



**Curv™ - eine neue Generation  
eigenverstärkter Kunststoffe**

**Verarbeitungshinweise**

Curv™ Composites  
Düppelstr. 16  
Gronau 48599  
Germany  
[info@curvonline.com](mailto:info@curvonline.com)

[www.curvonline.com](http://www.curvonline.com)

Anwendungsüberblick.....	1
Thermoformen von Curv.....	2
Temperieren von Curv.....	2
Thermoformprozess.....	4
Beispiele zum Umformen.....	5
Zusammenfassung der Umformparameter .....	6
Laminieren von Curv mit anderen Werkstoffen.....	7
Oberflächenvorbehandlung von Curv .....	10
Oberflächenveredelung von Curv .....	10
Funktionelle Oberflächen, Farben und Strukturen .....	11
Klebe- / Fügemethoden .....	12
Schneidmethoden .....	13

## Anwendungsüberblick

Curv ist eine neue Generation eigenverstärkter Thermoplaste welche aus 100% Polypropylen bestehen. Hochverstreckte thermoplastische Bändchen bilden die Basis für die hervorragenden mechanischen Eigenschaften.

In einem patentierten einzigartigen Verfahren werden die Bändchen gezielt an der Oberfläche aufgeschmolzen, wodurch die Matrix gebildet wird. Durch die Bildung der Matrix unter Druck und Temperatur entsteht ein Verbundstoff, der eine Brücke zwischen einem isotropen Polypropylen und einem faserverstärkten Verbundstoff bildet.

Dieses neuartige Material kann, abhängig von der Endanwendung, in vielen Formen sowie Verbunden eingesetzt werden.

Diese sind:

- ❖ Plattenware
  - Dicke von 0.3 – 3.0 mm
  - Breite bis max. 1.36 m (53.5 inches)
  - Plattenlänge variabel entsprechend der Kundenanforderung
  - Rollenware von 0.3 – 1.2 mm Dicke
- ❖ Geformte Teile , nach dem Stempelumformverfahren oder Diaphragmaumformverfahren
- ❖ Lamine mit Curv als Außenschicht und verschiedenen Kernmaterialien
  - Expandierter PP-Schaum (ePP)
  - Wabenkern bestehend aus PP, Papier oder Aluminium
  - etc.
- ❖ Lokale Verstärkungen mit Curv im Stempelumformverfahren als auch Spritzgußverfahren. Da Curv eine außerordentlich hohe Schlagzähigkeit besitzt, können hoch beanspruchte Bereiche (z.B. bei Steinschlag im Fahrzeugunterbereich) ideal verstärkt werden.

Zusätzlich können verschiedene Nachbehandlungs-/Ausrüstungsverfahren bei Curv angewendet werden.

- ❖ Oberflächengestaltung
  - Lackieren
  - Teppichkaschierung
- ❖ Anbringen/Verbinden von funktionellen Teilen mittels
  - Kleber
  - Hochfrequenzschweißen
  - Ultraschallschweißen
  - Mechanische Befestigungen

- ❖ Schneidverfahren
  - Wasserstrahlschneiden
  - Stanzen
  - CNC Fräsen
  - Kreissäge mit entsprechendem Kunststoffblatt

## **Thermoformen von Curv**

Curv ist ein Thermoplast und wird durch Einwirkung von Temperatur weich und läßt sich dadurch in die gewünschte Form bringen. Entgegen normaler Thermoplaste besitzt Curv aufgrund der hohen Orientierung der Bändchen im aufgeheizten Zustand noch eine relativ hohe Steifigkeit. Dadurch ist das Stempelumformverfahren notwendig, um die benötigten Drücke zu realisieren. Um eine möglichst hohe und präzise Ausformung zu erlangen sind Drücke von mindestens 15 bar anzuwenden.

Die einzelnen Schritte werden in den nachfolgenden Kapiteln im Detail beschrieben.

