

Karosserieteile moderner PkWs unterliegen immer kürzeren Entwicklungszyklen, die nur durch simultanes Arbeiten in allen Entstehungsphasen erreicht werden.

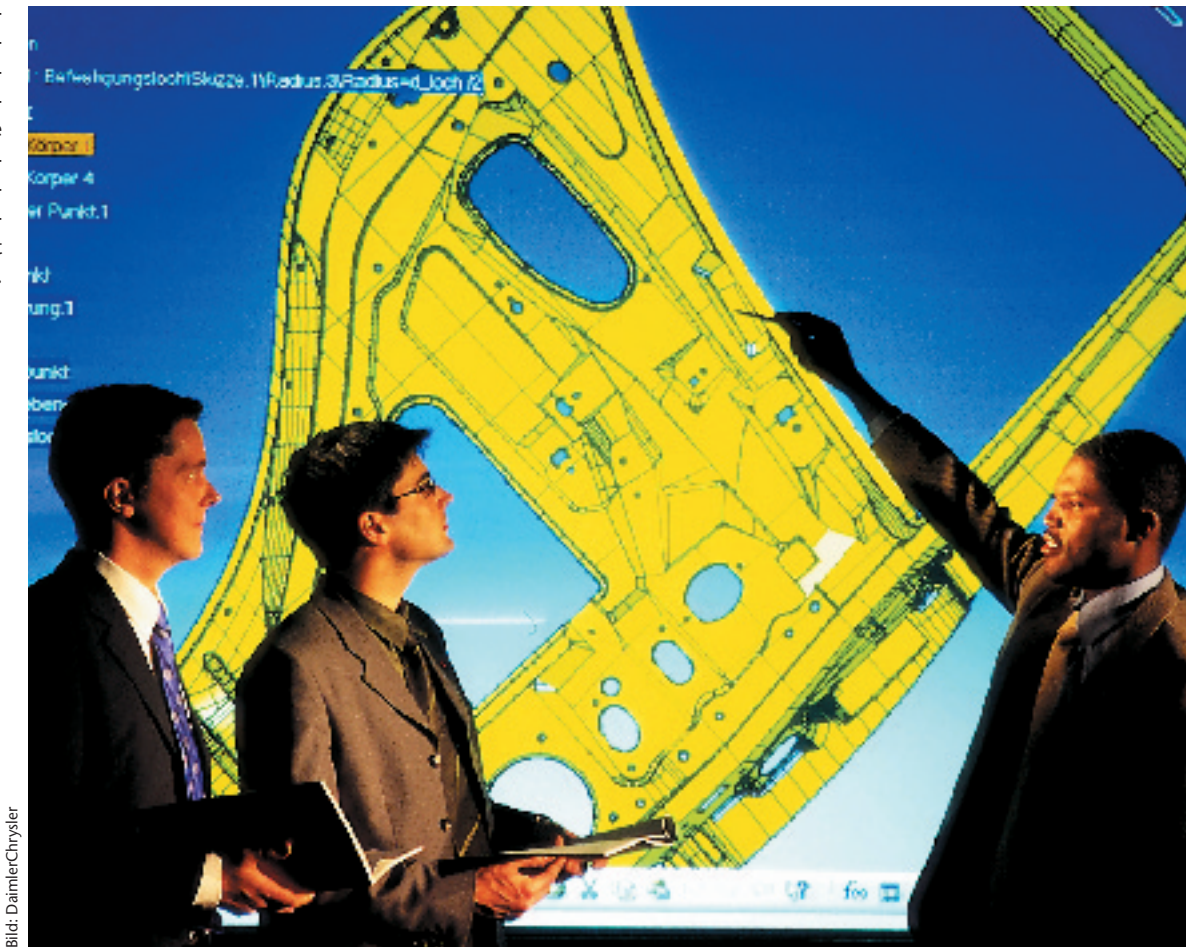


Bild: DaimlerChrysler

Geschwindigkeitsrausch

Die schnelle Produktentwicklung von Karosserieformteilen mit Simulationstechnik

THOMAS SCHÖNBACH, VOLKER STEININGER UND WALDEMAR KUBLI

Mit der Entwicklung der Computertechnik und dem Einsatz der verschiedensten CA-Techniken im Automobilbau hat sich auch die Umformsimulation innerhalb der letzten Jahre als Hilfsmittel bei der Entwicklung und Fertigungsplanung von Karosserieteilen etabliert. Man unterscheidet

Thomas Schönbach, Dr. Volker Steininger und Dr. Waldemar Kubli sind Mitarbeiter der Autoform Engineering GmbH in CH-8005 Zürich. Weitere Informationen: Dr. Volker Steininger, Tel. (00 41-43) 4 44 61 02, volker.steininger@autoform.ch

heute grundsätzlich die Einschrittverfahren und die inkrementellen Verfahren.

