedoch 4 Stunden. Der Einsatz von Isoliermatten hilft zusätzlich, um eine möglichst langsame Abkühlung zu erreichen.

Wegen des hohen Wärmeeinbringens beim Brennschneiden (besonders auf der Seite des Brenners) findet die Gefügeumwandlung in einer breiten Randschicht statt. Die angrenzende Erweichungszone ist bei diesem Schneidverfahren besonders ausgeprägt (Abb. 6). Um einen Härteverlust im Bauteil vorzubeugen, sollten die in Tab. 7 genannten Temperaturen nicht überschritten werden.

Nach dem Brennschneiden müssen die Schnittflächen glatt und ohne Kerben sein. Tiefere örtliche Kolkungen sind vor der Weiterverarbeitung auszuschleifen oder zu überschweißen und zu überschleifen. Eine Oberflächenrissprüfung oder Ultraschallprüfung sollte frühestens 48 Stunden nach dem Schneiden erfolgen. Bei **SECURE 600** empfiehlt sich eine weitere Prüfung frühestens zwei Wochen nach dem Schneiden.

Tab. 6 Vorwärmtemperatur für das autogene Brennschneiden
Preheat temperatures for flame cutting

	Blechdicke / *Plate thickness t in* [mm]									
Stahlsorte ***Steel grade***	**6-10**	**≤ 15**	**≤ 20**	**≤ 25**	**≤ 30**	**≤ 35**	**≤ 40**	**≤ 45**	**≤ 50**	**≤ 50**
SECURE 400	ohne/*without*		100 °C			125 °C		150 °C		175 °C *)
SECURE 450	ohne/*without*					75 °C		-		
SECURE 500	ohne/*without*		100 °C			125 °C		150 °C		175 °C *)
SECURE 600	100 °C		150 °C		175 °C		175 °C *)	-		

*) Nachwärmen 175 °C, mind. 2 Minuten je mm Blechdicke, max. 4 Stunden

Post-heating 175 °C, minimum 2 minutes per mm plate thickness, maximum 4 hours

FLAME CUTTING

Due to their special chemical composition and hardness, the ballistic steels ***SECURE 400***, ***500*** *and* ***600*** *are more susceptible to cracking during flame cutting.*

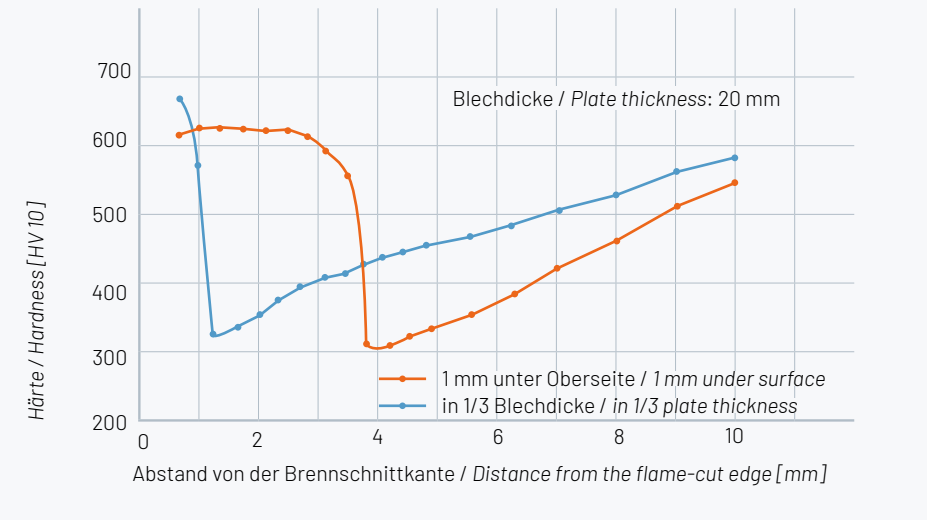
The most effective means of avoiding cracks is pre-heating (tab. 6). The entire plate, or at least 150 mm each side of the cut, should be heated to the temperature recommended depending on steel grade and plate thickness. Furnace heating is preferred, but torches offer a good alternative for uniform heating. Where plate temperatures are below 5 °C, thinner plates also should be pre-heated to hand warm before cutting.

