

## Formen

Verschleißfeste DILLIDUR-Stähle sind aufgrund ihrer außergewöhnlichen guten Homogenität ebenso wie ihrer Reinheit sehr gut verarbeitbar. Die engen Maßtoleranzen und hohen Oberflächenstandards erleichtern die Verarbeitung.

Im Folgenden gibt Dillinger Hinweise zum Kaltumformen, zu Biegeradien und zum Warmumformen.

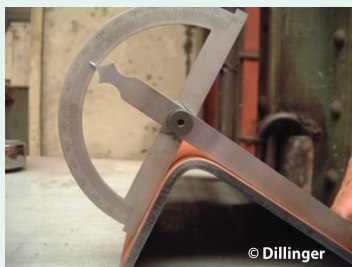


Diese Hinweise zum Formen von DILLIDUR sind nach bestem Wissen und der Erfahrung von Dillinger entstanden. Sie sollen den Verarbeiter bei der Entwicklung der eigenen Verarbeitungsverfahren unseres Werkstoffes unterstützen. Die sachgerechte Arbeitsweise muss mit geeigneten Werkzeugen erfolgen. Da verschiedene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

Die Verarbeitungsempfehlungen nach CEN/TR 10347 (Umformen) können ebenso beachtet werden. Bei der Verarbeitung sind die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, so dass auch bei einem möglichen Bruch des Werkstücks während des Umformvorgangs niemand gefährdet wird.

### Tabelle 1 Umformverfahren im Allgemeinen

Verfahren	Beschreibung
<b>Kaltumformen</b>	Verformung im Temperaturbereich ohne metallurgische Veränderung (insbesondere Härteabfall) unterhalb der maximalen Verarbeitungstemperatur
<b>Warmumformen</b>	Verformung im Temperaturbereich mit metallurgischer Veränderung (insbesondere Härteabfall) oberhalb der maximalen Verarbeitungstemperatur



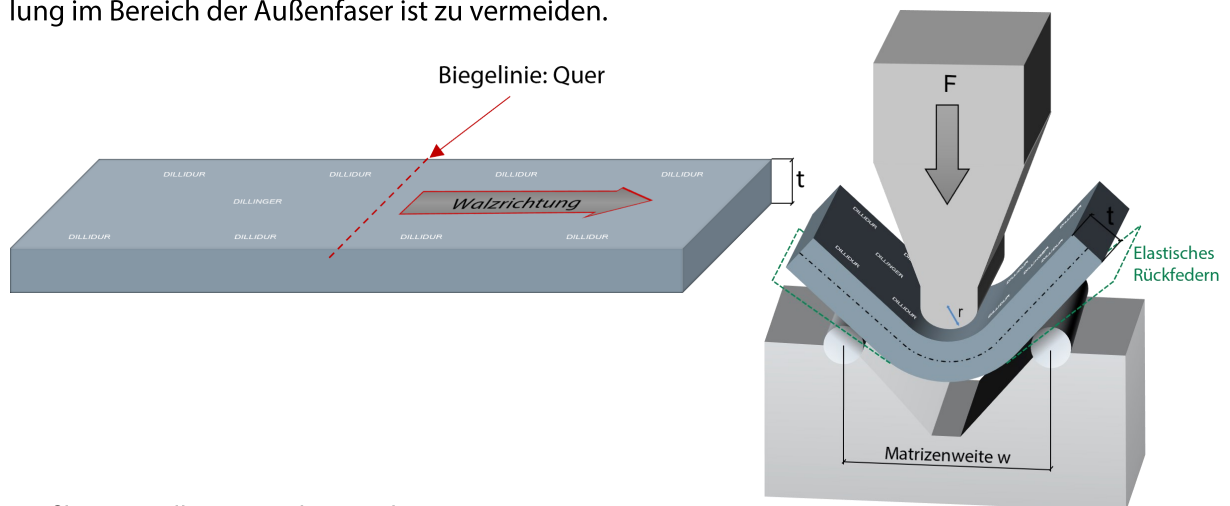
Der Oberflächenzustand kann einen Einfluss auf die Umformbarkeit und die erzielbaren Radien der Bleche haben.

Es ist ratsam, das Werkstück im Biegebereich von Zunder, Rost und sonstigen Verunreinigungen zu säubern.

Kratzer können durch behutsames Schleifen senkrecht zur Biegelinie entfernt werden.

