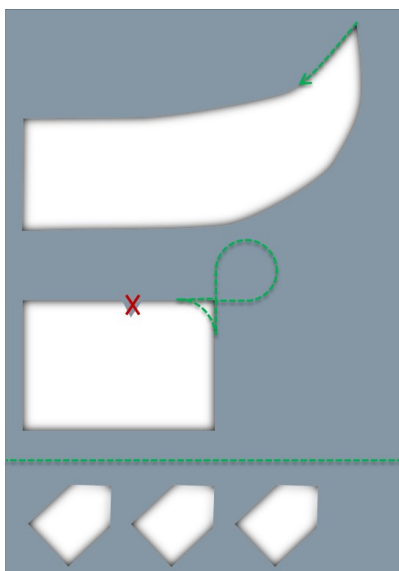


## Trennen

Verschleißfeste DILLIDUR-Stähle sind aufgrund ihrer außergewöhnlichen Homogenität ebenso wie ihrer Reinheit sehr gut verarbeitbar. Zunehmende Blechdicken bedingen höhere Legierungsbestandteile und erfordern eine sorgfältigere Behandlung der Bleche. Im Folgenden gibt Dillinger Hinweise zu autogenem Brennschneiden, Plasma- und Laserschneiden sowie Wasserstrahlschneiden.

Diese Hinweise zum Trennen von DILLIDUR sind nach bestem Wissen und der Erfahrung von Dillinger entstanden. Sie sollen den Verarbeiter bei der Entwicklung der eigenen Verarbeitungsverfahren unseres Werkstoffes unterstützen. Die sachgerechte Arbeitsweise muss mit geeigneten Werkzeugen erfolgen. Da verschiedene Hersteller unterschiedliche Werkzeuge entwickelt haben, sollten Sie deren Hinweise beachten (Düsenauswahl, Gasdrücke, Arbeitsweise, Geschwindigkeit usw.).

Ebenso wie die Wahl eines geeigneten Trennverfahrens entscheidet die geeignete Schnittführung und Schnittfolge über die spätere Qualität des Konturteils: Wir empfehlen insbesondere bei großer Blechdicke und hoher Härte, nach innen gerichtete scharfe Kanten bzw. Kerben zu vermeiden und eventuell einen zusätzlichen Bogen zu schneiden (s. Grafik 1).



**Grafik 1 Schnittführung**

Konturteil so lange wie möglich mit dem Blech verbunden lassen.

Scharfe Konturen vermeiden, ausreichend großer Radius z.B.  $\geq 25$  mm

Wird das Blech beispielsweise erst am nächsten Arbeitstag weiter bearbeitet, ist ein sauberer Trennschnitt zu empfehlen.



**Brennschnitt DILLIDUR 550**

## Thermisches Trennen

Beim thermischen Trennen wird das Grobblech an der Schnittkante stark erhitzt. Dadurch entsteht an der Trennkante eine sogenannte Wärmeeinflusszone (WEZ), die je nach Trennverfahren in ihrer Breite variiert. Durch die kurzzeitig hohe Erwärmung mit anschließend schneller Abkühlung entsteht bei DILLIDUR unter der harten Brennkante eine Erweichungszone. Sie variiert je nach Verfahren und Schnittparametern. Ebenso wie der eigentliche Trennvorgang beeinflussen der Lieferzustand (Wärmebehandlung) und die chemische Analyse die Eigenschaften der WEZ.

**Tabelle 1 Thermische Trennverfahren**

Verfahren	Beschreibung	Blechdicke	Schnittfuge
<b>Autogen</b>	Verbrennung mit Sauerstoff, Ausblasen von Sauerstoffverbindungen (Oxide)	> 10 mm*	ca. 2 bis 9 mm
<b>Laser</b>	Verdampfung (in kleinen Dicken) oder Verbrennen mit Sauerstoff	bis ca. 30 mm	< 1 mm möglich
<b>Plasma</b>	Schmelzen mit Hilfe eines Gases, Ausblasen mit Hilfe der Gasdüse	bis ca. 60 mm	ca. 2 bis 7 mm