For plate thicknesses above 50 mm, post-heating of the cut zone at 175 °C is recommended directly after torch cutting. The holding time should be two minutes per mm plate thickness, with a maximum of four hours. The use of insulating mats also helps achieve slow cooling rates.

Due to the high heat input during flame cutting (particularly on the torch side) the microstructural changes occur in a wide surface layer. The adjacent softening zone is particularly pronounced with this cutting method (fig. 6). To prevent hardness loss in the part, the temperatures stated in tab. 7 should not be exceeded.

After flame cutting the cut surfaces must be smooth and notch-free. Deeper local cratering should be ground out or welded over and ground smooth prior to further processing. Surface crack testing or ultrasonic inspection should be carried out at the earliest 48 hours after cutting. With ***SECURE 600****, a further inspection no sooner than two weeks after cutting is recommended.*

Abb./fig. 6 Autogenes Brennschneiden von SECURE 600 (Härteverlauf in der Wärmeeinflusszone)
Flame cutting of SECURE 600 (Hardness profile in the heat-affected zone)



Tab. 7 Maximale Temperatur zur Vermeidung von Härteverlusten
Maximum temperature to avoid hardness losses

Stahlsorte ***Steel grade***	**Maximale Temperatur** ***Maximum temperature***
SECURE 400	450 °C
SECURE 450	250 °C
SECURE 500	200 °C bei/*for* t ≤ 50 mm 250 °C bei/*for* t > 50 mm
SECURE 600	200 °C

SCHWEISSEN.

Infolge des Legierungsaufbaus und der hohen Härte der Sicherheitsstähle sind bestimmte Maßnahmen zu berücksichtigen, um eine sichere schweißtechnische Verarbeitung zu gewährleisten. Die Kaltrissempfindlichkeit eines Stahls lässt sich anhand seiner chemischen Zusammensetzung abschätzen (Tab. 8 und 9). Dazu eignet sich in besonderem Maße das aus umfangreichen Kaltrissuntersuchungen abgeleitete Kohlenstoffäquivalent CET.

SCHWEISSNAHTVORBEREITUNG

Vor Beginn der Schweißarbeiten ist der Nahtbereich zu säubern. Zunder, Rost oder Farbreste sind durch Bürsten oder Schleifen zu entfernen. Durch Trocknen oder Vorwärmen ist außerdem sicherzustellen, dass der Nahtbereich feuchtigkeitsfrei ist. Die Nahtflanken sollten durch Sichtkontrolle oder mittels Farbeindringverfahren auf Trennungen und sonstige beim Schweißen störende Fehler wie Schlackereste überprüft werden.

SCHWEISSBEDINGUNGEN

Beim Schweißen von Sicherheitsstählen sollten im Nahtbereich Abkühlzeiten $t_{8/5}$ zwischen 5 s und 20 s eingehalten werden. Diesen Abkühlzeiten sind unter Berücksichtigung der erforderlichen Vorwärmtemperatur geeignete Schweißbedingungen zuzuordnen.

Eine Verbindung mit anderen Stählen bereitet im Allgemeinen keine Probleme, wenn die Schweißbedingungen auf SECURE abgestimmt werden.

Für die schweißtechnische Fertigung sind Verfahren und Schweißzusätze zu wählen, die zu möglichst niedrigen Wasserstoffgehalten im Schweißgut führen, um Kaltrisse im Schweißnahtbereich zu vermeiden.

Die SECURE-Stähle werden bevorzugt mit austenitischen Schweißzusätzen verarbeitet. Dabei sollten die zu verbindenden Teile Raumtemperatur (mind. 15 °C) aufweisen. Bei Blechdicken über 25 mm empfiehlt sich auch beim Schweißen mit austenitischen Zusätzen mit Rücksicht auf die im Nahtbereich zu erwartenden Spannungen ein Vorwärmen auf 100 °C bis 150 °C.

