



Empfehlungen für das Schneiden von Sicherheitsstählen



**ILSENBURGER
GROBBLECH**

Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe

1. ALLGEMEINES

Die Ilseburger Grobblech stellt Grobbleche für den ballistischen Schutz mit dem Markennamen **SECURE** her. Diese Stähle werden vorwiegend für zivile Fahrzeuge und Gebäude eingesetzt. Die Beschusssicherheit und die hohe Härte der Stähle **SECURE 400, 450, 500** und **600** ergeben sich aus der besonderen chemischen Zusammensetzung der Verbindung mit einer abgestimmten Wärmebehandlung durch Wasservergütung. Infolge ihres Legierungsaufbaus und der hohen Härte sind bestimmte Maßnahmen zu berücksichtigen, um eine sichere Verarbeitung zu gewährleisten.

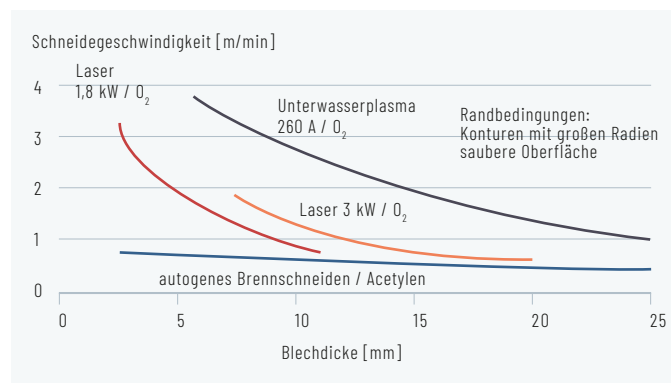


Bei dünneren Blechen tritt das Laserstrahlschneiden besonders in den Vordergrund. Das Plasmaschneiden kommt bei Blechdicke bis etwa 40 mm zum Einsatz. Bei diesem Verfahren werden die höchsten Schneidgeschwindigkeiten erzielt. Das autogene Brennschneiden lässt sich unter Vor- und Nachwärmung auch bei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

Empfohlene Schneidverfahren für SECURE

| Blechdicke | bevorzugte Verfahren |
|--------------|-------------------------------|
| bis 12 mm | Laserstrahlschneiden |
| | Unterwasser-Plasmaschneiden |
| > 12 - 40 mm | Unterwasser-Plasmaschneiden |
| | Abrasiv-Wasserstrahlschneiden |
| | Autogenes Brennschneiden *) |
| über 40 mm | Abrasiv-Wasserstrahlschneiden |
| | Autogenes Brennschneiden *) |

*) unter Vor- und ggf. Nachwärmung



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.

2. LASERSTRAHLSCHNEIDEN

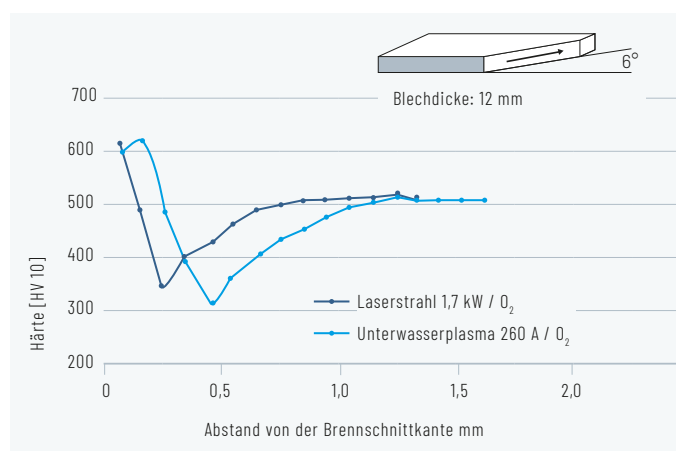
Das Laserstrahlschneiden hat sich inzwischen zu einem Standardverfahren entwickelt. CO₂-Laser mit einer Leistung von 3 kW schneiden heute bis zu 20 mm dicke Bleche. Die erreichbare Schneidgeschwindigkeit hängt von der Intensität des Laserlichtes ab und wird deshalb von der Fokussierung der Strahlung beeinflusst. Als Schneidgas wird Sauerstoff mit höherer Reinheit bevorzugt. Für die Schnittgüte ist zudem die Ausbildung der Gasströmung entscheidend. Bei eng verschachtelten Bauteilen sollte durch eine geeignete Scheidfolge 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. Eine Korrosion, 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.