## **Temperieren von Curv**

Das Aufheizen der Curv-Platte vor dem Umformprozess ist ein sehr wichtiger Prozessschritt um einwandfrei geformte und dimensionsstabile Formteile zu erhalten.

Ziel des Heizprozesses muß sein die Matrix in einen flüssigen Zustand zu versetzen, und die Orientierung der Bändchen zu erhalten.

Grundsätzlich können folgende Heizverfahren angewendet werden:

- Kontaktheizung (wie im NMT-Bereich)
- Konvektionsheizung (Umluftofen / Wärmeschrank)
- Infrarot-Strahlerheizung

Bei der Infrarot-Strahlerheizung ist besonders darauf zu achten die Curv Platte nicht zu überheizen. Eine Temperatur von maximal 300°C direkt an den Strahlern ist hierbei anzustreben.

Um Curv optimal aufzuheizen können zwei Methoden angewendet werden. Dieses ist abhängig von der Auszieftiefe als auch der Geometrie des Bauteils sowie auch von der Endanwendung.

#### Aufheizen von Curv ohne Rahmen:

Beim Aufheizen von Curv ohne Rahmen sollte eine Temperatur von 165°C nicht überschritten werden. Darüber hinausgehende Aufheiztemperaturen führen zu unkontrollierten Schrumpferscheinungen.

Abhängig von der Aufheizmethode ergeben sich unterschiedliche Aufheizzeiten. Das Infrarot-Verfahren benötigt ca. 60 Sekunden Aufheizzeit bei einer Materialstärke von 1 mm, wohingegen die Konvektionsheizung bei gleicher Stärke ca. 430 Sekunden benötigt.

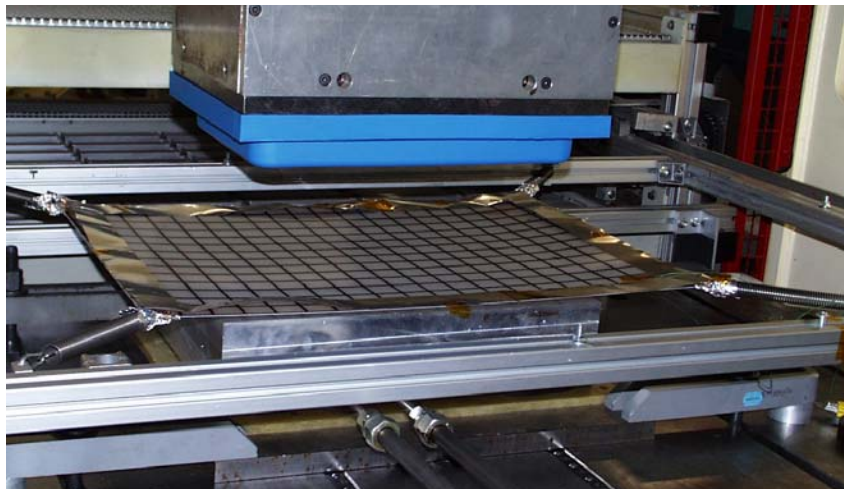
#### Aufheizen von Curv mit Rahmen :

Durch den Einsatz eines Rahmens der die Curv-Platte während des Aufheizvorganges hält, lassen sich wesentlich höhere Temperaturen erzielen. Dieses ermöglicht es das „Temperaturfenster“ zu vergrößern, welches die Prozesssicherheit erhöht.

Die Aufheiztemperatur lässt sich durch diese Methode auf ca. 185°C erhöhen, wobei die Orientierung der Bändchen erhalten bleibt.

Bei geringen Auszieftiefen kann ein starrer Rahmen eingesetzt werden. Tiefe Ausziehbereiche benötigen einen „flexiblen“ Rahmen um dem Material die Möglichkeit zu geben nachzufließen (siehe Bild). Andernfalls werden die Bändchen überdehnt und somit geschädigt.

**Die genannten Daten und Verfahren sind empirisch und sollten vor Ort aufgrund unterschiedlicher Bedingungen immer abgestimmt werden.**



Curv mit “flexiblen” Rahmen, welcher ein Nachführen des Materials während des Umformvorgangs erlaubt.