In der Konzeptphase der Fahrzeugentwicklung und in der Karosseriekonstruktion kommen überwiegend die Einschrittverfahren zum Einsatz (Bild 1). Diese Verfahren simulieren die Umformung vom ebenen Blechzuschnitt in das fertige Bauteil in einem Schritt und ermöglichen, die Herstellbarkeit während der Konzeptentwicklung und Konstruktion abzusichern. Als Eingabedaten kommen sie neben den Werk-

stoffkennwerten mit der Geometrie des Blechbauteils aus; der Einfluss der Ankonstruktion und des Blechalters wird durch Rückhalterkräfte modelliert. Als Ergebnisse liefern sie unter anderem die Verteilung der Blechdicke und der Kaltverfestigung auf der Bauteilgeometrie sowie Aussagen bezüglich Materialversagen bei der Umformung. Ein entscheidender Vorteil ist die äußerst kurze Rechenzeit im Sekunden- bis Minutenbereich. Somit lassen sich schon auf Basis der Bauteilgeometrie konstruktionsbegleitend Aussagen über

die Herstellbarkeit machen. Zudem führt die Berücksichtigung der Dickenverteilung und Kaltverfestigung aus der Umformung zu einer verbesserten Voraussage des Crashverhaltens und anderer Eigenschaften des fertigen Bauteils.

Selbst komplexe Phänomene sind exakt vorhersagbar

Im Gegensatz zu den Einschrittverfahren bilden die inkrementellen Verfahren den gesamten Umformprozess in allen Operationen eins zu eins ab, vom ebenen Blechzuschnitt bis zum fertigen Karosserieteil (Bild 3). Inkrementelle Verfahren sind in der Lage, alle nichtlinearen Effekte wie der wechselnde Kontakt mit den Werkzeugen, die Reibung und die sich ändernde Materialbeanspruchung zu berücksichtigen. Dies ist auch Voraussetzung, um komplexe Phänomene wie zum Beispiel Faltenbildung und Rückfederung genau vorhersagen zu können. Für die inkrementelle Simulation muss eine CAD-Beschreibung aller Aktivflächen der Umformwerkzeuge vorliegen. Des Weiteren sind wesentliche Prozessparameter wie Schmierung, Betrag und Einleitung der Blechhalterkräfte, Gravitation, Zuschnitt und Lage der Platine im Werkzeug sowie die Werkzeugkinematik zu berücksichtigen. Inkrementelle Verfahren werden vorwiegend im Prototypen- und Werkzeugbau eingesetzt und ermöglichen, die Herstellung eines Blechteils in allen notwendigen Umform- und Beschnittoperationen abzusichern.

Einen entscheidenden Einfluss auf Entwicklungszeit und -kosten hat der Zeitpunkt, zu dem fertigungstechnisch bedingte Änderungen in die Bauteilkonstruktion eingebracht werden. Je früher dies geschieht, um so geringer sind die damit verbundenen Kosten. Daher macht es Sinn, die umformtechnische Analyse der Herstellbarkeit der Blechteile kon-

struktionsbegleitend zu betreiben und damit so früh wie möglich zu beginnen. Mit dem Einschrittverfahren AutoForm-OneStep erhält der Konstrukteur innerhalb weniger Minuten Aussagen bezüglich Blechdickenverteilung, Rissen und Falten in seinem ersten Konstruktionsentwurf (Bild 1). Neben der eigentlichen Analyse erlaubt diese Software, die Bauteilgeometrie in den Bereichen mit Materialversagen zu ändern und sofort wieder auf die Umformbarkeit hin zu überprüfen. Somit wird für die Machbarkeitsanalyse der zeitaufwendige Weg über Schnittstellen zum CAD-System vermieden und erst nach Abschluss der Variantenberechnungen die dann fertige Geometrie übergeben. Gemeinsam mit dem Werkzeugbauer ist jetzt auch schon eine erste Analyse und Optimierung der Bauteilgeometrie bezüglich des Beschnitts möglich (Bild 1).