Wenn ferritische Zusätze eingesetzt werden, ist in jedem Fall ein ausreichendes Vorwärmen des Nahtbereichs erforderlich. Die Vorwärmung darf bis zur Fertigstellung der Schweißverbindung nicht unterschritten werden. Mit Rücksicht auf die mechanischen Eigenschaften des Grundwerkstoffs sollten Vorwärmtemperaturen und Zwischenlagentemperaturen über 200 °C beim Schweißen von Sicherheitsstählen vermieden werden.

Tab. 10 zeigt die empfohlenen Vorwärmtemperaturen beim MAG-Schweißen von Sicherheitsstählen mit ferritischen Massivdrähten und einem Wärmeeinbringen von 1 kJ/mm in Abhängigkeit von der größten Einzelblechdicke im Nahtbereich, Abb. 7. Die Berechnung des Wärmeeinbringens beim Schweißen geht aus Tab. 11 hervor.

Für eine genauere Festlegung der im Einzelfall einzuhaltenden Vorwärmtemperatur ist die im Werkszeugnis für den Stahl ausgewiesene chemische Zusammensetzung maßgebend.

Tab. 8 Kohlenstoffäquivalente für Dicke bis 40 mm
Carbon equivalents for thickness up to 40 mm

Stahlsorte ***Steel grade***	**CEV_{IIW}, typisch** ***CEV_{IIW}, typical*** **[%]**	**CET, typisch** ***CET, typical*** **[%]**
SECURE 400	0,72	0,47
SECURE 450	0,74	0,42
SECURE 500	0,72	0,47
SECURE 600	0,80	0,55

Tab. 9 Berechnung der Kohlenstoffäquivalente
Calculation of carbon equivalents

IIW-Formel / *IIW formula*

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

CET-Konzept
CET-concept

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40}$$

WELDING.

Due to the alloys' microstructure and high hardness of ballistic steels, certain measures have to be taken into account to ensure reliable welding. The susceptibility of a steel to cold cracking can be estimated on the basis of its chemical composition (tab. 8 and 9). Particularly suitable for this is the carbon equivalent CET derived from extensive cold cracking tests.

WELD PREPARATION

Before welding is begun, the weld area must be cleaned. Scale, rust and residual paint must be removed by brushing or grinding. Also, it must be ensured by drying or preheating that the welding zone is free from any humidity. The weld edges should be checked by visual inspection, or by means of a dye penetrant technique, for voids and other defects such as slag residues that might impair welding.

WELDING CONDITIONS

When welding ballistic steels, cooling times $t_{8/5}$ of between 5 s and 20 s should be observed in the weld area. These cooling times must be assigned suitable welding conditions taking into account the necessary preheat temperature.

Joining with steels is generally not problematic if welding conditions are adapted to the SECURE steel.

Welding processes and filler metals must be selected to achieve the lowest possible hydrogen content in the weld metal in order to avoid cold cracks in the welding zone.

Austenitic filler metals are preferred for welding the other SECURE steels. The parts to be joined should be at room temperature (at least 15 °C). For plate thicknesses in excess of 25 mm, preheating to 100 °C–150 °C when welding with austenitic fillers is recommended on account of the stresses to be expected in the welding zone.

If ferritic fillers are used, adequate preheating of the welding zone is required in all cases. The workpiece temperature should not fall below the preheat temperature before the joint is completed. On account of the mechanical properties of the base material, preheat temperatures and interpass temperatures in excess of 200 °C should be avoided.

Tab. 10 shows recommended preheat temperatures for MAG welding ballistic steels with ferritic welding wires and a heat input of 1 kJ/mm as a function of the largest plate thickness in the weld area, fig. 7. The calculation of heat input during welding is shown in tab. 11.

For more exact determination of preheat temperatures in individual cases the chemical composition specified in the test report for the steel should be used.