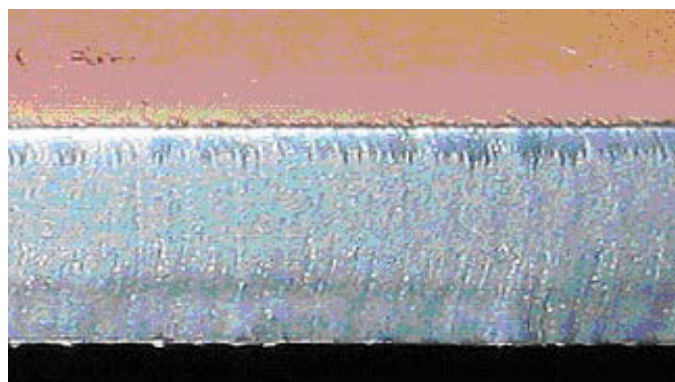
Beim thermischen Trennen kommt es im Bereich der Schnittkante kurzzeitig zu einer sehr hohen Temperatur und nachfolgend einer sehr schnellen Abkühlung. Die hieraus resultierenden Werkstoffveränderungen äußern sich in einer Aufhärtung unmittelbar an der Schnittkante und einer daran angrenzenden Anlasszone (Erweichungszone).

Der Vorteil des Laserstrahlverfahrens liegt neben der außerordentlichen Präzision vor allem in der geringen thermischen Beeinflussung der Schnittkanten. In Bezug auf die Energiedichte ist es allen anderen thermischen Schneidverfahren überlegen. Der geringe Wärmeeintrag wird am Härteverlauf der Schnittkante deutlich. Aufhärtungszone und Anlasszone sind äußerst schmal ausgebildet. Durch das niedrige Wärmeeinbringen werden nur geringe Eigenspannungen gebildet, wodurch nicht nur ein sehr geringer Verzug, sondern auch eine hohe Rissicherheit erreicht wird.

Laser- und Unterwasser-Plasmaschneiden von SECURE 500 Härteverlauf in der Wärmeeinflusszone



Die Ausbildung der Wärmeeinflusszone hängt nicht nur davon ab, ob das Plasmaschneiden trocken oder im Wasserbad erfolgt. Maßgebend ist auch die Leistung, d.h. die Schneidstromstärke der Anlage. Versuche zum trockenen Feinstrahl-Plasmaschneiden der Stähle **SECURE 500** und **600** zeigen, dass dünnere Bleche (bis 6 mm) im Allgemeinen problemlos verarbeitet werden können. Bei Blechdicken ab etwa 10 mm sollten Anlagen höherer Leistung (ca. 300 A) bevorzugt werden. Dabei lässt sich durch die hohe Schneidgeschwindigkeit (ca. 4 m/min) die kritische Aufhärtungszone deutlich einschränken. Der Härteverlauf ist dabei mit dem von Unterwasser-Schnittkanten nahezu vergleichbar.



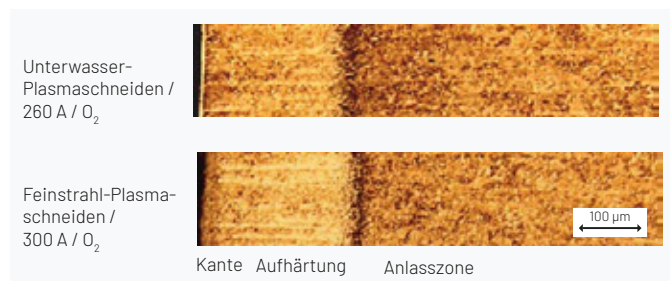
Feinstrahl-Plasmaschnittkante am 12-mm-Blech

3. 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 Scheidgeschwindigkeit zu einer sehr schmalen Wärmeeinflusszone. Der Einsatz von Sauerstoff verringert beim Unterswasserschneiden, 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-Plasmaabrenner 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.

Beim Schneiden auf kleineren Anlagen (Stromstärke 100 A / Schneidgeschwindigkeit < 2 m/min) sind Materialtrennungen in der breiteren, aufgehärteten Randschicht nicht auszuschließen. Die Schnittkanten sind vor der weiteren Verarbeitung zu überprüfen. Hierfür eignen sich in gleichem Maße die Farbeindring- und Magnetpulverprüfung. Gegebenenfalls sollte die Schnittkante abgeschliffen werden.

Plasmaschneiden von SECURE 500 (12mm) Ausbildung der Wärmeeinflusszone



4. AUTOGENES BRENNSCHNEIDEN

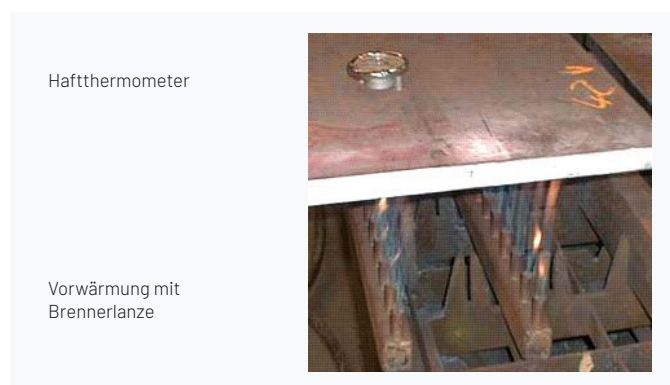
Die Sicherheitsstähle **SECURE 400, 500** und **600** weisen infolge ihrer besonderen chemischen Zusammensetzung und Härte eine erhöhte Neigung zur Rissbildung beim autogenen Brennschneiden auf. Das Schneiden wird vorzugsweise mit Hochleistungsdüsen und hohen Sauerstoffdrücken ausgeführt. Anders als beim Schweißen sind Brennrisse grundsätzlich nicht auf die Wirkung von Wasserstoff zurückzuführen. Mit wasserstoffinduzierten Kalt- rissen ist gemein, dass sie zeitlich verzögert auftreten können.