\*Typischerweise

## Einfluss der unterschiedlichen Schneidverfahren auf die Wärmeeinflusszone

**Makro-Schliffe der WEZ an einem 10 mm Blech nach Laser-, Plasma-, autogenem Brennschnitt**



**Laser**



**Plasma**



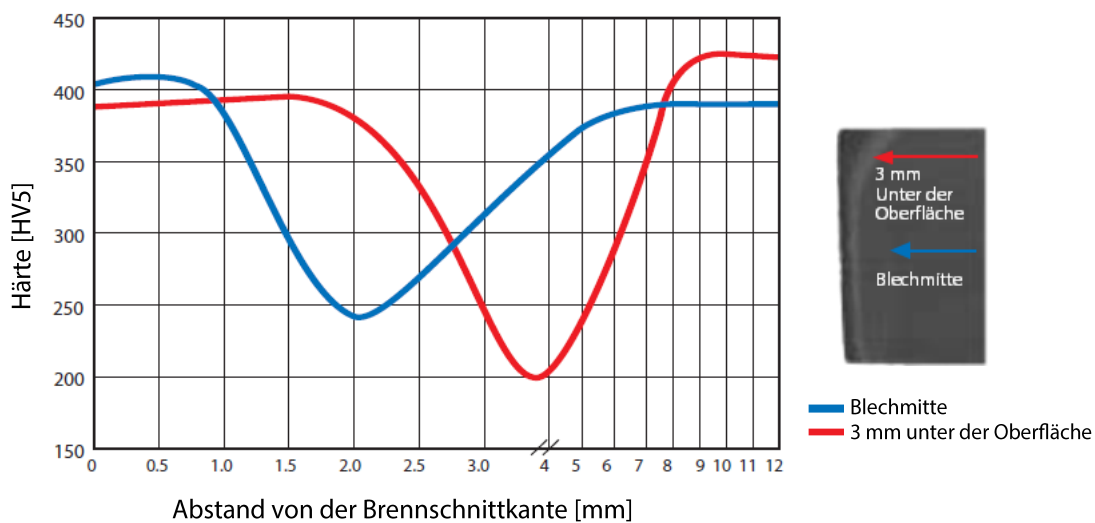
**Autogen**

Einen ausgeprägten Einfluss auf die Brennschneidbedingungen und die erzielbare Schnittflächengüte hat insbesondere beim Laserschneiden der Oberflächenzustand der Bleche. Bei hohen Anforderungen an die Schnittflächengüte ist es erforderlich, die Oberseite des Werkstückes im Schnittfugenbereich von Zunder, Rost, Farbe und sonstigen Verunreinigungen zu säubern.

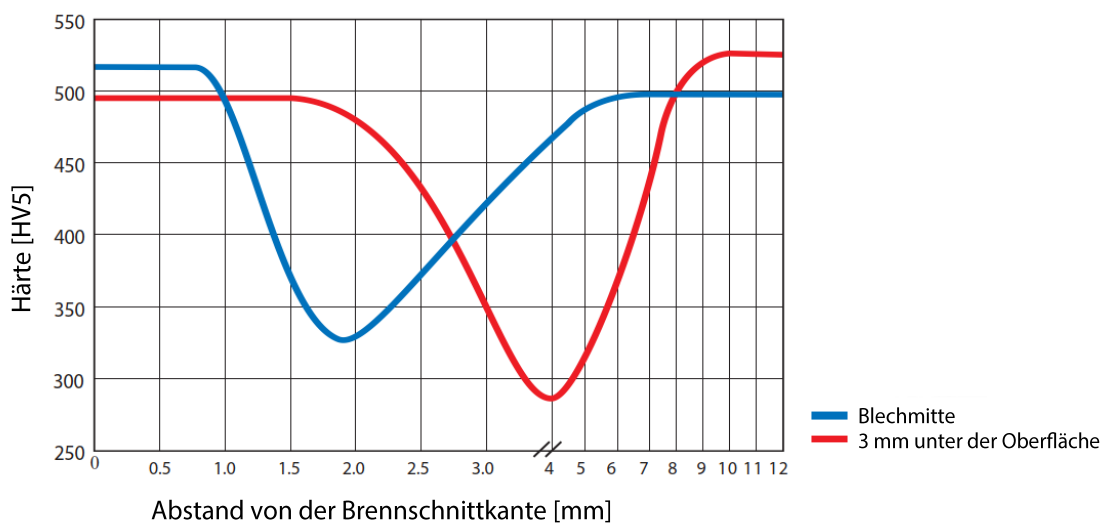
Bei DILLIDUR 400, DILLIDUR 450, DILLIDUR 500, DILLIDUR 550 und DILLIDUR 600 erreicht die Brennschnittkante wieder die Härte des wassergehärteten Ausgangswerkstoffes. Dazwischen liegt eine schmale, erweichte Zone, die in der Nähe der Oberfläche durch die Heizflamme etwas breiter ist (s. Grafik 2 und 3).