## Kaltumformen

DILLIDUR lässt sich trotz seiner hohen Härte durch Kanten gut kalt umformen. Hierbei ist zu beachten, dass mit steigender Härte und Festigkeit des Stahls die für die Umformung erforderlichen Kräfte für gleiche Wandstärken zunehmen. Die Rückfederung nimmt ebenfalls zu. Tabelle 2 zeigt die verschiedenen Mindestbiegeradien und –matrizenweiten für DILLIDUR. Aufgrund des Walzprozesses sind diese Werte quer zur Walzrichtung niedriger als in Längsrichtung. Die Hartstempelung beinhaltet üblicherweise die Walzrichtung. Das Biegen mit der Hartstempelung im Bereich der Außenfaser ist zu vermeiden.



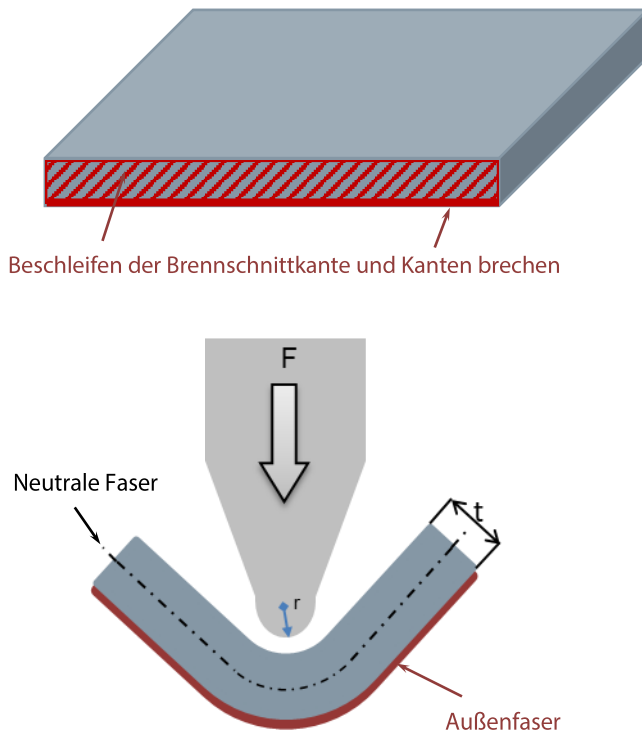
Grafik 1 Darstellung Biegelinie und Matrizenweite

Folgende Biegeradien werden im Allgemeinen rissfrei ertragen:

**Tabelle 2 Mindestbiegeradien und –matrizenweiten für DILLIDUR**

Biegelinie zur Walzrichtung	Stahlsorte	Min. Biegeradius r [x t]		Min. Matrizenweite w [x t]	
		t < 20 mm	t ≥ 20 mm	t < 20 mm	t ≥ 20 mm
Quer	<b>DILLIDUR 325 L</b>	5	5	14	14
	<b>DILLIDUR IMPACT</b>	3	3	9	9
	<b>DILLIDUR 400</b>	3	3	10	10
	<b>DILLIDUR 450</b>	3,5	4,5	14	14
	<b>DILLIDUR 500</b>	7	7	16	16
	<b>DILLIDUR 550</b>	nur bedingt möglich, bitte Rücksprache mit Dillinger			
	<b>DILLIDUR 600</b>				
Längs	<b>DILLIDUR 325 L</b>	6	6	16	16
	<b>DILLIDUR IMPACT</b>	4	4	12	12
	<b>DILLIDUR 400</b>	4	4	12	12
	<b>DILLIDUR 450</b>	4,5	5	14	14
	<b>DILLIDUR 500</b>	9	9	20	20
	<b>DILLIDUR 550</b>	nur bedingt möglich, bitte Rücksprache mit Dillinger			
	<b>DILLIDUR 600</b>				

Bei DILLIDUR-Stählen ab Nennhärten von 400 HBW muss vor dem Biegen der aufgehärtete Schnittkantenbereich beschliffen werden. Es ist auch ratsam, die Blechkante, die beim Biegen die größte Dehnung erfährt (Außenfaser), leicht zu brechen.



**Dehnung an der Außenfaser :**

$$\epsilon (\%) = 100 \cdot t / (2 \cdot r + t)$$

r Biege(dorn)radius  
t Blechdicke

**Grafik 2 Bearbeiten einer Schnittkante und Dehnung an der Außenfaser**

Ansteigende Streckgrenzen bedingen eine Zunahme der für die Umformung erforderlichen Kräfte bei gleicher Wandstärke.

Das Werkzeug sollte härter als das Werkstück sein, um Verschleiß zu vermeiden.