Tab. 10 Vorwärmtemperaturen für das MAG-Schweißen mit ferritischen Zusätzen
Preheat temperatures for MAG welding using ferritic filler metals

Stahlsorte *Steel grade*	**Blechdicke / *Plate thickness* t in mm**						
	6-10	**≤15**	**≤ 20**	**≤ 25**	**≤ 30**	**≤ 35**	**> 35**
SECURE 400	125°C	150°C		175°C		200°C	austenitisch/*austenitic* 100 – 150 °C
SECURE 450	75°C	100°C	125°C		150°C		
SECURE 500	125°C	150°C		175°C		200°C	austenitisch/*austenitic* 100 – 150 °C
SECURE 600	175°C	200°C	ohne/*without*	austenitische Schweißzusätze / *austenitic filler metals* 100 - 150°C			

Q = 1,0 kJ/mm, Wasserstoffgehalt HD = 2 ml/100 g / *heat input Q = 1,0 kJ/mm, hydrogen content HD = 2 ml/100 g*

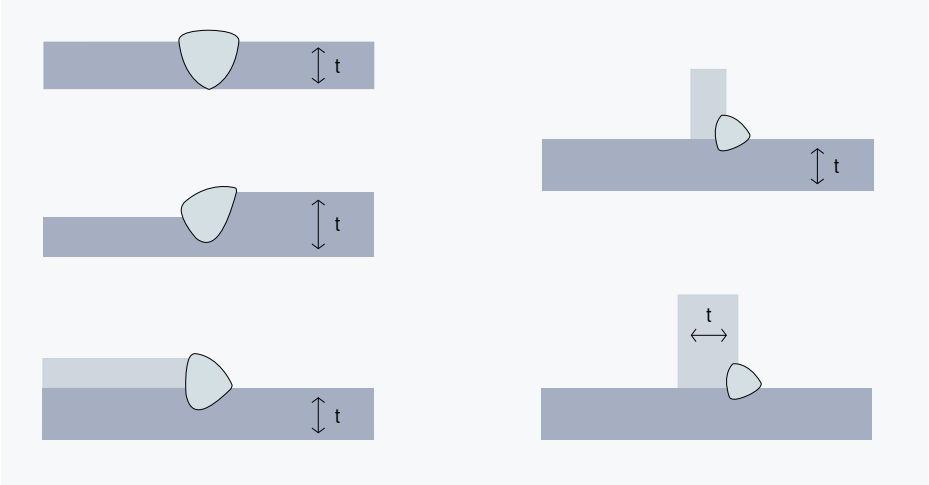
SCHWEISSZUSÄTZE

Beim Schweißen der Stähle **SECURE 400**, **450**, **500** und **600** haben sich die in Tab. 12 gezeigten austenitischen Schweißzusätze als geeignet erwiesen.

Bei ferritischen Schweißzusätzen ist im Hinblick auf ein gutes Verformungsvermögen ein unlegierter Schweißzusatz zu bevorzugen. Das gilt insbesondere beim Schweißen von Heftnähten dünner Bleche oder von Kehlnähten, weil hier das Schweißgut durch den höher legierten Grundwerkstoff aufgemischt wird. Beim Lichtbogenhandschweißen empfiehlt sich hier zum Beispiel die Stabelektrode nach DIN EN ISO 2560-A: E 42 5 B 32 H5, beim MAG-Schweißen hat sich die Drahtelektrode nach DIN EN ISO 14341-A: G3Si1 bewährt.

Wird in der Schweißverbindung eine höhere Festigkeit angestrebt, so ist ein abgestimmter Schweißzusatz zu verwenden. Beim ferritischen Schweißen von Stumpfnähten und bei mehrlagigen Kehlnähten haben sich die in Tab. 12 gezeigten Zusätze als geeignet erwiesen. Im Interesse der Kaltrisssicherheit ist darauf zu achten, dass der Wasserstoffgehalt des Schweißgutes möglichst niedrig ist. Die Schweißzusätze müssen deshalb während des Transports und der Lagerung gegen Feuchtigkeitsaufnahme geschützt werden. Stabelektroden und Schweißpulver sind unmittelbar vor Gebrauch nach den Vorschriften des Herstellers nachzutrocknen. Anschließend lagert man die Stabelektroden bis zum Verschweißen bei 100 °C bis 150 °C.