## Typischer Einfluss der Schneidverfahren auf die Härtewerte der Wärmeeinflusszone

Aufhängung von DILLIDUR an der Brennschnittkante beim Sauerstoff-Acetylen-Brennschneiden (Anhaltswerte bei 20-30 mm Blechdicke)

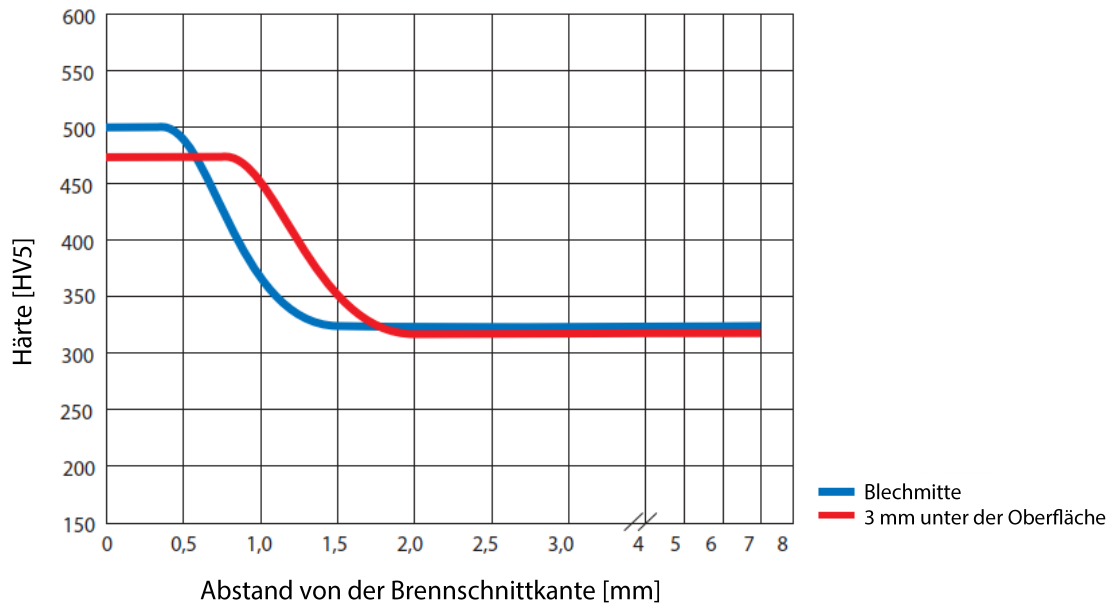


Graphik 2 Typischer Verlauf für DILLIDUR 400 inklusive Beispiel WEZ am Blechrand



Graphik 3 Typischer Verlauf für DILLIDUR 500

DILLIDUR 325 L härtet an der Kante stark auf, allerdings fällt die Härte zügig auf den ursprünglichen Wert des Werkstückes ab.