Konstruktion bezüglich der Herstellbarkeit optimieren

Ein weiterer Vorteil der Software ist die vollständige Parametrisierung der vorgenommenen Geometrieänderungen. Durch Optimierung der Parameter kann die Bauteilgeometrie im Zusammenspiel mit AutoForm-Optimizer, einem integrierten numerischen Optimierer, automatisch den umformtechnischen Anforderungen angepasst werden. Damit hat der Fahrzeugkonstrukteur, welcher in der Regel kein detailliertes umformtechnisches Wissen mitbringt (und für den Einsatz von Einschrittverfahren auch nicht benötigt), ein effektives Werkzeug in der Hand, um seine Konstruktion bezüglich der Herstellbarkeit zu optimieren. Resultat eines solchen Optimierungsprozesses ist eine Bauteilgeometrie mit weitgehend abgesicherter Machbarkeit für das jeweils eingesetzte Mate-

rial. Parallel zur Machbarkeitsanalyse können mit AutoForm-OneStep bereits Aussagen zum Materialeinsatz und damit zu den Materialkosten für das Bauteil gemacht und gegebenenfalls diesbezügliche weitere Optimierungsschleifen angestoßen werden (Bild 1).

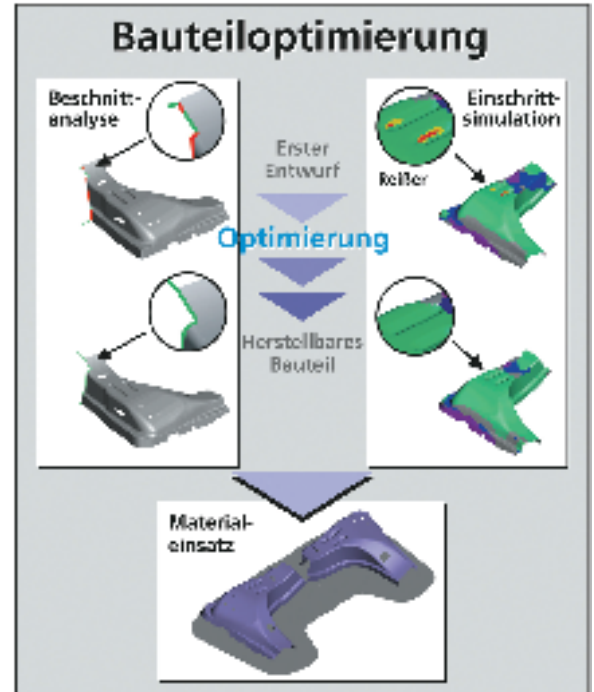


Bild 1: Optimierung eines Blechteils in Bezug auf die Herstellbarkeit mit Hilfe integrierter Softwaremodule für die geometrische Beschnittanalyse, Umformanalyse und Minimierung des Materialeinsatzes.

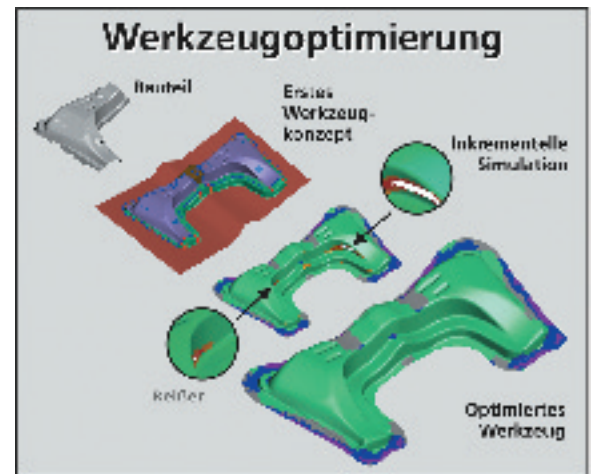


Bild 2: Ausgehend von der Bauteilgeometrie wird innerhalb weniger Minuten ein erstes Werkzeugkonzept erstellt und mit dem integrierten inkrementellen Solver überprüft.

rial. Parallel zur Machbarkeitsanalyse können mit AutoForm-OneStep bereits Aussagen zum Materialeinsatz und damit zu den Materialkosten für das Bauteil gemacht und gegebenenfalls diesbezügliche weitere Optimierungsschleifen angestoßen werden (Bild 1).