Verbesserung der Biegeperformance durch:

- ◆ Oberflächenkontrolle von Blech und Werkzeug,
- ◆ Kerben vermeiden: Kein Hartstempel im Bereich der Außenfaser beim Biegen,
- ◆ Blechkante an der Außenfaser leicht brechen,
- ◆ Korrektes Ausrichten der Werkzeuge zum Blech und zur Biegelinie,
- ◆ Mehrfaches Biegen vermeiden, mögliche Rückfederung berücksichtigen.

## Warmumformen

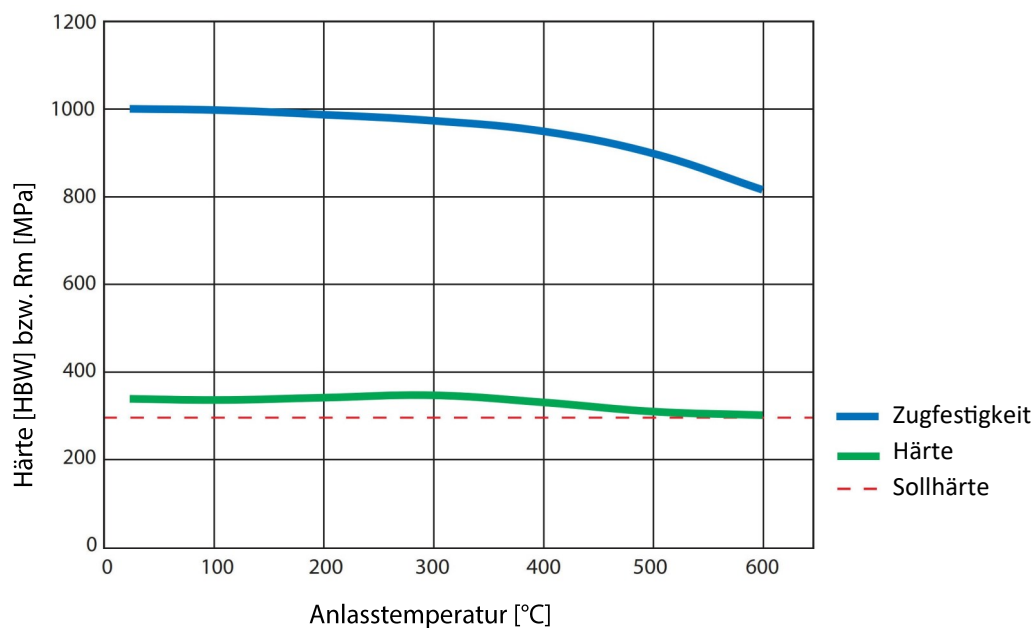
Das Warmumformen erfolgt bei Temperaturen oberhalb der maximalen Verarbeitungstemperatur, so dass sich die metallurgischen und technologischen Eigenschaften verändern. Aus diesem Grund sind nur DILLIDUR 325 L und DILLIDUR IMPACT zur Warmformgebung geeignet.

## Maximale Verarbeitungstemperaturen für DILLIDUR

Stahlsorte	Maximale Verarbeitungstemperatur
DILLIDUR 325 L	500 °C
DILLIDUR IMPACT	500 °C
DILLIDUR 400	250 °C
DILLIDUR 450	200 °C
DILLIDUR 500	200 °C
DILLIDUR 550	200 °C
DILLIDUR 600	180 °C

Eine Formgebung von DILLIDUR 325 L ohne wesentlichen Verlust der Härte ist bis 500 °C möglich. Er erreicht seine Härte bei Luftabkühlung nach dem Normalisieren. Erfolgt eine Warmformgebung bei höheren Temperaturen als 500 °C, können die Eigenschaften durch erneutes Normalisieren (bei 900 °C bis 950 °C) wieder eingestellt werden.

Den Einfluss der Temperatur auf Härte bzw. Zugfestigkeitswerte kann folgender Grafik 3 entnommen werden.