**Grafik 4** Typische Aufhärtung von DILLIDUR 325 L an der Blechkante

## Autogenes Brennschneiden

Autogenem Brennschneiden von DILLIDUR sind bei sachgerechter Arbeitsweise beinahe keine Grenzen gesetzt, zumindest bezüglich der Blechdicken. Autogenes Brennschneiden wird in einem weiten Dickenpektrum von ca. 10 mm bis zu sehr hohen Dicken umgesetzt. Mit zunehmender Blechdicke und Härte erfordert das Brennschneiden von DILLIDUR mehr Sorgfalt. DILLIDUR ist auf hohe Härte und hohe Verschleißbeständigkeit bei gleichzeitig guter Verarbeitbarkeit ausgelegt, dennoch ist er im Vergleich zu konventionellen Baustählen anfälliger gegen sogenannte Kaltrisse. Eine geeignete Schnittführung hilft Spannungsrisse zu vermeiden (s. Grafik 1).

Generell sollte die Werkstücktemperatur beim Brennschneiden nicht unter Raumtemperatur (15 °C) liegen und gleichzeitig die empfohlenen Vorwärmtemperaturen während des gesamten Trennvorgangs nicht unterschritten werden. Das gesamte Bauteil ist durchzuwärmen. DILLIDUR-Stähle dürfen nicht über die in Tabelle 2 angegebenen maximalen Temperaturen erwärmt werden, ansonsten verlieren sie ihre Härte.

**Tabelle 2** Empfohlene Vorwärmtemperaturen DILLIDUR

Blechdicke* [mm]	<10	10 ≤ t < 20	20 ≤ t < 30	30 ≤ t < 40	40 ≤ t < 70	70 ≤ t < 100	100 ≤ t < 150	Max. Temp.
DILLIDUR 325 L		120 °C						500 °C
DILLIDUR IMPACT					50 °C		100 °C	500 °C
DILLIDUR 400				75 °C		100 °C	150 °C	250 °C
DILLIDUR 450		50 °C		100 °C		125 °C		200 °C
DILLIDUR 500		60 °C		120 °C		150 °C		200 °C
DILLIDUR 550				175 °C				200 °C
DILLIDUR 600				175 °C				180 °C

\*Anhaltswerte

Aus metallurgischer Sicht ist das Vorwärmen im Ofen die beste Lösung, jedoch in der Praxis oft nicht umsetzbar. Deshalb beachten Sie bitte folgende Hinweise:

Kaltrisse können verhindert werden durch:

- ◆ Vorwärmen,
- ◆ geeignete Schnittführung,
- ◆ reduzierte Schnittgeschwindigkeit (Achtung: breitere WEZ),
- ◆ Nachwärmen (erlaubt beim Brennen eingebrachten Wasserstoff auszudiffundieren).

Das Reduzieren der Abkühlgeschwindigkeit der Brennkante bzw. des gesamten Brennteils vermindert Schrumpfspannungen. Zusätzlich sind kritische Brennteile nach dem Brennen idealerweise im Brenngitter zu belassen, damit sie langsam im Verbund abkühlen können. Risse treten oftmals erst mehr als 48 Stunden nach dem Brennschnitt auf.



**Vorwärmen von DILLIDUR**

#### **Vorwärmen:**

Das gesamte Blech ist durchzuwärmen, vorzugsweise indem die Unterseite mit einer weichen Flamme erwärmt und die Temperatur an der Oberseite gemessen wird. Die Oberseite des Bleches kann mit Thermodecken abgedeckt werden.

In jedem Fall muss die Erwärmung durch Heizflammen behutsam erfolgen:

- ◆ Keine lokale Überhitzung (s. Tabelle 2).
- ◆ Keine übermäßigen thermischen Spannungen einbringen.
- ◆ Gleichmäßige Erwärmung erforderlich.



**Langsames Abkühlen von DILLIDUR**

#### **Nachwärmen:**

Unmittelbar nach dem Schnitt die Brennteile langsam abkühlen. Dazu können sie sofort beispielsweise in Thermo-boxen oder Thermowolle eingehüllt werden.

Nachwärmen und /oder Halten auf höheren Temperaturen (150 bis 200 °C) ist vor allem für dickere Bleche (>75 mm) zu empfehlen.

Beim autogenen Brennschneiden kann einer zu starken Erwärmung des Brennteils durch ausreichend Abstand der Schnittkanten zur Blechkante sowie zum nächsten Brennteil entgegengewirkt werden. Ein Abstand von 200 mm verhindert bei Blechdicken ab 30 mm im Normalfall ein Überhitzen.