Für Außenhautteile des Fahrzeugs mit höchsten Anforderungen an die Teilequalität genügt die Aussagekraft der Einschrittverfahren nicht. Dann ist es notwendig, auch schon in die

FAZIT

- Die Entwicklung einer Karosserie für einen modernen Pkw ist von immer kürzeren Entwicklungszyklen gekennzeichnet
- Schnelligkeit ist nur durch simultanes Arbeiten im Prototypenbau, im Werkzeugbau und in der Fertigung zu erreichen

Konstruktion bezüglich der Herstellbarkeit zu optimieren. Resultat eines solchen Optimierungsprozesses ist eine Bauteilgeometrie mit weitgehend abgesicherter Machbarkeit für das jeweils eingesetzte Mate-

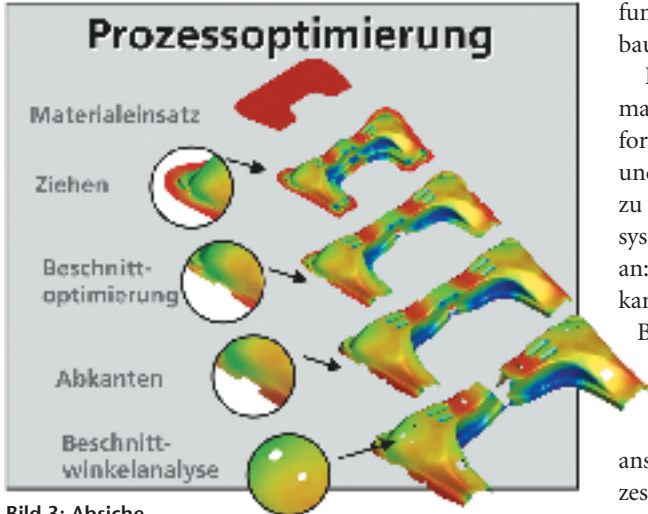


Bild 3: Absicherung der Herstellbarkeit eines Blechteiles über den kompletten Werkzeugsatz mit Hilfe der inkrementellen Umformsimulation.

ser frühen Phase der Karosserieentwicklung inkrementelle Verfahren der Umformsimulation einzusetzen. Mit Spezialsystemen für die Methodenplanung wie AutoForm-DieDesigner wird die dazu notwendige Geometrie der Umformwerkzeuge ausgehend von der Bauteilgeometrie innerhalb weniger Minuten erstellt und anschließend eine inkrementelle Umformsimulation gestartet. Die Voraussetzung ist dabei die Zusammenarbeit von Teilekonstrukteur und Methodenplaner, weil die Erstellung der Werkzeuggeometrie auch mit Hilfe dieser Spezialsysteme

fundierte Kenntnisse im Werkzeugbau erfordert.

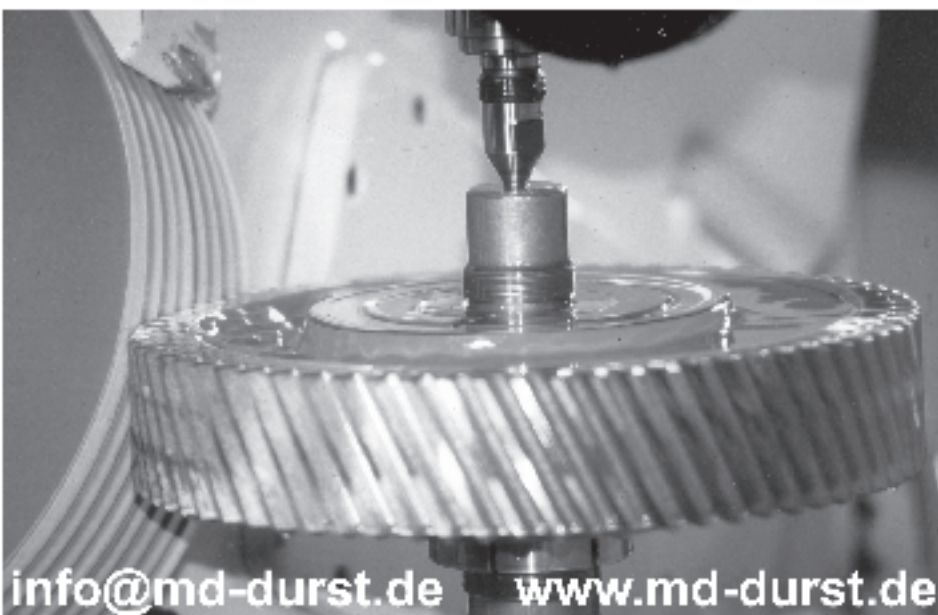
Besonders im Prototypenbau ist man darauf angewiesen, die Umformwerkzeuge möglichst schnell und kostengünstig zu erstellen. Dazu bieten sich idealerweise Spezialsysteme für die Methodenplanung an: Mit AutoForm-DieDesigner kann innerhalb weniger Minuten auf