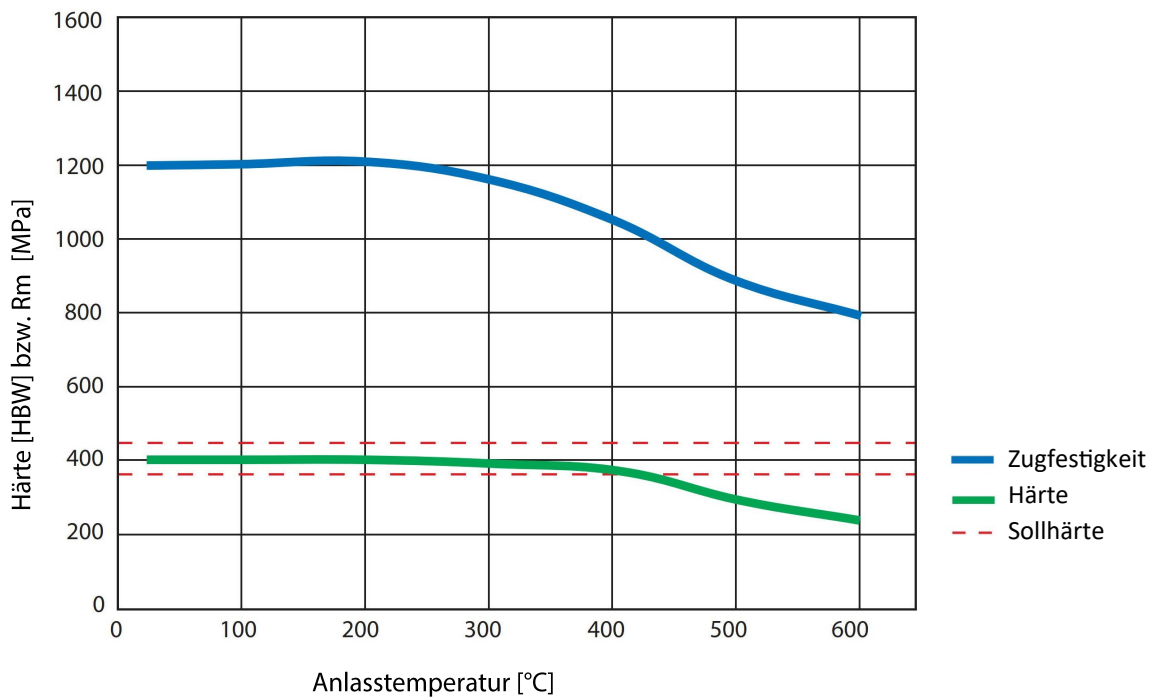
**Grafik 3** Typische Eigenschaften von DILLIDUR 325 L nach dem Anlassen und Abkühlen auf Raumtemperatur (Anhaltswerte für 10 mm bei einer Haltezeit von 30 Minuten)

DILLIDUR IMPACT wird in Wasser gehärtet und anschließend angelassen. Ein Umformen unterhalb von 500 °C ist ohne Beeinträchtigung der Eigenschaften möglich. Erfolgt eine Formgebung bei höheren Temperaturen, werden die mechanischen Eigenschaften verändert. Nur eine Neuvergütung kann die Eigenschaften wieder einstellen.

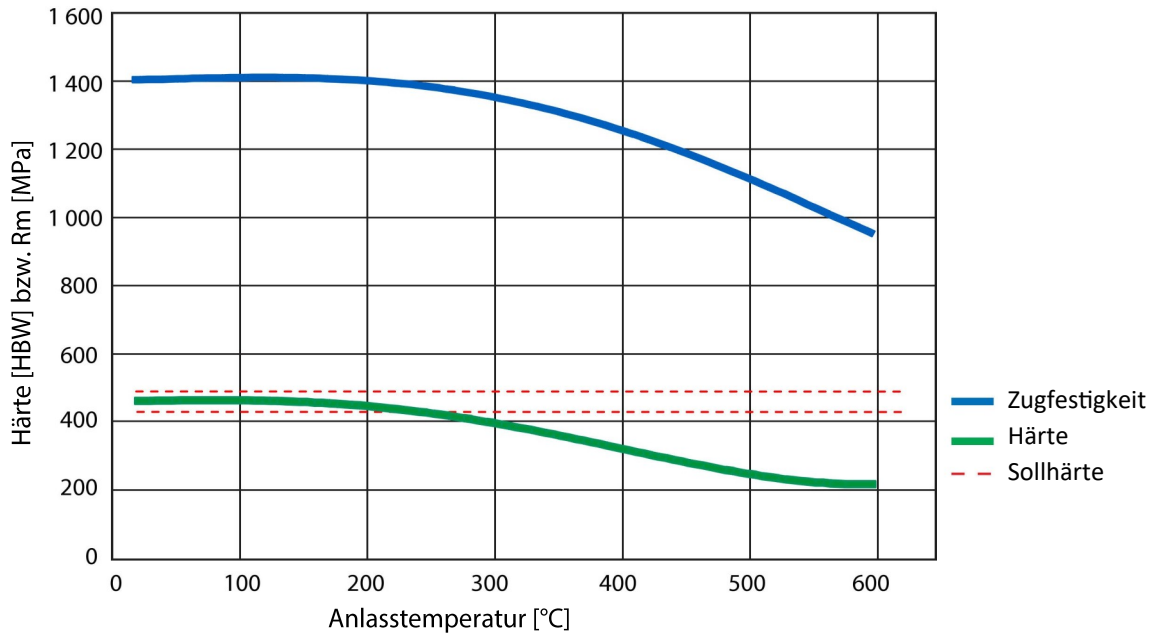
DILLIDUR 400/450/500/550/600 erhalten ihre Härte durch beschleunigtes Abkühlen. Die Warmformgebung ist ohne Verlust der Härte nicht möglich. Falls eine Warmformgebung dennoch erfolgt, muss das Werkstück anschließend wieder gehärtet werden.