## **Thermoformprozess**

Aufgrund der Eigenverstärkung des Curv Materials ist das Stempelumformverfahren mit zwei Werkzeughälften das geeignete Verfahren, um eine definierte Ausformung als auch optimale Eigenschaften zu erhalten.

### Werkzeugauslegung:

- *Werkstoffe:* Für eine definierte Ausformung von Curv werden positive und negative Werkzeughälften eingesetzt. Die Werkzeuge sollten in der Regel aus Aluminium bestehen. Für Prototypen kann durchaus auch Holz als auch polymere Werkstoffe eingesetzt werden. Als weiterer Werkstoff kann ebenfalls Stahl eingesetzt werden. Durch die relativ niedrigen Drücke ist dieses jedoch nicht erforderlich.
- *Werkzeug Geometrie:* Beim Stempelumformverfahren muß zum einen die Halbzeugdicke und zum anderen aufgrund der Wanddickenänderung beim Halbzeug ein Werkzeug mit abgestimmten Geometrien eingesetzt werden. Bereiche, die eventuelle Lufteinschlüsse erzeugen, sollten mit entsprechenden Bohrungen zur Entlüftung versehen werden.
- *Maximale Ausformtiefe:* Dieses hängt sehr stark von der Tiefe des Bauteils ab, und ob ein spezieller Rahmen mit Nachführmechanismen eingesetzt wird. Dieses sollte vor Ort beim Kunden geklärt werden.
- *Minimaler Radius:* Abhängig von der Plattendicke, generell liegt dieser bei “2 x Plattendicke”
- *Verarbeitungsschwindigkeit von Curv:* ~1%

Generell ist die Werkzeuggeometrie abhängig von der Komplexität des Bauteils. Relativ kleine bzw. einfache Ausformungen lassen sich ohne Rahmen mit einem positiven und negativen Werkzeug umformen. Große Bauteile mit komplizierten als auch tiefen Ausformungen benötigen generell einen Rahmen, der dem Material zum einen die Möglichkeit gibt „Nachzufließen“, als auch Falten zu vermeiden.

Auch hier bitten wir darum die Bauteile vorab mit dem Hersteller von Curv zu besprechen, da das sich das Halbzeug beim Umformen grundsätzlich anders verhält, wie z.B. glasfaserverstärkte Polymere.

## Beispiele zum Umformen

In den beigefügten Bildern wird ein Schienbeinschonerwerkzeug gezeigt und das daraus geformte Bauteil. Hier ist ersichtlich, dass aufgrund der unkomplizierten Bauteilgeometrie ein Rahmen nicht erforderlich ist.



positives und negatives Werkzeug



Hydraulikpresse mit Werkzeugen bestückt



geformtes Bauteil

In dem unten aufgeführten Lautsprecherbauteil ist das Curv Halbzeug komplett geklemmt, wobei die Ausformung über die Materialdehnung erreicht wird.

