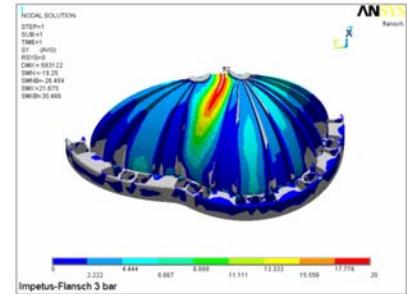


## Strukturmechanische Simulation im Überblick - Teil 1

Bereits in der frühen Entwicklungsphase wird die Produktentwicklung heute mit einer Reihe von Programmsystemen zur strukturmechanischen FEM-Berechnung hervorragend unterstützt. Teilweise sind diese Programmsysteme in den CAD-Programmen implementiert und sollen dem Konstrukteur eine einfache Überprüfung seiner Konstruktion ermöglichen. Realitätsnahe Berechnungsergebnisse des Werkstoffverhaltens von belasteten Kunststoffbauteilen erhält jedoch nur derjenige, der neben dem bloßen Vernetzen der Geometrie und dem Aufbringen der Randbedingungen die richtigen Materialmodelle auswählt. Das Wissen um das zu verwendende Materialmodell, die dazu notwendigen Werkstoffkennwerte als auch das anzuwendende Auslegungskriterium in Bezug auf den jeweiligen zu betrachtenden Lastfall ist entscheidend für die Aussagekraft der Ergebnisse.



Voraussetzungen für eine realitätsnahe FEM Simulation sind die Auswahl der richtigen Materialmodelle und eine hohe Praxiserfahrung

( Grafik: Impetus Plastics Engineering )

Die IMPETUS verfügt aufgrund der mehrjährigen Erfahrung von strukturmechanischen Berechnungen von Kunststoffbauteilen nicht nur über eine Vielzahl von Materialkennwerten, sondern auch über das Know-how für die jeweiligen Anforderungen an die Berechnung den passenden Ansatz auszuwählen.

### Linear-elastisch bei kleinen Verformungen

Der im Bereich der Metalle häufig angewendete Ansatz eines linear-elastischen Materialmodells kann auch bei Kunststoffen angewendet werden. Hierbei werden dem Berechnungsprogramm für den Werk-

### Voraussetzungen für eine aussagekräftige und wirtschaftliche Simulation:

- Erstellung belastungsgerechter Geometrie-Netze
- Ermittlung aktueller Materialkennwerte
- Festlegung anwendungsgerechter Materialmodelle
- Festlegung passender Auslegungskriterien zur sicheren Ergebnisinterpretation
- Nutzung von Erfahrung in der Simulation von Kunststoffkomponenten

stoff lediglich der E-Modul als Proportionalitätsfaktor zwischen Spannung und Dehnung und die Querkontraktionszahl angegeben. Dadurch wird ein linearer Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung implementiert, die Verformungen sind dabei

elastisch (reversibel). Dieser Ansatz findet seine Anwendung vor allem bei der Simulation von glasfaserverstärkten Kunststoffen und bei der Erwartung von kleinen Verformungen (Dehnungen). Dieser Ansatz kann unter der Verwendung temperaturabhängiger E-Moduli auch für die Berechnung bei höheren oder niedrigeren Temperaturen herangezogen werden.

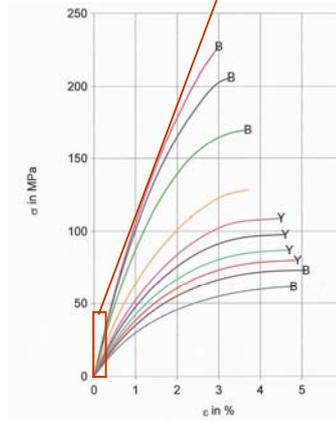
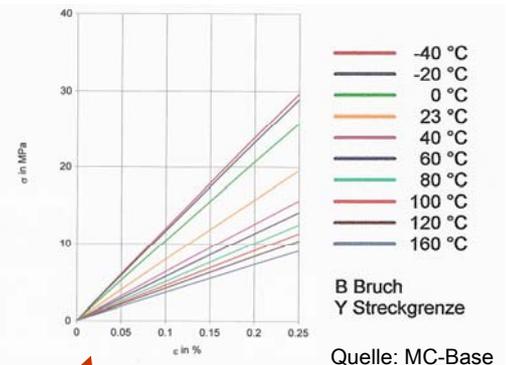
### ***Nicht-linear-elastisch bei großen Verformungen***

Wird der Kunststoff allerdings bis in den plastischen Bereich hinein belastet, so ist die komplette Eingabe des für Kunststoffe typische Spannungs-Dehnungs-Diagramm erforderlich. Hierbei bilden die Belastungszustände in jedem Element des FEM-Netzes jeweils einen Punkt im Spannungs-Dehnungs-Diagramm ab. Im Vergleich zum linear-elastischen Materialmodell steigen dabei die berechneten Dehnungen an, während die Spannungen in der Berechnung abnehmen. Auch diese Materialkennwerte werden genauso wie der Elastizitätsmodul aus dem einachsigen Zugversuch ermittelt und können ebenfalls eine Temperaturabhängigkeit beinhalten. Durch die Verwendung eines solchen Materialmodells

können sich ebenfalls die nach der Belastung noch vorhandenen plastischen Anteile der Verformung darstellen lassen.

#### **Linear-elastisches Werkstoffverhalten**

- Linearer Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bei sehr kleinen Verformungen
- Messung im Kurzzeitzugversuch
- Verwendung bei erwarteten **kleinen Verformungen**



#### **Nicht-lineares Werkstoffverhalten**

- Hinterlegung einer vollständigen Spannungs-Dehnungskurve
- Messung im Kurzzeitzugversuch
- Verwendung bei erwarteten **größeren Verformungen**

### **Weitere Themen der Inside**

**1 2006**

- Kaskadenspritzguss jetzt neu in der vollständigen 3D Simulation verfügbar

Dieses ist ein Artikel unseres Newsletters *Inside*, mit dem wir regelmäßig über interessante Themen rund um die Produktentwicklung informieren. Wenn Sie noch kein Abonnent sind und in den Verteiler aufgenommen werden möchten, senden Sie uns bitte eine E-Mail oder melden sich auf unserer Homepage an. Wir nehmen Sie gerne in unseren Verteiler auf.

Wenn Sie mehr über die Impetus erfahren möchten, besuchen Sie unsere Homepage oder rufen uns einfach an!

**more:** [www.impetus-engineering.de](http://www.impetus-engineering.de)

**Impetus  
Plastics Engineering  
GmbH**

Mostardstr. 22  
52062 Aachen  
Telefon +49 241 93 83 1- 0  
Telefax +49 241 93 83 1 - 25  
Info@impetus-engineering.de  
www.impetus-engineering.de

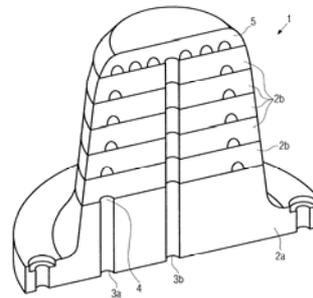
**Ansprechpartner**

Dipl.-Ing. Hans– Dieter Plum  
Tel.: +49 241 93 83 1- 15  
hd.plum@impetus-  
engineering.de

## „Lasern + Löten“ - das neue Verfahren zur Herstellung optimaler Kühlkanäle

*Impetus und Contura MTC kombinieren Direktes Laserformen mit Contura® -System*

„Lasern + Löten“ ist ein neues, zum Patent angemeldetes Verfahren der Impetus Plastics Engineering gemeinsam mit der Contura MTC GmbH zur Fertigung von konturnahen Kühlkanälen. Hierbei wird ein lasergeformter



„Lasern + Löten“ für eine erhebliche Qualitäts- und Produktivitätssteigerung bei gleichzeitiger Zykluszeitreduzierung bzw. Verzugsminimierung und Kostenreduktion von konturnahen Kühlkanälen (Zeichnung: Impetus Plastics Engineering und Contura GmbH)

mit einem gelöteter Kühlkanaleinsatz gekoppelt und so die optimale Werkzeugkühlung mit einer kostenoptimierten Herstellung kombiniert. Die thermische Werkzeugauslegung ist seit langem ein Schwerpunktthema der Impetus Plastics Engineering. Mit der neuen Verfahrenskombination „Lasern + Löten“ können die Ergebnisse der thermischen Werkzeugauslegung jetzt wirtschaftlich in eine optimale Werkzeugkühlung - ohne eine größenmäßige Beschränkung - umgesetzt werden.

### Optimale Kühlung mit thermischer Werkzeugauslegung

Eine gute Bauteilqualität bei niedriger Zykluszeit wird bei einer optimal ausgelegten Werkzeugkühlung erreicht. Mit der thermischen Werkzeugauslegung wird die Temperaturverteilung in der Kavität und im Werkzeug mit allen Details wie Schiebern, Auswerfern, Kühlkanälen oder vorhandenen Einlegeteilen berechnet. Es werden die kritischen Bereiche des Formteils erkannt und können in der Werkzeugbaukonstruktion berücksichtigt werden. Geringfügige Änderungen zeigen hierbei oft schon große Effekte. Die Impetus Plastics Engineering

### Nutzen von Lasern + Löten

- Maximale Wirtschaftlichkeit durch konturnahe Kühlung - optimierte Zykluszeit, minimierter Verzug
- Optimal flexible Gestaltung der Kühlkanäle
- Keine Größenbeschränkung
- Konturfolgende Temperierung auch bei stark gekrümmten Flächen

besitzt das Know-how, Ihnen die möglichen Maßnahmen aufzuzeigen, die zur optimalen Kühlung des Werkzeugs führen, und diese wirtschaftlich zu bewerten. So können auf Basis der thermischen Werkzeugauslegung Temperaturdifferenzen an der Formteileroberfläche durch unterschiedlich gekühlte Werkzeugbereiche mit Maßnahmen wie anders positionierte oder konturangepasste Kühlkanäle minimiert werden.

### **„Lasern + Löten“ verbindet Vorteile von Direktem Laserformen und Contura®-System**

Mit dem Direkten Laserformen können fast beliebig komplexe konturnahe Kühlkanäle, komplexe Strukturen in Werkzeugeinsätze oder komplette, komplexe Werkzeuge direkt aus dem 3D-CAD-Modell Schicht für Schicht aufgebaut werden. Geometrien, die sonst nur sehr schwer herstellbar waren, können so in kürzester Zeit bei Einsatz von Serienwerkstoff realisiert werden. Edelstahl, Warmarbeitsstahl, Aluminium und Titan sind nur einige der möglichen Metalle, die eingesetzt werden können. Jedoch ist ein lasergeformter Kühlkanal nicht für alle Bereiche des Formnests die wirtschaftlichste Alternative. Zudem unterliegen mit Direktem Laserformen gefertigte Strukturen gewissen Größenbeschränkungen.

Mit „Lasern + Löten“ können nun die weniger komplexen Bereiche der konturnahen Kühlung mit dem Contura®-System und die hochkomplexen Bereiche mit dem Direkten Laserformen gefertigt und gekoppelt werden. Dies bewirkt eine wirtschaftlichere Fertigung der Kühlkanäle und gleichzeitig eine Aufhebung der Größenbeschränkung auch bei komplexen Kühlkanälen.

### **Impetus berechnet und liefert konturnahe Kühlungen**

„Mit der neuen Verfahrenskombination sind wir in der Lage, unseren Kunden einen erheblichen Mehrwert im Bereich der thermischen Werkzeugauslegung zu bieten.“ Wir legen für Sie das Werkzeug thermisch aus und setzen als offizieller Vertriebspartner für Direktes Laserformen und Patentanmelder von „Lasern und Löten“ die Berechnung direkt in optimierte, konturnahe Kühlungen um.

#### **Direktes Laserformen**

Beim Direkten Laserformen wird reines Metallpulver ohne Bindemittel auf einer temperierten Trägerplatte aufgebracht und zu einem praktisch porenfreien Werkstück verschmolzen. Ein Laser schmilzt dazu die Pulverschicht entsprechend der berechneten Fläche schichtweise mit einer Dicke wahlweise zwischen 30 und 100 µm auf. Benachbarte Schmelzespuren und aufeinander liegende Schichten werden dabei miteinander verschweißt.

#### **Contura®-System**

In der Konstruktionsphase wird der Werkzeugeinsatz in verschiedene Ebenen aufgeteilt. Separate Kreisläufe können so der Kontur folgend eingebracht werden. Mit einem geeigneten Lötverfahren werden die verschiedenen Ebenen wieder vollflächig zusammengebracht.

## **Weitere Themen der Inside**

**2 2006**

- Strukturmechanische Simulation im Überblick – Teil 2

Dieses ist ein Artikel unseres Newsletters *Inside*, mit dem wir regelmäßig über interessante Themen rund um die Produktentwicklung informieren. Wenn Sie noch kein Abonnent sind und in den Verteiler aufgenommen werden möchten, senden Sie uns bitte eine E-Mail oder melden sich auf unserer Homepage an. Wir nehmen Sie gerne in unseren Verteiler auf.

Wenn Sie mehr über die Neering erfahren möch-

**more:** > [www.impetus-engineering.de](http://www.impetus-engineering.de)

Impetus Engineering, besuchen

© Impetus Plastics Engineering GmbH