Aufgrund unterschiedlicher Wärmebehandlungseinrichtungen beim Verarbeiter sowie unterschiedlicher Bauteilgeometrien lassen sich im Vergleich zur Blechherstellung in der Regel nur geringere Abkühlgeschwindigkeiten erzielen. Die vom Werk eingestellte Ausgangshärte und Durchhärtung werden im Allgemeinen nicht mehr erreicht. Zusätzlich besteht die Gefahr von Verzug. Für Bauteile, die bei der Verarbeitung abgeschreckt werden müssen, kann in Absprache mit Dillinger die chemische Zusammensetzung entsprechend angepasst oder das Blech im Walzstand (nicht gehärtet) geliefert werden.

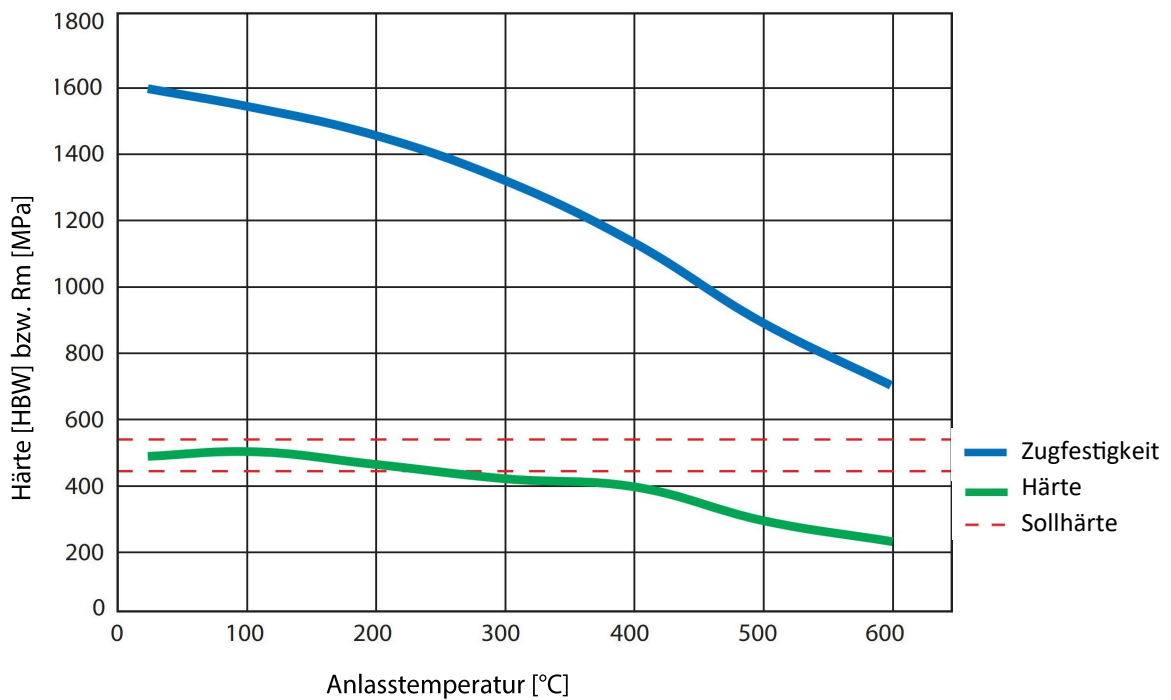
## Typischer Einfluss der Temperatur auf mechanische Eigenschaften (Haltezeit 30min)



**Grafik 4** Typische Eigenschaften von DILLIDUR 400 nach dem Anlassen und dem Abkühlen auf Raumtemperatur (Anhaltswerte bei 20 mm )



**Grafik 5** Typische Eigenschaften von DILLIDUR 450 nach dem Anlassen und Abkühlen auf Raumtemperatur (Anhaltswerte für 20 mm)



**Grafik 6** Typische Eigenschaften von DILLIDUR 500 nach dem Anlassen und Abkühlen auf Raumtemperatur (Anhaltswerte für 20 mm)

## 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 06/2022