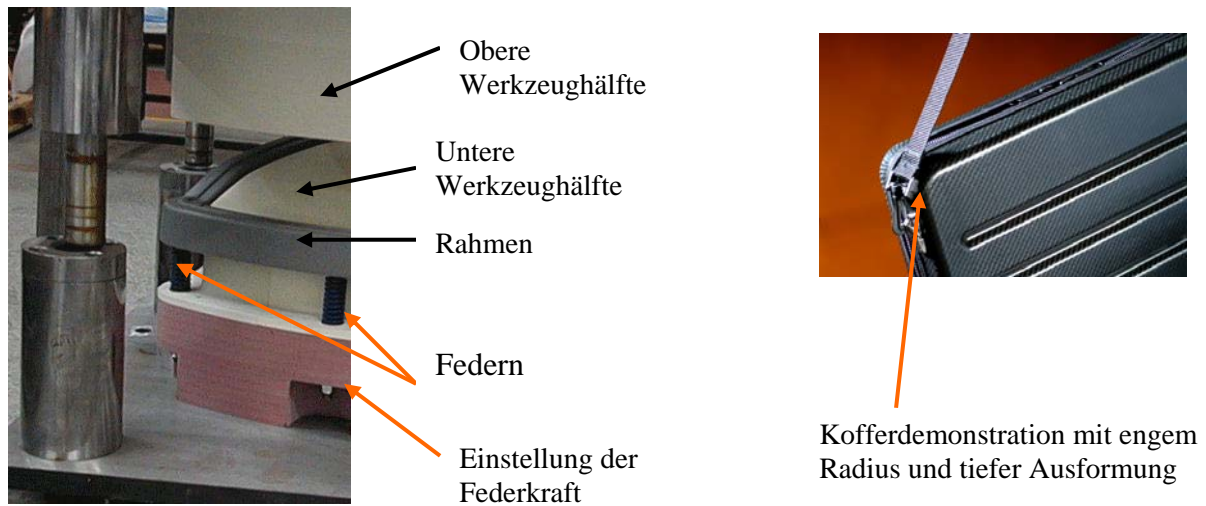


Positives und negatives Aluminiumwerkzeug zur Herstellung von Curv Lautsprechern. Durch Dehnung des temperierten Halbzeugs wird die Ausformung erreicht. Die Bohrungen im untersten Bereich des Lautsprecherwerkzeugs dienen zur schnellen Luftabfuhr während des Umformprozesses.



Der einzelne Lautsprecher wird aus einem Viererverband herausgestanzt.

Die maximale Dehnung der Curv Platte unter Ausformtemperatur liegt bei ca. 50 %. Für Bauteile mit größerer Ausziehtiefe wird ein flexibler Rahmen benötigt, der dem Material die Möglichkeit gibt entsprechend nachzufließen. Sehr tief ausgezogene Teile wie z.B. eine Kofferhalbschale benötigen ein Rahmensystem mit Federn wie auf dem unten aufgeführten Bild ersichtlich.



## Zusammenfassung der Umformparameter

- *Druck:* Relativ niedriger Druck, der im Bereich von 15 - 30 bars (150 - 300 N/mm<sup>2</sup>, 217 - 435 psi) liegt.
- *Werkzeugtemperatur:* Die optimale Werkzeugtemperatur liegt bei ca. 60°C. Niedrigere Temperaturen bewirken ein Einfrieren der Matrix noch vor Beendigung des Umformprozesses.
- *Rahmensystem:* Je nach Bauteilgeometrie kann ein starrer als auch flexibler Rahmen verwendet werden. Bei hohen Auszieftiefen ist der flexible Rahmen mit Nachführmechanismus zu bevorzugen, da dieser dem Material die Möglichkeit gibt während des Umformprozesses entsprechend nachzufließen.
- *Umform-oder Schliessgeschwindigkeit:* 30 – 50 mm/s
- *Zykluszeiten:* Die Zykluszeiten sind natürlich abhängig von der Bauteilgeometrie und der Materialstärke. In der Regel sind Zykluszeiten (Umformung u. Kühlung) von < 60 Sekunden zu erzielen. Die Aufheizzeit ist hier nicht berücksichtigt, da dieser Prozess in der Regel innerhalb der Produktion automatisiert ist.
- *Entnahme des Bauteils:* Die Temperatur des Bauteils bei Entnahme aus dem Werkzeug sollte bei < 60°C liegen (siehe Werkzeugtemperatur). Höhere Temperaturen wie z.B. bei 90°C bewirken Eigenspannungen und somit Verzüge im Bauteil bei Abkühlung auf Raumtemperatur.



### Alternatives Umformverfahren:

Ein alternatives Umformverfahren ist das sog. Diaphragma-Verfahren.