Die wirkungsvollste Maßnahme zur Vermeidung von Brennrisen ist das Vorwärmen. 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. Durch Temperaturmessungen ist sicherzustellen, dass einerseits die gewünschte Temperatur auch auf der Rückseite erreicht, andererseits die beheizte Seite nicht überhitzt wird. 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 zwei Minuten je mm Blechdicke vorzusehen, maximal jedoch vier Stunden.

Der Einsatz von Isoliermatten hilft zusätzlich, um eine möglichst langsame Abkühlung zu erreichen.

Grundsätzlich lässt sich die Abkühlung auch durch ein Herabsetzen der Schneidgeschwindigkeit verzögern. Diese Methode ist jedoch gegenüber der Vorwärmung des Bleches weniger effektiv. Die Gefahr einer Überhitzung des Kantenbereiches nimmt hierbei zu. 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. Die Grundwerkstoffhärte wird, abhängig von Blechdicke und Schneidparametern, erst in einem relativ großen Abstand zur Schnittkante erreicht.



Vorwärmtemperaturen für das autogene Brennschneiden

| Stahlsorte | Blechdicke t in mm | | | | | | | | | |
|------------|--------------------|------|--------|--------|--------|-------|-------------------|------|--------|-------------------|
| | 6-10 | ≤ 15 | ≤ 20 | ≤ 25 | ≤ 30 | ≤ 35 | ≤ 40 | ≤ 45 | ≤ 50 | > 50 |
| SECURE 400 | ohne | | | 100 °C | | | 125 °C | | 150 °C | 175 °C + NW *) |
| SECURE 450 | | | ohne | | | 75 °C | | | - | |
| SECURE 500 | ohne | | | 100 °C | | | 125 °C | | 150 °C | 175 °C + NW *) |
| SECURE 600 | 100 °C | | 150 °C | | 175 °C | | 175 °C + NW *) | | - | |

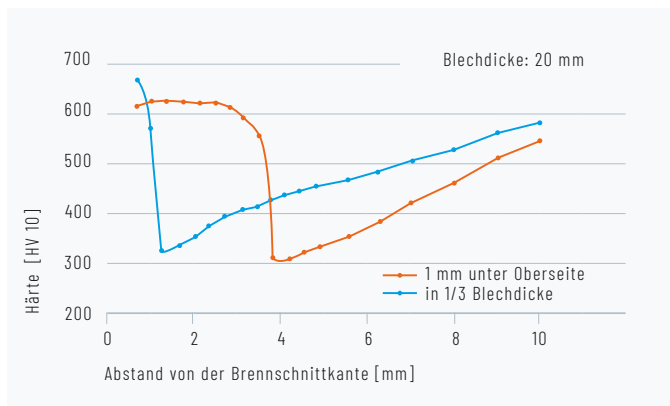
*) Nachwärmen 175 °C, mind. 2 Minuten je mm Blechdicke, max. 4 Stunden

Je nach Dicke und Größe der Bauteile sowie der Schneidfolge kann die Erwärmung beim Schneiden im Extremfall sogar zum Härteverlust im gesamten Bauteil führen. Um dem vorzubeugen, sollten die nachfolgend genannten Temperaturen nicht überschritten werden. Die Anlasswirkung verstärkt sich mit zunehmender Temperatur und Dauer der Überhitzung.


Nach dem Brennschneiden müssen die Schnittflächen glatt und ohne Kerben sein. Tiefere örtliche Kolkungen sind vor der Weiterverarbeitung auszuschleifen oder zu überschweißen und zu über-

schleifen. Eine Oberflächenrisssprüfung oder Ultraschallprüfung sollte frühestens 48 Stunden nach dem Schneiden erfolgen. Bei **SECURE 600** empfiehlt sich eine weitere Prüfung frühestens zwei Wochen nach dem Schneiden.

Autogenes Brennschneiden von SECURE 600 Härteverlauf in der Wärmeeinflusszone



| Stahlsorte | Maximale Temperatur |
|------------|---|
| SECURE 400 | 450 °C |
| SECURE 450 | 250 °C |
| SECURE 500 | 200 °C bei $t \leq 50$ mm 250 °C bei $t > 50$ mm |
| SECURE 600 | 200 °C |



Ilseburger Grobblech GmbH
Veckenstedter Weg 10
38871 Ilseburg
Germany

T + 49 39452 85 - 0
F + 49 39452 85 - 81 61

ilseburger-grobblech.de



**ILSEBURGER
GROBBLECH**

Ein Unternehmen der Salzgitter Gruppe