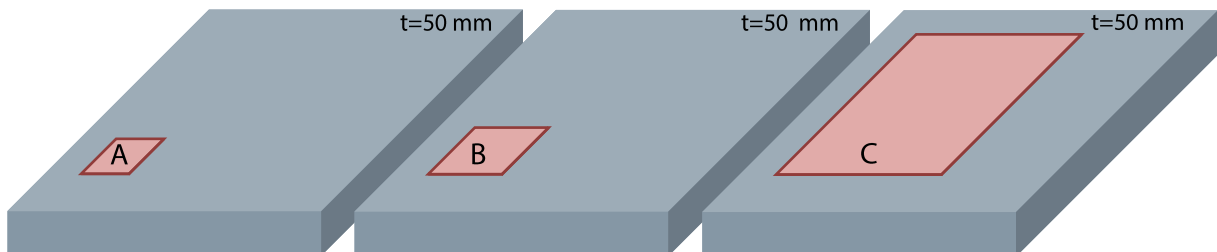
Bei deutlich geringeren Abständen ist Unterwasser-, Laser- bzw. Plasmaschneiden geeigneter als Brennschneiden.

Aus diesem Grund ist bei Brennteilen, die Wärme nicht rasch genug abführen können, wie beispielsweise kleine Bauteile, Siebbleche, Lamellen, Messerschneiden usw., eher zusätzlich zu kühlen als vorzuwärmen.

## Beispiel Erwärmung Brennteil aus DILLIDUR 450:

	Einheit	Brennteil A	Brennteil B	Brennteil C
<b>Blechdicke t</b>	[mm]	50	50	50
<b>Breite b</b>	[mm]	100	200	500
<b>Länge l</b>	[mm]	100	200	1000
<b>Brenngeschwindigkeit v</b>	[mm/min]	250	250	250
<b>Blechtemperatur nach dem Vorwärmen</b>	[°C]	100	100	100
<b>Erwartete Temp. Brennteil nach Schnitt*</b>	[°C]	450	280	150
<b>Erwarteter Einfluss auf Eigenschaften vom Brennteil</b>		Starker Härteabfall	Geringer Härteabfall	Kein Härteabfall

\*Die Erwärmung ist von weiteren Faktoren wie der genutzten Düse abhängig.



Grafik 5 Brennschnitt DILLIDUR 450

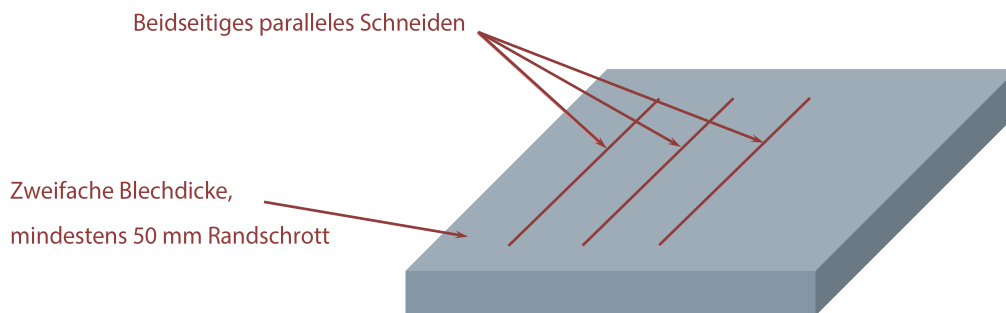


### Brennschnitt mit Vorlaufbrenner

Erfahrene Anwender können durch Einsatz eines Vor- und/ oder Nachlaufbrenners, sowie einer reduzierten Schnittgeschwindigkeit die angegebenen Vorwärmtemperaturen minimieren oder vermeiden. Vor- bzw. Nachwärmen bleiben die bewährten Methoden erster Wahl.