Abb./fig. 7 **Maßgebliche Blechdicke t für die Festlegung der Vorwärmtemperatur nach dem CET-Konzept**
Relevant plate thickness t for selecting the preheat temperature according to the CET concept



Tab. 11 **Wärmeeinbringung beim Schweißen**
Heat input during welding

Streckenenergie / *Arc energy* E [kJ/mm]	$E = \frac{U \cdot I \cdot 60}{v \cdot 1000}$	U = Schweißspannung / *welding voltage* [V] I = Schweißstrom / *welding current* [A] v = Schweißgeschwindigkeit / *welding speed* [cm/min]
Wärmeeinbringen / *Heat input* Q [kJ/mm]	Q = 0,8 · E	MAG-Schweißen, Mischgas M21/ Lichtbogenschweißen, basisch *MAG-welding, mixture gas M21/ Manual metal-arc welding, basic*
	Q = E	Unterpulverschweißen / *Submerged-arc welding*

FILLER METALS

For welding **SECURE 400**, **450**, **500** *and* **600** *the austenitic fillers shown in Tab. 12 have proven to be suitable.*

With a view to achieving good formability of ferritic welds, unalloyed fillers should be preferred. This applies in particular when welding tack seams in thin plates or fillet welds, because the weld metal is mixed up by the higher alloyed base material. For manual metal-arc welding it is recommended for example to use the rod electrode after DIN EN ISO 2560-A: E 42 5 B 32 H5, for MAG welding the wire electrode after DIN EN ISO 14341-A: G3Si1 has proven to be suitable.

If higher strength is required in the weld, an appropriately matched filler metal should be used. When ferritic welding butt welds and in the case of multi-layer fillet welds, the filler metals shown in tab. 12 have proven suitable. In the interest of avoiding cold-cracking, the hydrogen content of the weld metal should be as low as possible. Filler metals must therefore be protected against absorption of moisture during transportation and storage. Rod electrodes and welding flux must be dried in accordance with the manufacturer's instructions immediately before use. Afterwards rod electrodes should be stored at 100 °C to 150 °C until they are used for welding.

Tab. 12 Schweißzusätze
Filler metal

Schweißzusätze ***Filler metal***	Lichtbogenhandschweißen *Manual metal arc welding*	Metallschutzgasschweißen *Gas metal arc welding*
Ferritische Schweißzusätze ***(Ferritic filler metal)***	DIN EN ISO 2560-A: • E 42 4 B 42 • E 42 5 B 32 H5 • E 46 5 1Ni B 3 2 H5 • E 50 6 Mn 1 Ni B 42 H5 DIN EN ISO 18275-A • E 55 6 Mn1NiMo B T 42 H5 • E 69 5 Mn2NiCrMo B 42 H5 • E 89 4 Mn2Ni1CrMo B 42 H5 • E 89 4 Mn2Ni1CrMo B 42 H5	DIN EN ISO 14341-A • G 3Si1 • G 38 2 C1 3Si1 • G42 3 M21 3Si1 DIN EN ISO 16834-A • G Mn3Ni1Mo • G Mn4Ni1,5CrMo DIN EN ISO 17632-A • T 46 6 1Ni B M 2 H5 DIN EN ISO 18276-A • T 69 6 Mn2NiCrMo B M 2 H5
Austenitische Schweißzusätze ***(Austenitic filler metal)***	DIN EN ISO 3581-A • E 18 8 Mn B 2 2	DIN EN ISO 14343-A • G 18 8 Mn

ANWENDUNG IM AUSBLICK

Die SECURE-Stähle haben im Bereich des ballistischen Schutzes ein breites Anwendungsfeld gefunden und sich aufgrund ihrer hervorragenden Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften seit vielen Jahren bewährt. Die vielfältigen Eigenschaftskombinationen aus Härte und Zähigkeit bieten dem Konstrukteur die Möglichkeit, ein auf Gewicht und Kosten optimiertes Produkt zu entwickeln.

SECURE-Stähle werden weltweit zum Schutz ziviler Fahrzeuge in den Widerstandsklassen FB 3, FB 4, FB 5, FB 6 und FB 7 eingesetzt.

Typische Anwendungsbeispiele sind:

- Personenkraftwagen,
- Staatslimousinen,
- Geländewagen,
- LKW/leichte Nutzfahrzeuge,
- Geldtransporter,
- Fahrzeuge für Polizeibehörden,
- Fassaden,
- Schutzzäune,
- Schießstände,
- Bankschalter,
- Sicherheitstüren und Sicherheitswände.