Bei diesem Verfahren wird das Curv Halbzeug zwischen zwei Diaphragmen aus Elastomeren (z.B. Silikon) unter Vakuum eingespannt und mittels einer Kontaktheizung bis auf Umformtemperatur aufgeheizt. In der Umformstation wird unter einem Druck von ca. 8 bar (höhere Drücke sind ebenfalls möglich) das Halbzeug in einem negativen Werkzeug umgeformt.

Dieses Verfahren zeichnet sich durch geringe Anlagenkosten, kurze Zykluszeiten und hohe Flexibilität aus.

## **Laminieren von Curv mit anderen Werkstoffen**

Curv kann ebenfalls mit anderen Werkstoffen verbunden werden, um spezielle Eigenschaften zu erreichen. Als Beispiel seien hier genannt.

### **Curv/ ePP Schaum (expandiertes Polypropylen)**

Curv kann mit ePP Schaum direkt beim Stempelumformverfahren ohne Einsatz eines Klebers miteinander verbunden werden.

Folgende Einstellungen werden hierzu benötigt:

- Das Curv Halbzeug als auch der ePP Schaum werden zusammen in einem Verbund auf ca. 170°C aufgeheizt. Nach Erreichung von ca. 140-150°C in der Fuge zwischen Curv und ePP Schaum wird die Oberfläche des Schaums leicht angeschmolzen, welches in einen festen Verbund resultiert.
- Die Curv Platten als auch der ePP Schaum sollten in einem Rahmen gehalten werden. Die Werkzeugtemperatur sollte bei ca. 30°C liegen.
- Bei sehr einfachen Bauteilgeometrien können flache ePP Platten verwendet werden.
- Bei komplexeren Strukturen sollte die ePP-Platte entsprechend des Bauteils vorgeformt sein.



Curv/ePP Schaum Laminat mit leichter Rippenverstärkung hergestellt in einem Prozess (one shot process)

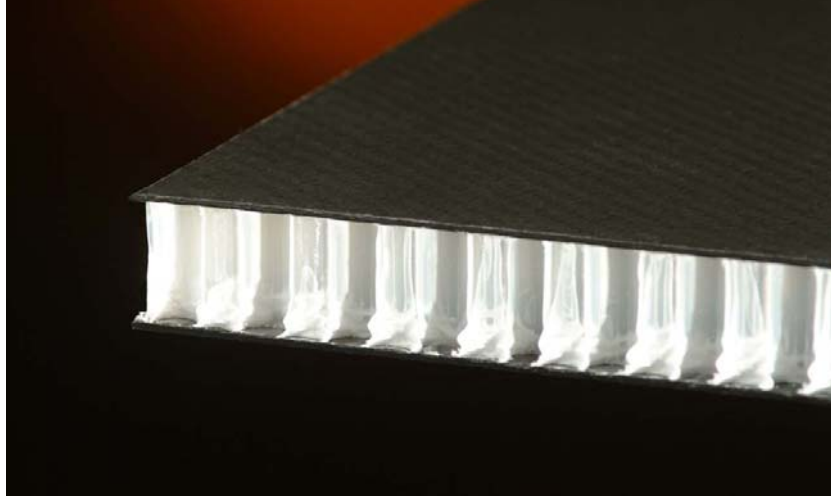


Curv/ePP Schaum Laminat mit komplexerer Geometrie (Kanten sind werkzeugbedingt komplett verpresst)

### **Curv / Wabenstruktur Verbund (auf Basis PP, Papier und Aluminium)**

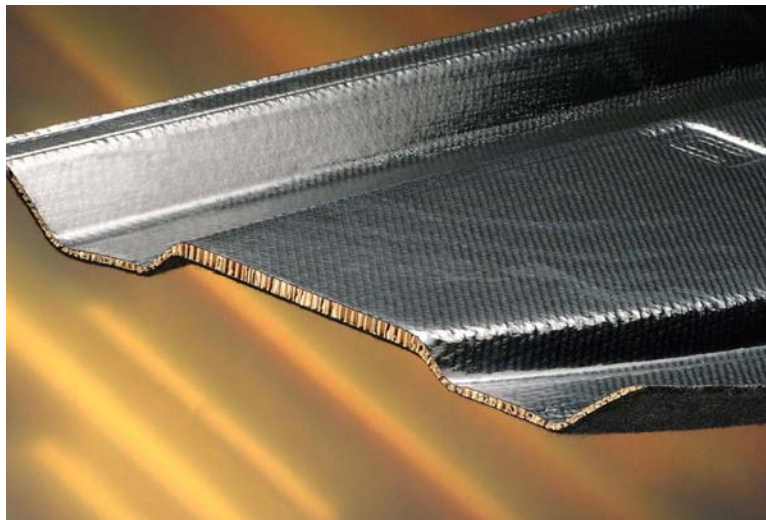
Curv verbunden mit Wabenstrukturen aus verschiedenen Werkstoffen bieten eine extrem hohe Steifigkeit bei gleichzeitig niedrigem Gewicht.

Die Curv Deckschichten werden mittels Kleber auf die Wabenstruktur aufgebracht. Dies kann entweder mit kontinuierlichen Flachbettlaminieranlagen, Doppelbandpressen oder Statikpressen erfolgen. Curv als Außenschicht verbunden mit Wabenstrukturen lassen sich nur in sehr einfachen Geometrien umformen.



Curv / PP Wabenstruktur verbunden mit einem Hot Melt

An dem unten gezeigten Bild ist ein Curv/Papierwabenverbund als Hutablage umgeformt. Der komplette Aufbau ist zuerst in einer beheizten Presse aufgeheizt worden und im nachfolgenden Umformprozess komplett miteinander verbunden worden. Die im Verbund eingesetzte Hot Melt Folie ermöglicht einen optimalen Verbund zwischen Curv und Papierwabe.



Curv mit Papierwabe in einem Prozessschritt verbunden und umgeformt.

## **Oberflächenvorbehandlung von Curv**

Da Curv zu 100% aus Polypropylen besteht, ist dieser Werkstoff unpolar und lässt sich somit schlecht verkleben oder verbinden. Um die Oberfläche besser zu benetzen, und somit besser verkleben zu können, ist es in vielen Fällen sinnvoll den Werkstoff einer Corona- oder Plasmabehandlung zu unterziehen. Curv besitzt ohne Vorbehandlung eine Oberflächenspannung von unter 28 mN/m (dyn). Durch eine Coronabehandlung wird diese auf ca. 48 mN/m (dyn) erhöht, und ergibt somit einen relativ guten Wert. Eine Plasmabehandlung erbringt eine optimale Oberflächenspannung von 72 mN/m (dyn), welche als sehr gut zu bezeichnen ist.

Eine weitere Möglichkeit die Curvoberfläche polar zu gestalten besteht darin, entsprechende coextrudierte oder laminierte Folien beim Kompaktieren mit aufzubringen.

## **Oberflächenveredelung von Curv**

### **Lackieren**

Beim Lackieren sollte die Oberfläche ebenfalls vorbehandelt werden. Diese kann einerseits mit den bekannten Verfahren (Corona, Plasma) erfolgen oder aber durch Einsatz eines Primers. Dieser dient als Haftvermittler zwischen Lack und Curv. Beim Lackieren haben sich die PUR-Lacke bewährt, wo in verschiedensten Versuchen eine „Class A“ Oberfläche erreicht wurde, und sämtlichen Anforderungen entsprach.

### **Carpeting**

Im Automobilbereich und speziell im Interieurbereich wird immer wieder Teppich (Tuftware oder Nadelvlies) basierend auf Polypropylen eingesetzt. Diese Teppiche lassen sich mit entsprechenden Hot Melts oder Pulverbeschichtung relativ einfach auf Curv aufbringen. Hier bietet sich ebenfalls das „One Shot“-Verfahren an, wo der Teppich direkt im Werkzeug beim Umformprozess mit dem Curv Material verbunden wird.

## Funktionelle Oberflächen, Farben und Strukturen

### Oberflächenmodifizierung

Da Curv aus 100%PP besteht und dadurch eine unpolare Oberfläche darstellt, besteht die Möglichkeit sogenannte coextrudierte Folien beim Kompaktierprozess mit aufzubringen. Als Beispiel sei hier genannt eine Kombination aus PP/PET oder PP/TPU. Durch die Kombination mit PP läßt sich fast jede Kunststofftype auf die Curv Oberfläche aufbringen. Dadurch, daß somit eine polare Oberfläche entsteht, lassen sich fast alle klassischen Klebersysteme anwenden.

### Farben

Die Standardfarben sind schwarz und transparent. Durch die Einbringung von farbigen Folien zwischen den transparenten Gewebelagen lassen sich nahezu alle Farben darstellen, wobei die Gewebestruktur erhalten bleibt.



## **Oberflächenstrukturen**

Durch die Einbringung von Strukturgebern an der Außenseite der Curv-Schicht beim Kompaktieren lassen sich interessante Effekte erzielen. Dieser Effekt kann z.B. eine sog. „Anti-Slip“-Ausrüstung sein.



## **Klebe- / Fügemethoden**

### **Kleber**

Aufgrund der Vielzahl der Klebertypen, die auf dem Markt erhältlich sind, ist es schwierig für den jeweiligen Einsatz eine entsprechende Type zu benennen. Dieses ist stark vom den jeweiligen Substraten abhängig und sollte vorab mit der Entwicklungsabteilung von Curv abgesprochen werden. Bitte wenden Sie sich direkt an die aufgeführten Kontakte.

### **Vibrations- und Ultraschallschweißen**

Als weitere Fügemethoden kommt das Ultraschall- als auch das Vibrationsschweißen zum Tragen. Mit diesen Verfahren lassen sich viele Werkstoffe mit Curv in sehr kurzen Schweißzeiten verbinden. Gerade das Ultraschallschweißen eignet sich zum Anbringen funktioneller Teile in sehr kurzen Taktzeiten.

## **Weitere Verfahren**

### - Laserschweißen

Das Laserschweißen ist eine weitere Methode um Curv mit Curv als auch anderen Werkstoffen zu verbinden. Hierbei ist aber zu beachten, daß ein Schweissbauteil transparent ausgeführt ist, da schwarze Bauteile den Laserstrahl absorbieren und somit keine Wirkung erzielt wird.

### - Heizelementstumpfschweißen

Diese Schweissverfahren ermöglicht es zwei Curv Bauteile gegen ein Heizelement jeweils einseitig aufzuheizen, bis die Plastifizierung hinreichend durchgeführt ist. Die Fügeiteile werden danach gegeneinander gedrückt.

### - Abkantschweißen

Beim Abkantschweißen wird das Heizelement mit einem Spitzenwinkel von etwa 70° bis zu dreiviertel der Plattendicke in das Fügeiteil gedrückt und nach der Anwärmzeit wieder entfernt. Die Platte wird dann in den gewünschten Winkel abgekantet. Curv lässt sich nach diesem Verfahren hervorragend „kanten“.

## **Schneidmethoden**

### **Wasserstrahlschneiden**

Das Wasserstrahlschneiden ermöglicht einen sehr sauberen Schnitt, wenn bestimmte Parameter eingehalten werden.

Einstellungsparameter:

Düsendurchmesser: 0.15 - 0.2 mm

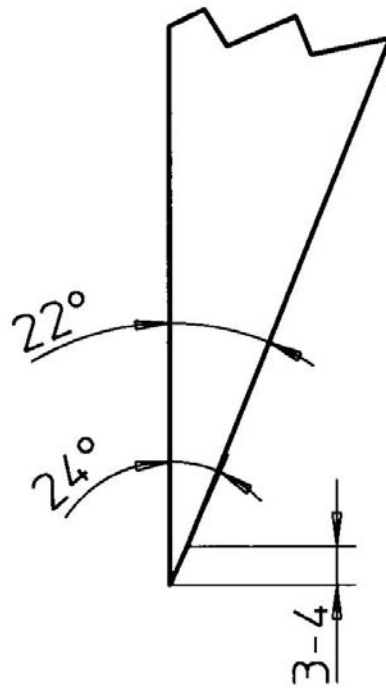
Wasserdruck: 3300-3800 bar

Schneidgeschwindigkeit: abhängig von der Dicke des Materials, sollte  
sollte aber mit 200 mm/s beginnen

## Stanzen

Die Klinge sollte einen Anfangswinkel von  $22^\circ$  aufweisen und auf den letzten 3 – 4 mm auf  $24^\circ$  erhöhen (siehe Skizze).

Um einen optimalen Schnitt zu erzielen ist ein Hochleistungsschnellstahl (HSS) einzusetzen. Als Beispiel sei hier die Marke „Duritan“ der Fa. Klingenberg genannt.



Skizze Schliffwinkel



## Sägen

Für ein sauberes Schnittbild beim Schneiden von Curv sind folgende Einstellungen zu beachten:

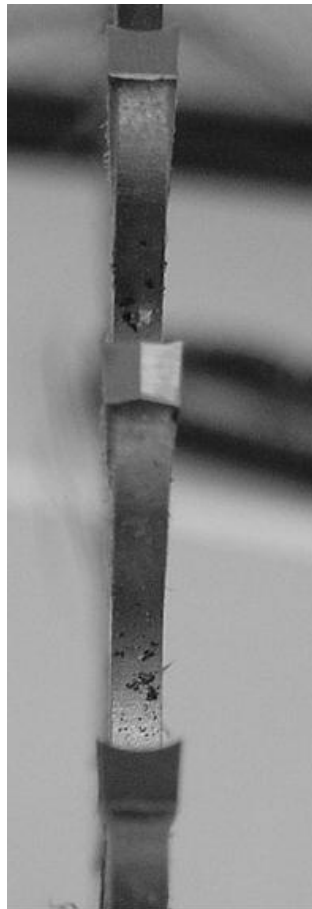
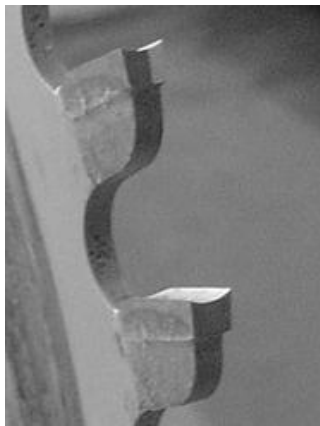
Sägeblattdurchmesser: 220 mm

Anzahl der Zähne: 42

Umdrehungen: 3000 U/min

Zahnstellung: 5 – 8°

Beschreibung: Hochgeschwindigkeitssägeblatt mit „DH Zähnen“



### Hersteller:

H.O. Schuhmacher + Sohn GmbH&Co KG  
Auf dem Knapp 35  
D-42855 Remscheid  
Germany

Tel.: +49 / 2191 / 3640-0  
Fax: +49 / 2191 / 3640-40

### Fräsen

Da bei Curv die Bändchenstruktur innerhalb der Konstruktion erhalten bleibt sind beim Fräsen die folgenden Parameter einzustellen:

Schruppfräsen:

- Fingerfräser / Durchmesser: 3 mm
- Vorschub: 1 m/min
- Drehzahl: 15.000 U/min
- luftgekühlt

Schlichtfräsen:

- Fingerfräser / Durchmesser: 3 mm
- Vorschub: 0,75 m/min
- Drehzahl: 15.000 U/min
- luftgekühlt

### Contact Information

Propex Fabrics GmbH  
Düppelstrasse 16  
D - 48599 Gronau  
Germany

Tel.: +49 2562 77-0  
Fax: +49 2562 77-422

E-Mail: [info@curvonline.com](mailto:info@curvonline.com)  
Website: [www.curvonline.com](http://www.curvonline.com)