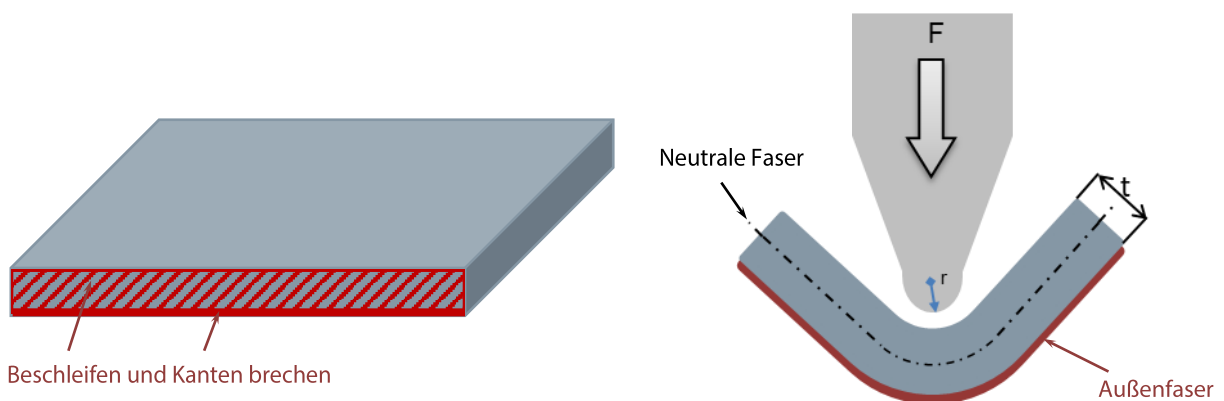
Empfehlungen zum Vorwärmen, Temperaturführung beim Brennschneiden auf Basis der Ist-Analyse und weitere Daten können dem Dillinger [E-Service](#) entnommen werden.

Beim Schneiden von langen schmalen Brennteilen ist es Stand der Technik gewisse Prozessanpassungen zur Vermeidung von Verzug zu treffen. Dazu zählt zum einen die Sicherstellung eines symmetrischen Wärmeflusses, z.B. durch beidseitiges paralleles Schneiden der Lamellen, zum anderen das Vorsehen ausreichenden Randschrottes, z.B. die zweifache Blechdicke, mindestens aber 50 mm. Vor dem Abtrennen der Lamellen ist es hilfreich die Brennteile im Verbund abkühlen zu lassen.



**Grafik 6 Schneiden von schmalen Brennteilen**

Werden die Schnittkanten bei der Weiterverarbeitung kalt umgeformt, etwa durch Biegen oder Abkanten, so muss bei den höherfesten DILLIDUR-Stählen der aufgehärtete Schnittkantenbereich beschliffen werden. Es ist auch ratsam, die Blechkante (Außenfaser), die beim Biegen außen liegt, leicht zu brechen.



**Grafik 7 Biegen**

## Laser- und Plasmaschneiden

Die wesentlichen Vorteile des Laser- und Plasmaschneidens im Vergleich zu autogenem Brennschneiden liegen in der höheren Schneidleistung und den schmalen Schnittfugen bei gleichzeitig geringstem Wärmeinput. Mit beiden Schneidverfahren lassen sich kleinste Teile und Lamellen verzugsfrei und beinahe ohne Härteverlust schneiden. Auch auf ein Vorwärmen kann bei diesen Verfahren in der Regel verzichtet werden. Ausnahmen sind sehr große Blechdicken im Grenzbereich vom Plasmaschneiden und DILLIDUR mit Härten > 500 Brinell. In diesen Fällen sind die Vorwärmtemperaturen vom autogenen Brennen anzuwenden.