Dabei bewähren sich die außergewöhnlichen Eigenschaften dieser Stähle: hohe Härte und gute Zähigkeit für optimalen ballistischen Schutz und gute Verformbarkeit für anspruchsvolle Konstruktionen. Diese Eigenschaften der SECURE-Stähle lassen sich mit den Vorteilen von Faserverbundtechnologien vereinigen und so in Form moderner Kombinations-Schutzkonzepte nutzen.

Die Sicherheitsstähle SECURE werden in Zukunft in den beschriebenen Anwendungsgebieten verstärkt eingesetzt. Unabhängig davon wird kontinuierlich an einer weiteren Qualitätsverbesserung unserer Produkte gearbeitet. Im Vordergrund steht dabei die Optimierung des Verarbeitungsverhaltens sowie die Verbesserung von Toleranzen und Eigenspannungshaushalt der SECURE-Stähle. Die Erweiterung unseres Know-hows und die Weitergabe der gewonnenen Erkenntnisse an unsere Kunden stehen im ständigen Fokus unseres primären Interesses.

Detaillierte Liefermöglichkeiten sind unserem Lieferprogramm zu entnehmen.

APPLICATIONS AND OUTLOOK

SECURE steels have found wide-ranging uses in the area of ballistic protection and have proven successful over many years thanks to their outstanding processing and service properties. The many different combinations of hardness and toughness allow designers to develop products that are optimized for weight and cost.

SECURE steels are used worldwide to protect civilian vehicles in the resistance classes FB 3, FB 4, FB 5, FB 6 and FB 7. Typical applications include:

- *Passenger cars,*
- *Government limousines,*
- *Off-road vehicles,*
- *Trucks/light commercial vehicles,*
- *Security vans,*
- *Police vehicles,*
- *Facades,*
- *Security fences,*
- *Firing ranges,*
- *Bank counters,*
- *Security doors and walls.*

All these applications benefit from the exceptional properties of SECURE steels: high hardness and good toughness for optimum ballistic protection, and good formability for sophisticated designs.

These properties can also be combined with the advantages of fiber composite technology to form advanced protection concepts.

Based on experience we are convinced that SECURE ballistic steels will be used increasingly in these applications in the future. Independently of this, we will continue to work on further enhancing the quality of our products, focusing on optimizing their processing properties and improving tolerances and residual stress levels.

We focus constantly on widening our expertise and passing it on to our customers.

Details of our delivery capabilities are contained in our delivery program.

IHR PERSÖNLICHER ANSPRECHPARTNER
YOUR PERSONAL CONTACT

Oliver Laubner

Prokurist – Verkaufsleiter /
Sales Director

Ilsenburger Grobblech GmbH
Veckenstedter Weg 10
38871 Ilsenburg
Germany

T +49 39452 85-4299
E laubner.o@salzgitter-ag.de

Andreas Rost

Leiter Auftragszentrum und Technische Kundenberatung/
Order Management and Technical Service

Ilsenburger Grobblech GmbH
Veckenstedter Weg 10
38871 Ilsenburg
Germany

T +49 39452 85-8800
E rost.a@salzgitter-ag.de

Allgemeiner Hinweis
Angaben über die Beschaffenheit oder Verwendbarkeit von Materialien bzw. Erzeugnissen dienen der Beschreibung. Zusagen in Bezug auf das Vorhandensein bestimmter Eigenschaften oder einen bestimmten Verwendungszweck bedürfen stets besonderer schriftlicher Vereinbarung.

Technische Änderungen vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Ilsenburger Grobblech GmbH.

General note
All statements as to the properties or utilization of the materials and products mentioned in this brochure are for the purpose of description only. Guarantees in respect of the existence of certain properties or utilization of the material mentioned are only valid if agreed upon in writing.

Subject to technical changes without notice. Reprints, even extracts, only with permission of Ilsenburger Grobblech GmbH.

Ilsenburger Grobblech GmbH
Veckenstedter Weg 10
38871 Ilsenburg
Germany

E ilg.sales@salzgitter-ag.de
T +49 39452 85 - 0
F +49 39452 85 - 81 61

ilsenburger-grobblech.de

ILSENBURGER
GROBBLECH
Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe