

# TECHSUPPORT #16

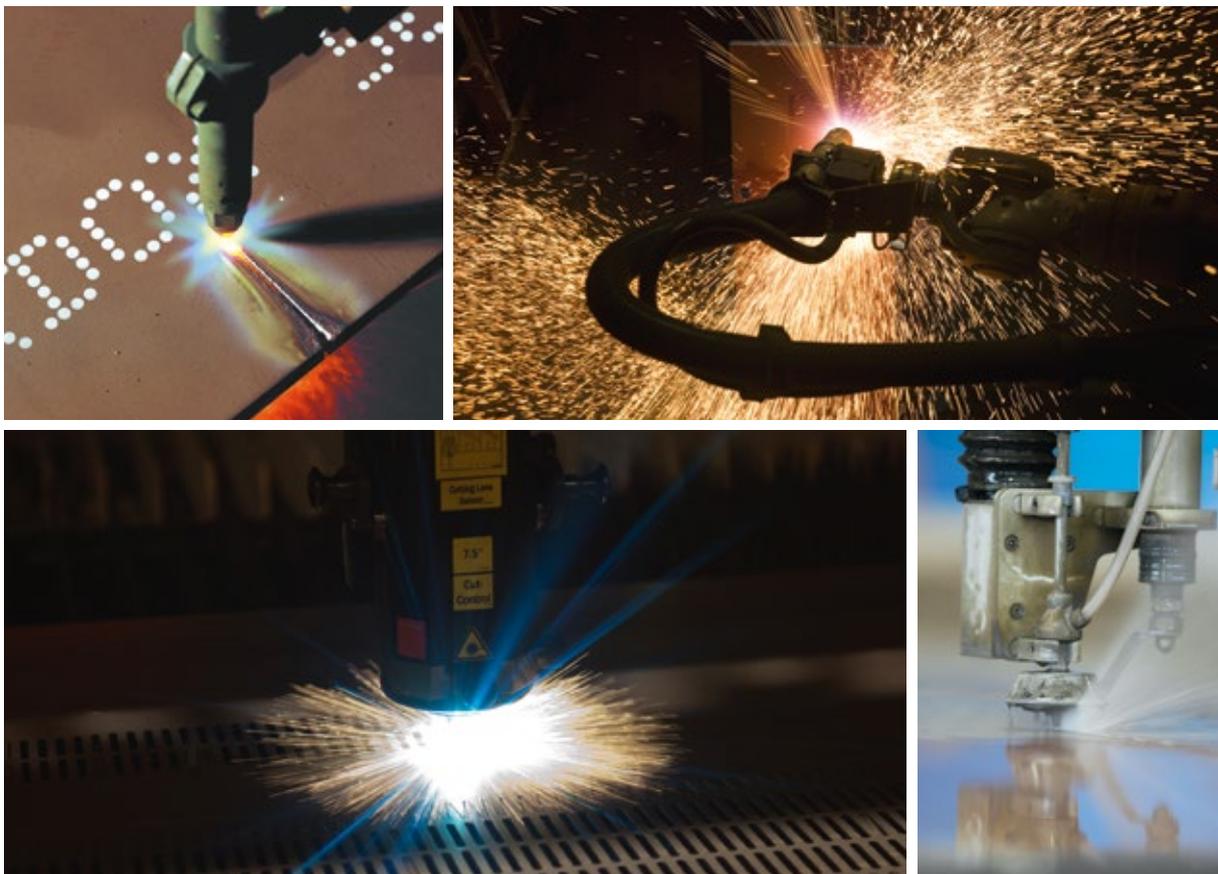
## Thermisches Schneiden von Hardox® und Strenx®

### Schneiden von Hardox® und Strenx®

Hardox® Verschleißblech und Strenx® Hochleistungsstahl sind äußerst reine Stähle. Dies und der geringe Legierungsgehalt sorgen dafür, dass sie sehr einfach zu schneiden sind. Hardox® und Strenx® können mit allen thermischen Schneidverfahren geschnitten werden, darunter autogenes Brennschneiden, Plasmaschneiden und Laserschneiden. Selbstverständlich können Sie auch Kaltschneidverfahren verwenden.

Die Empfehlungen in Techsupport Nr. 16 betreffen hauptsächlich thermische Trennverfahren und sind in drei Unterabschnitte unterteilt – autogenes Brennschneiden, Plasmaschneiden und Laserschneiden.

Die Kaltschneidverfahren Scherschneiden und Stanzen sind auf weichere Hardox® Güten (400 und 450) sowie alle Strenx® Güten in moderaten Dicken begrenzt. Abrasiv-Wasserstrahlschneiden ist ein Kaltschneidverfahren, mit dem alle Hardox® und Strenx® Güten unabhängig von der Dicke geschnitten werden können.



**ABB. 1.** Von oben links: autogenes Brennschneiden, Plasmaschneiden, Laserschneiden, Abrasivwasserstrahlschneiden.

Das thermische Schneiden von Hardox® und Strenx® Blechen ist so einfach wie das Schneiden von konventionellem Baustahl. Bezogen auf den eigentlichen Schneidprozess bieten Hardox® und Strenx® aufgrund ihrer Reinheit sogar oft Vorteile. Beim Schneiden von dicken Hardox® Blechen ist aber wegen der Gefahr von Rissbildung an der Schnittkante eine gewisse Vorsicht geboten. Da Strenx® und Hardox® zu den vergüteten Stählen gehören, reagieren sie auch anders beim Brennschneiden als z. B. weicher Stahl. Vergütete Stähle können beim Brennschneiden Härte bzw. Festigkeit verlieren und bei einigen vergüteten Stählen besteht ein Risiko von Rissbildung an den Schnittkanten. Hardox® und Strenx® können mit dem üblichen Equipment thermisch geschnitten werden, wenn die folgenden Empfehlungen und Richtlinien befolgt werden. Weitere Informationen finden Sie im Schweißhandbuch von SSAB.

## Rissbildung an Schnittkanten

Die Rissbildung an Schnittkanten ist ein Phänomen, das eng mit wasserstoffbedingten Rissen in Schweißnähten verwandt ist und auftritt, wenn Brennschneidverfahren verwendet werden. Wenn Risse an Schnittkanten auftreten, werden sie zwischen 48 Stunden und mehreren Wochen nach dem Schneiden sichtbar, man spricht daher von verzögerter Rissbildung. Das Risiko nimmt mit der Stahlhärte und der Blechdicke zu. Im Folgenden wird beschrieben, wie das Risiko von Schneidrissen reduziert werden kann. Der Wasserstoffgehalt und die Eigenspannungen im Blech sollten möglichst niedrig sein. Dies kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

1. Vorwärmen des Bleches.
2. Nachträgliches Erwärmen
3. Verringerung der Schnittgeschwindigkeit
4. Kombination aus Vorwärmen, nachträglichem Erwärmen und Reduzierung der Schnittgeschwindigkeit mit einer langsameren Abkühlung der Wärmeeinflusszone (WEZ)

### Vorwärmen

Eine Methode zur Vermeidung von wasserstoffbedingter Rissbildung beim Schneiden ist das Vorwärmen des Materials bzw. schneiden im vorgewärmten Zustand. Dies empfiehlt sich vor allem beim autogenen Brennschneiden und Plasmaschneiden mit Sauerstoff als Plasmagas.

Beim Laserschneiden generell und Plasmaschneiden mit Stickstoff ist ein Vorwärmen aufgrund der nachteiligen Auswirkungen auf die Schnittkantenqualität nicht zu empfehlen.

Je nach Situation können Teile des Bleches oder das gesamte Blech vorgewärmt werden. Das können Sie folgendermaßen machen:

- Wärmeofen
- Vorwärm Brenner
- Elektrische Vorwärm matten

Das Vorwärmen im Wärmeofen ist die beste Methode, da so eine gleichmäßige Temperatur des gesamten

Blech erreicht wird. Zum Vorwärmen von Hardox® und Strenx® Blechen können auch Vorwärm Brenner verwendet werden, siehe **Abb. 3**. Wichtig ist, dass die Brenner in Bewegung sind, so dass die Temperatur des Bleches nicht die maximale Vorwärmtemperatur übersteigt. Messen Sie zudem die Vorwärmtemperatur an der gegenüberliegenden Seite von der Stelle, an der das Vorwärmen erfolgt.

Elektrische Vorwärm matten sind eine langsame Vorwärm methode. Um das Blech auf 150–200°C zu erwärmen, empfiehlt sich ein Vorwärmen über Nacht, um am folgenden Morgen mit dem Schneiden zu beginnen.

### Nachträgliches Erwärmen

Nachträgliches Erwärmen ist eine zuverlässige Methode, um Rissbildung an Schnittkanten zu vermeiden. Dies kann entweder in einem Ofen oder mit Brennern erfolgen. Die einfachste Methode ist die Verwendung von Brennern, weil sie in der Industrie weit verbreitet sind, anders als Öfen. Wichtig ist, das nachträgliche Erwärmen möglichst bald nach Beenden des Schneidens vorzunehmen. Die Zeit zwischen Beginn des Schneidens und Beginn des nachträglichen Erwärmens darf höchstens 30 Minuten betragen. Wichtig ist, das Material nicht zu stark zu erhitzen.

Im Ofen darf die Temperatur nicht die in **Tabelle 2** angegebene zulässige Höchsttemperatur übersteigen und das Blech muss im Ofen bleiben, bis es diese Temperatur erreicht hat. Je nach Dicke des Bleches variiert die Zeit, doch als Faustregel sollte die nachträgliche Erwärmungszeit mindestens 5 Minuten pro mm Blechdicke betragen (d. h. 50 Minuten für ein 10 mm dickes Blech).

Bei Verwendung von Brennern (**Abb. 4**) ist es wichtig, nicht zu überhitzen. Die Temperatur der Schnittkante darf 700°C nicht überschreiten. Normalerweise wird nachträgliches Erwärmen mit Brennern manuell ausgeführt und hierbei ist es wichtig zu wissen, wie die Temperatur kontrolliert wird. Hierfür sehen Sie auf die Farbe der Schnittkante direkt hinter dem Brenner. Diese sollte

gerade anfangen zu glühen (sehr dunkles Rot). Wenn die Farbe hell kirschrot oder dunkelorange ist, ist die Temperatur zu hoch und das nachträgliche Erwärmen wird zu keinem Erfolg führen und muss wiederholt werden. Wenn das nachträgliche Erwärmen bei hellem Licht (draußen in der Sonne) erfolgt, ist es schwieriger, die Temperatur zu bestimmen. Führen Sie das nachträgliche Erwärmen also am besten in Innenräumen durch.

### Verringerung der Schnittgeschwindigkeit

Wenn die Schnittgeschwindigkeit verringert wird, erwärmt sich das Material an der Schneidfront und die Wärmeeinflusszone wird breiter. Dies beeinflusst die Eigenspannungen so, dass die Gefahr einer Rissbildung an der Schnittkante verringert wird. Denken Sie daran, dass eine Verringerung der Schnittgeschwindigkeit nicht so zuverlässig ist wie Vorwärmen oder nachträgliches Erwärmen. Es sollte nur als Ersatz verwendet werden, etwa wenn es in der Produktion kein geeignetes Equipment zum Vor- oder Nachwärmen gibt.

**Tabelle 3** enthält die maximalen Schnittgeschwindigkeiten (mm/min) für autogenes Brennschneiden ohne Vorwärmen.

### Langsames Abkühlen

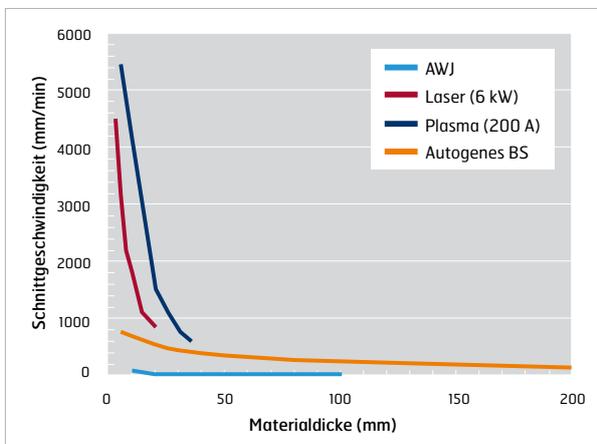
Ungeachtet dessen, ob vorgewärmt wird oder nicht, verringert ein langsames Abkühlen das Risiko der

Rissbildung an der Schnittkante. Ein langsames Abkühlen auf Raumtemperatur lässt sich erreichen, indem die Teile im noch warmen Zustand nach dem Schneiden aufgeschichtet und mit einem isolierten Tuch abgedeckt werden.

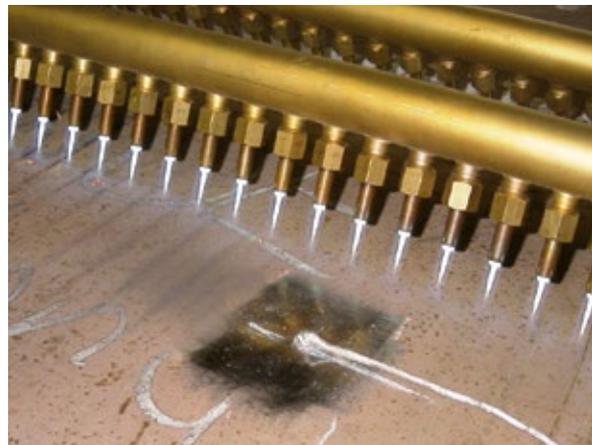
### Schnittgeometrie

Scharfe Ecken wirken wie Kerben, hier treten höhere Spannungen auf, die das Risiko von Rissen an der Schnittkante erhöhen. Dies gilt für alle Schneidverfahren – Thermische und Kaltschneidverfahren wie Abrasiv- Wasserstrahlschneiden. Durch folgende Maßnahmen kann das Risiko verringert werden (**Abb. 5**):

1. Nach Möglichkeit scharfe „nach innen gerichtete“ Ecken vermeiden
2. Nach Möglichkeit glatte kontinuierliche Geometrien verwenden
3. Wenn scharfe Ecken nicht vermieden werden können, schneiden Sie einen Bogen um die „nach außen weisenden“ Ecken.
4. Wenn der Schneidvorgang unterbrochen werden muss (z. B. über Nacht), nehmen Sie einen sauberen Trennschnitt vor, um scharfe Kanten am Reststück zu entfernen



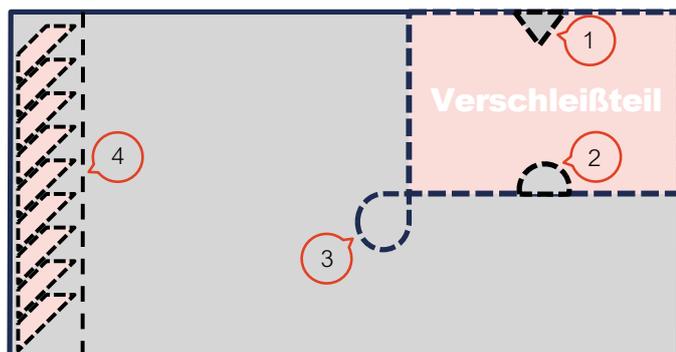
**ABB. 2.** Schnittgeschwindigkeit in Bezug auf Materialdicke bei verschiedenen Schneidverfahren.



**ABB. 3.** Vorwärm Brenner.



**ABB. 4.** Manuelles nachträgliches Erwärmen.



**ABB. 5.** Scharfe nach innen gerichtete Ecken vermeiden.

# Autogenes Brennschneiden

Hardox® und Strenx® Bleche lassen sich einfach durch autogenes Brennschneiden schneiden. Beim autogenen Brennschneiden gibt es praktisch keine Begrenzung bei der Materialdicke, d. h. es können Materialdicken bis 1000 mm geschnitten werden. Obwohl auch relativ dünne Bleche geschnitten werden können, liegt die Blechdicke in der Regel über 20 mm. Allgemeine Kennzeichen des autogenen Brennschneidens sind in **Tabelle 1** aufgeführt. Ein häufiges Missverständnis ist, das zum Schneiden von harten Stählen ein höherer Schneidsauerstoffdruck erforderlich sei. Da autogenes Brennschneiden ein thermischer Prozess ist, hat die Härte des Stahls keinen Einfluss auf die Schneidleistung. Hardox® und Strenx® Stahl haben beide einen geringen Legierungsgehalt, was sie in Kombination mit der Reinheit des Stahls leicht zu schneiden macht.

## Hardox® Vorwärmen

Die Vorwärmempfehlungen für autogenes Brennschneiden sind in **Tabelle 2** zu finden.

## Nachträgliches Erwärmen

Wie oben erwähnt ist es vorteilhaft, die Schnittkante nachträglich zu erwärmen, um das Risiko einer Rissbildung zu verringern. Bei einem nachträglichen Erwärmen in einem Ofen verwenden Sie die in **Tabelle 2** angegebenen Höchsttemperaturen. Lassen Sie das Blech/Teil im Ofen, bis die Kerntemperatur die genaue Temperatur (**Tabelle 2**) erreicht hat.

Wenn das nachträgliche Erwärmen mit einem Brenner vorgenommen wird, achten Sie darauf, dass die Temperatur 700°C nicht übersteigt. Praktisch bedeutet das, dass die Schnittkante hinter dem Brenner in einer sehr dunklen, roten Farbe (blutrot oder sehr dunkles Kirschrot) zu glühen beginnt, siehe Skizze in **Abb.6**.

Wichtig ist auch, dass das nachträgliche Erwärmen möglichst direkt nach dem Ende des Schneidevorgangs erfolgt. Die Zeit zwischen Beginn des Schneidens und Beginn des nachträglichen Erwärmens darf höchstens 30 Minuten betragen.

## Verringerung der Schnittgeschwindigkeit

Wenn die Schnittgeschwindigkeit verringert wird, erwärmt sich das Material an der Schneidfront und die Wärmeeinflusszone wird breiter.

Dies beeinflusst die Eigenspannungen so, dass die

Gefahr einer Rissbildung an der Schnittkante verringert wird. Denken Sie daran, dass eine Verringerung der Schnittgeschwindigkeit nicht so zuverlässig ist wie Vorwärmen oder nachträgliches Erwärmen. Es sollte nur als Ersatz verwendet werden, etwa wenn es im Betrieb keine Möglichkeit zum Vor- oder Nachwärmen gibt.

Wenn eine Verringerung der Schnittgeschwindigkeit die einzige mögliche Maßnahme ist, um Rissbildung zu vermeiden, darf die Schnittgeschwindigkeit die in **Tabelle 3** angegebenen Höchstwerte nicht überschreiten. Verwenden Sie keine zu große Düse (d. h. verwenden Sie eine 25-50 mm Düse anstelle einer 50-100 mm Düse für ein 50 mm dickes Blech).

Um eine gute Schnittkantenqualität zu erzielen, muss der Schneidsauerstoffdruck reduziert werden. Wie stark der Schneidgasdruck reduziert werden muss, hängt von Typ und Größe der Düse ab. Nehmen Sie zum Einstellen des Schneidsauerstoffdrucks immer einen Probeschnitt vor, bis eine gute Schnittkantenqualität erreicht ist.

Achten Sie darauf, dass das Blech vor dem Schneiden so warm wie möglich ist. Lagern Sie das Blech im Winter vor dem Schneiden einige Zeit in der Werkhalle.

## Strenx®

Die meisten Strenx® Güten in moderaten Dicken haben eine ausreichende Beständigkeit gegen wasserstoffbedingte Rissbildung, so dass zusätzliche Schritte zur Vermeidung von Rissbildung an der Schnittkante wie etwa Vorwärmen unnötig sind. Beim Schneiden von Strenx® 700 bis 960 in Dicken über 80 mm und Strenx® 1100 in Dicken über 30 mm nimmt jedoch das Risiko der Rissbildung zu und sollte durch Vorwärmen des Bleches, nachträgliches Erwärmen oder durch langsames Schneiden verringert werden.

Die geeignete Vorwärmtemperatur für Strenx® 700 bis 960 ist 150°C, für Strenx® 1100 etwas unter 150°C.

Falls Vorwärmen angewandt wird, dürfen die Vorwärmtemperaturen nicht die in **Tabelle 4** angegebenen Maximalwerte übersteigen.

Bzgl. einer nachträglichen Wärmebehandlung von Strenx® Blechen gelten die entsprechenden Angaben für Hardox®.

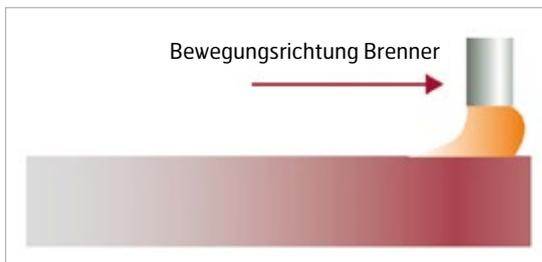
Für ein langsames Schneiden verwenden Sie für Strenx® 700 bis 960 dieselben Parameter wie bei Hardox® HiTuf und für Strenx® 1100 dieselben wie bei Hardox® 450.

Schneid- methode	Schnittfu- genbreite	Wärme- einflußzone (WEZ)	Maß- toleranzen
Autogenes Brennschneiden	2-5 mm	4-10 mm	± 2.0 mm

**TABELLE 1.** Autogenes Brennschneiden.

Material	Max. Vorwärmtemp. (°C)
Strenx® 700	300
Strenx® 900	300
Strenx® 960	300
Strenx® 1100	150
Strenx® 1300	150

**TABELLE 4.** Empfohlene maximale Vorwärmtemperaturen.



**ABB. 6.** Farbe der Schnittkante hinter dem Brenner beim nachträglichen Erwärmen.

**TABELLE 3.** zeigt die maximale Schnittgeschwindigkeit (mm/min) für autogenes Brennschneiden ohne Vorwärmen. Langsames Schneiden ist allein keine ausreichende Methode, um Rissbildung bei Hardox® Extreme entgegenzuwirken. Wenn autogenes Brennschneiden das einzige verfügbare Schneidverfahren ist, verwenden Sie Vorwärmen zusammen mit nachträglichem Erwärmen mit Brenner.

Max. Blechdicke	Hardox® HiTemp	Hardox® HiTuf	Hardox® 400	Hardox® 450	Hardox® 500	Hardox® 550	Hardox® 600	Hardox® Extreme
12 mm	keine Begrenzung	**						
15 mm	keine Begrenzung	300	**					
20 mm	keine Begrenzung	200	**					
25 mm	keine Begrenzung	keine Begrenzung	keine Begrenzung	keine Begrenzung	300	270	180	
30 mm	keine Begrenzung	keine Begrenzung	keine Begrenzung	keine Begrenzung	250	230	150	
35 mm	keine Begrenzung	keine Begrenzung	keine Begrenzung	keine Begrenzung	230	190	140	
40 mm	keine Begrenzung	keine Begrenzung	keine Begrenzung	230	200	160	130	
45 mm	keine Begrenzung	230	230	200	170	140	120	
50 mm	keine Begrenzung	210	210	180	150	130	110	
60 mm		200	200	170	140	*	*	
70 mm		190	190	160	135	*	*	
80 mm		180	180	150	130			
>80 mm		*	*	*	*			

\*Nur Vorwärmen ist geeignet. \*\*SSAB empfiehlt Abrasiv-Wasserstrahlschneiden.

Güte	Blechdicke	Min. Vorwärmtemp. (°C)	Max. Vorwärmtemp. (°C)
Hardox® HiTuf	< 90 mm ≥ 90 mm	Kein Vorwärmen 100	300
Hardox® 400	< 45 mm 45 – 59,9 mm 60 – 80 mm > 80 mm	Kein Vorwärmen 100 150 175	225
Hardox® 450	< 40 mm 40 – 49,9 mm 50 – 69,9 mm ≥ 70 mm	Kein Vorwärmen 100 150 175	225
Hardox® 500/ Hardox® 500 Tuf	< 25 mm 25 – 49,9 mm 50 – 59,9 mm ≥ 60 mm	Kein Vorwärmen 100 150 175	225
Hardox® 550	< 20.1 mm 20.1 – 51 mm > 51 mm	Kein Vorwärmen 150 170	200
Hardox® 600	< 12 mm 12 – 65 mm	Kein Vorwärmen 175	180
Hardox® Extreme*	8 – 19 mm	100	100
Hardox® HiTemp	5 – 51 mm	Kein Vorwärmen	500

**TABELLE 2.** Vorwärmtemperaturen für autogenes Brennschneiden der Hardox® Güten.

\*SSAB empfiehlt Abrasivwasserstrahlschneiden. Wenn nur autogenes Brennschneiden möglich ist, befolgen Sie die Empfehlungen in Tabelle 2.

## Plasmaschneiden

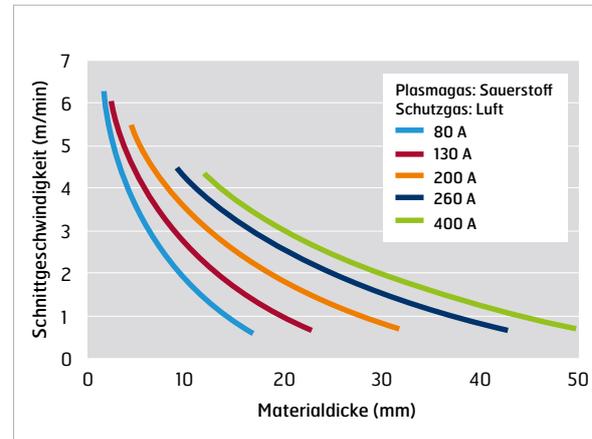
Hardox® und Strenx® Bleche lassen sich einfach durch Plasmaschneiden schneiden. Beim Plasmaschneiden gibt es eine Begrenzung bei der Materialdicke, die in der Regel unter 50 mm liegt (abhängig von der Plasmaschneidmaschine). Die allgemeinen Kennzeichen für Plasmaschneiden sind in **Tabelle 5** zu finden. **Abb. 7** zeigt die Schnittgeschwindigkeit als Funktion der Materialdicke und Stromstärke für das Plasmaschneiden.

### Hardox® und Strenx®

Beim Plasmaschneiden von Hardox® und Strenx® Stahl gibt es keinen Unterschied zu normalem unlegiertem Stahl, d. h. es sind dieselben Prozessparameter zu verwenden. Ein Vorwärmen oder nachträgliches Erwärmen, um die Diffusion des Wasserstoffs aus der WEZ zu fördern, ist beim Plasmaschneiden der meisten Hardox® und Strenx® Güten nicht nötig. Hardox® 600 und Hardox® Extreme müssen entweder vorgewärmt oder nachträglich erwärmt werden, um Rissbildung an der Schnittkante zu verhindern, siehe Empfehlungen für autogenes Brennschneiden.

Schneidmethode	Schnittfugenbreite	Wärmeinflusszone (WEZ)	Maßtoleranzen
Plasmaschneiden	2-6.5 mm	2-5 mm	± 1.0 mm

**TABELLE 5.** Allgemeine Kennzeichen für Plasmaschneiden.



**ABB. 7.** Übliche Schnittgeschwindigkeiten für verschiedene Plasmastromquellen.

## Laserschneiden

Laserschneiden von Hardox® und Strenx® Blechen kann einfach durch Verwendung der normalen Verarbeitungsparameter für die betreffende Materialdicke vorgenommen werden. Die maximale Dicke beträgt etwa 25 mm, abhängig von der Laserschneidanlage. Am üblichsten ist das Schneiden von Blechen unter 15 mm Dicke. Die allgemeinen Kennzeichen für das Laserschneiden sind in **Tabelle 6** zu finden.

Laserschneiden ist schneller als autogenes Brennschneiden und ergibt eine höhere Schnittkantenqualität als Plasmaschneiden. **Abb. 8** zeigt die Schnittgeschwindigkeit als Funktion der Materialdicke und der Laserleistung.

Aufgrund der relativ dünnen Blechdicken und der niedrigen thermischen Wirkung ist beim Laserschneiden von Hardox® und Strenx® kein Vorwärmen zur Förderung der Diffusion von Wasserstoff aus der WEZ erforderlich. Vorwärmen hat zudem eine nachteilige Wirkung auf die Schnittkantenqualität.

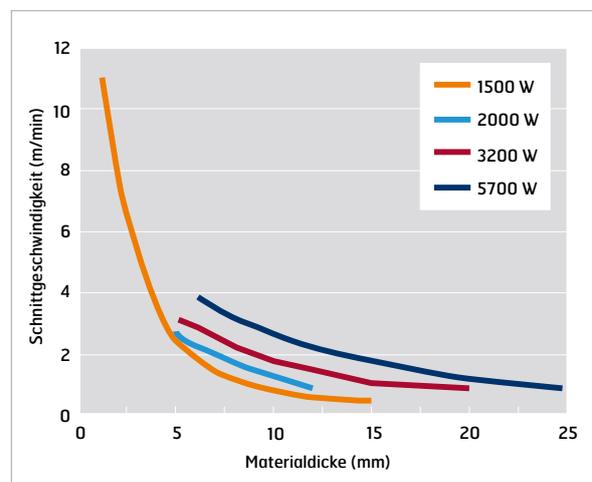
### Hardox® und Strenx®

Es gibt keine Unterschiede beim Laserschneiden von Hardox® und Strenx® Blechen im Vergleich zu normalem unlegiertem Stahl, d. h. es sind dieselben Prozessparameter zu verwenden. Der Primer reduziert die Schnitt-

geschwindigkeit, doch dies kann gelöst werden, indem zuerst der Primer verdampft und dann die Kontur mit voller Geschwindigkeit geschnitten wird.

Schneidmethode	Schnittfugenbreite	Wärmeeinflusszone (WEZ)	Maßtoleranzen
Laser cutting	< 1 mm	0.2-2 mm	± 0.2 mm

**TABELLE 6.** Allgemeine Kennzeichen für das Laserschneiden.



**ABB. 8.** Laser-Schnittgeschwindigkeiten.

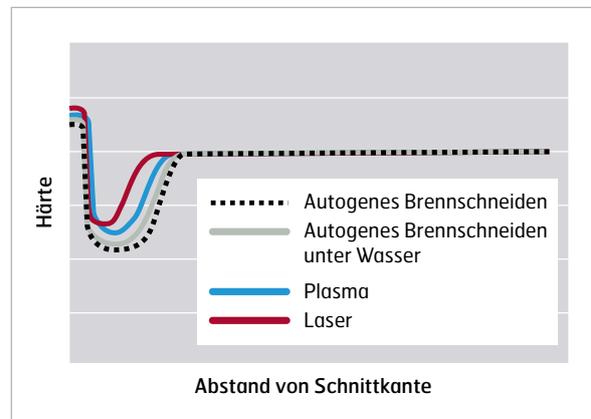
## Härte in der WEZ

Die Eigenschaften der WEZ sind von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Ob der Stahl bei der Herstellung angelassen wurde oder nicht, und wenn ja, wie dies ausgeführt wurde
- Die chemische Zusammensetzung des Stahls
- Die Auswirkung der Wärmeeinbringung durch das Schneidverfahren

Die Breite der WEZ nimmt mit zunehmender thermischer Auswirkung vom Schneidprozess zu. So führt ein Schneiden mit gleicher Leistung und Verringerung der Schnittgeschwindigkeit zu einer breiteren WEZ. Verschiedene Brennschneidverfahren haben unterschiedliche thermische Auswirkungen, was zu einer breiteren oder engeren WEZ führt. Autogenes Brennschneiden hat die höchste thermische Auswirkung, gefolgt von Plasmaschneiden und Laserschneiden. **Abb. 9** zeigt eine schematische Darstellung der WEZ

für Strenx® und Hardox® bei verschiedenen thermischen Schneidverfahren.



**ABB. 9.** Härteprofile in der WEZ nach dem Brennschneiden von Hardox® und Strenx® Blechen mit verschiedenen Schneidverfahren.

## Handling der Bleche

Achten Sie beim Lagern von Hardox® 550, Hardox® 600 und Hardox® Extreme darauf, dass die Bleche nicht einer Dreipunktbiegung ausgesetzt sind. Dies kann auftreten, wenn die Auflagehölzer zwischen den Blechstapeln nicht genau übereinander liegen.

Legen Sie niemals ein Blech mit scharfen Ecken aus dem Schneidprozess zurück auf den Stapel, weil an diesen Ecken erhöhte Spannungen auftreten, die eine

verzögerte Rissbildung im Blech verursachen können. Nehmen Sie immer einen sauberen Trennschnitt vor, um solche scharfen Ecken zu entfernen, bevor Sie das Blech zurück auf den Stapel legen. Dies gilt für alle Schneidverfahren – Thermische und Kaltschneidverfahren wie Abrasiv-Wasserstrahlschneiden. Hardox® 550, Hardox® 600 und Hardox® Extreme sind in diesem Zusammenhang besonders empfindlich.



**ABB. 10.** Ordentlich gestapelte Bleche.

## Entfestigung vermeiden

Die Beständigkeit eines Stahls gegen thermisch bedingte Entfestigung ist von seiner Legierung, seinem Mikrogefüge und seinem Herstellungsprozess abhängig. Je kleiner das thermisch zu schneidende Teil ist, umso größer ist das Risiko, dass die gesamte Komponente entfestigt. Falls die Temperatur des Stahls zu hoch wird, verringert sich die Härte des Stahls (siehe **Abb. 11**). Die zulässige Höchsttemperatur finden Sie in **Tabelle 2 und 4**.

### Schneidverfahren

Wenn kleine Teile geschnitten werden, führt die vom Schneidbrenner und durch die Vorwärmung zugeführte Energie zur Erwärmung des Werkstückes. Je kleiner das geschnittene Teil ist, desto größer ist das Risiko der Entfestigung. Beim autogenen Brennschneiden von Blech mit einer Dicke von 30 mm oder mehr gilt als Faustregel, dass ein Risiko von Entfestigung der gesamten Komponente besteht, falls der Abstand zwischen zwei Schnitten weniger als 200 mm beträgt. Die beste Maßnahme zur Vermeidung von Härteverlust ist die Anwendung von Kaltschneidverfahren wie das Abrasiv-Wasserstrahlschneiden. Wenn thermisches Schneiden durchgeführt werden muss, ist Laser- oder Plasmaschneiden dem autogenem Brennschneiden vorzuziehen. Der Grund dafür ist, dass autogenes Brennschneiden mehr Wärme zuführt und dadurch die Temperatur des Werkstückes erhöht.

### Schneiden unter Wasser

Eine effektive Methode zur Begrenzung und Verringerung der Wärmeeinflusszone ist die Kühlung des Blechs und der Schnittflächen beim Schneiden mit Wasser. Dies kann bewerkstelligt werden, indem man das Blech in Wasser taucht (**Abb. 12**) oder indem man beim Schneiden und danach Wasser auf die geschnittene Komponente sprüht. Unterwasserschneiden kann sowohl beim Plasmaschneiden als auch beim autogenen Brennschneiden vorgenommen werden und hat folgende Vorteile:

- Verhindert Härteverlust der gesamten Komponente
- Geringerer Verzug der Schneidteile
- Die Teile werden unmittelbar nach dem Schneiden gekühlt
- Keine Dämpfe und kein Staub
- Verringerter Lärmpegel

Da ein Vorwärmen beim Unterwasserschneiden nicht möglich ist, sind nachträgliches Erwärmen und Verringerung der Schnittgeschwindigkeit die einzigen Maßnahmen, um der Gefahr einer wasserstoffbedingten Rissbildung entgegenzuwirken. Wenn kleine Teile durch autogenes Brennschneiden aus dickem Hardox® Blech geschnitten werden, besteht die Gefahr des Härteverlustes und der Rissbildung an der Schnittkante. Dies lässt sich am besten durch Unterwasserschneiden bei niedrigen Schnittgeschwindigkeiten oder mit einer nachträglichen Wärmebehandlung der geschnittenen Teile verhindern. Die nachträgliche Erwärmung kann mit einem Brenner oder in einem Ofen erfolgen.



**ABB. 11.** Oberflächenhärte in Bezug auf Anlasstemperatur.



**ABB. 12.** Schneiden unter Wasser.