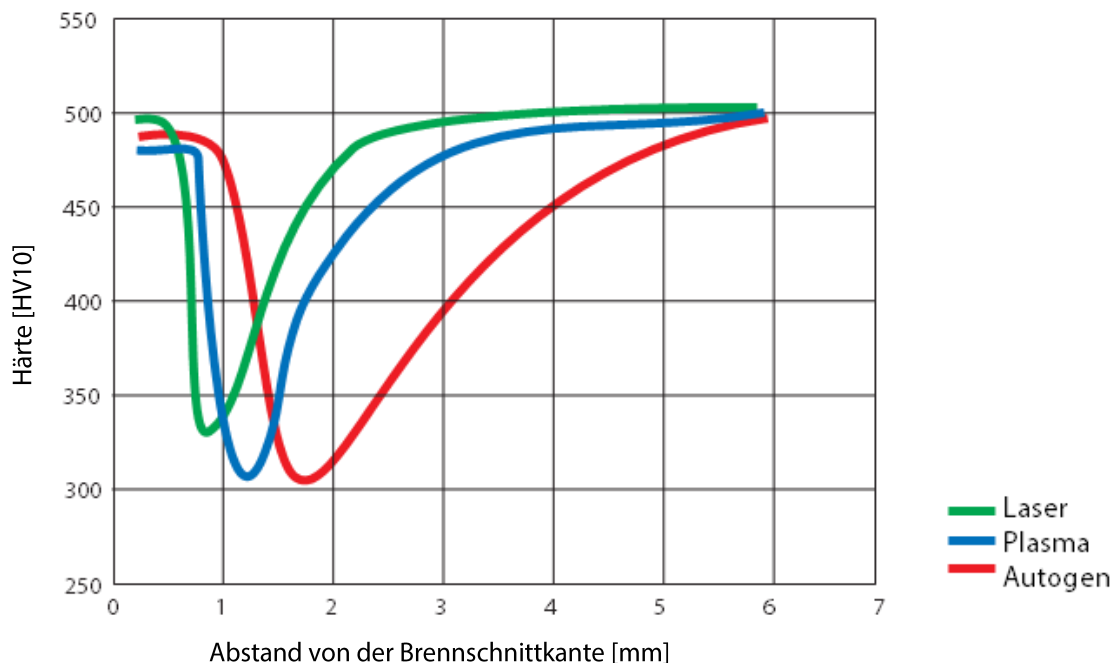
Grundvoraussetzung für das Laserschneiden ist eine einwandfreie Oberfläche der Bleche. DILLIDUR kann speziell für diesen Fall auf Wunsch auch gestrahlt und beschichtet geliefert werden (bitte sehen Sie hierzu die Broschüre von Dillinger „Regenjacke inklusive“).



Im Gegensatz zum Laserschneiden eignet sich das Plasmaschneiden auch für Blechdicken bis ca. 60 mm. Die Schnittfuge und die Wärmeinflusszone sind jedoch etwas breiter.

## Plasmaschneiden

Beim Plasma- und Laserschneiden können die Härtewerte generell aufgrund der höheren Abkühlgeschwindigkeiten leicht höher liegen als beim Sauerstoff-Acetylen-Brennschneiden.



Grafik 8 Typischer Einfluss der Brennschneidverfahren auf die Wärmeinflusszone



## Wasserstrahlschneiden



### Wasserstrahlschneiden

Dieses Verfahren eignet sich besonders gut zum Schneiden von DILLIDUR, da keine thermischen Einflüsse vorliegen, die zu Werkstoffveränderungen führen. Somit werden die Eigenschaften des Bauteils, auch bei sehr kleinen Abmessungen, nicht beeinträchtigt. Die Schnittgeschwindigkeit ist jedoch vergleichsweise gering.

## Allgemeiner Hinweis (Haftung):

Angaben über die Beschaffenheit oder Verwendbarkeit von Materialien bzw. Erzeugnissen sind lediglich Beschreibungen. Zusicherungen bezüglich des Vorhandenseins von Eigenschaften oder der Eignung für einen bestimmten Verwendungszweck bedürfen stets besonderer schriftlicher Vereinbarungen.

Diese Verarbeitungshinweise unterliegen Aktualisierungen. Maßgebend ist die jeweils aktuelle Fassung, die auf Anforderung versandt wird oder unter [www.dillinger.de](http://www.dillinger.de) abgerufen werden kann.

## Kontakt

AG der Dillinger Hüttenwerke  
Postfach 1580  
66748 Dillingen / Saar  
Deutschland

Tel.: +49 6831 47 3452  
Fax: +49 6831 47 992025  
E-Mail: [info@dillinger.biz](mailto:info@dillinger.biz)

Ihren Ansprechpartner finden Sie unter [www.dillinger.de](http://www.dillinger.de)

Ausgabe 03/2022