Basis der CAD-Flächendaten des Blechteils ein voll parametrisiertes Werkzeugkonzept erstellt werden (Bild 2). Direkt anschließend wird der Umformprozess in den Presswerkzeugen simuliert und optimiert. Die geringe Berechnungszeit für genaue inkrementelle Simulationen mit AutoForm-Incremental ermöglicht die Beurteilung mehrerer Werkzeugkonzepte innerhalb eines Tages. Nach der Auswahl des besten Konzeptes können Modifikationen der Prozessparameter wie Blechhalterkraft, Schmierung, Ziehsicken oder Platinenform schnell und einfach umgesetzt und auf ihre Wirkung hin überprüft werden. Durch die vollständige Parametrisierung von AutoForm-DieDesigner können eventuelle Bauteiländerungen sehr schnell in die Umformwerkzeuge einfließen, und notwendige Änderungen der Werkzeuggeometrie lassen sich sehr einfach und

effektiv vornehmen. Alle Veränderungen der Geometrie werden automatisch auf jedes mit dieser Geometrie erstellte Werkzeug übertragen und in der nächsten Simulation berücksichtigt. Das Wechselspiel von Geometrieänderung und Simulation entspricht dem Try-out des Prototypenwerkzeugs, nur dass es in diesem Fall im Computer durchgeführt wird und daher deutlich schneller und kostengünstiger ist.

Eine elegante Möglichkeit, den Anwender von Routinearbeiten wie der Bestimmung der richtigen Blechhalterkraft oder der besten Ziehsicken zu entlasten, bietet der Einsatz von integrierten numerischen Optimierungsalgorithmen. Mit ihrer Hilfe können solche Prozessparameter automatisch so bestimmt werden, dass die besten Umformergebnisse erzielt werden (Bild 2).

Sind mit Hilfe der Umformsimulation die optimale Werkzeuggeometrie gefunden und die besten Prozessparameter bestimmt, können diese Daten direkt für die Erstellung der Werkzeuge genutzt werden. Die Werkzeuggeometrie kann entweder direkt über den Weg von Standardschnittstellen gefräst oder in CAD-Systeme übernommen und dort weiterbearbeitet werden.



Maschinenbau Durst GmbH
 Rodbachstrasse 41 D-74397 Pfaffenhofen
 Tel. +49 / (0)7046 / 9611-0 Fax: ... / 9611-50

Verzahnungstechnik

- Stirnräder
- Schneckenräder
- Zahntangen
- Gewinde
- Schnecken
- Keilwellen / Naben
- Kettenräder
- Zahnriemenräder
- Kegelräder

zertifiziert nach :
 EN ISO 9001 , VDA 6.1

info@md-durst.de

www.md-durst.de

Auch im Serienwerkzeugbau werden heute Spezialsysteme für die Methodenplanung wie AutoForm-Die-Designer eingesetzt. Am besten wird dabei auf die Daten der seriennahen Prototypenwerkzeuge zurückgegriffen und diese den Erfordernissen der Serienwerkzeuge angepasst. Infolge der hohen Genauigkeitsanforderungen wird der Umformprozess mit der inkrementellen Simulation überprüft. Im Unterschied zum Prototypenwerkzeug wird für ein Serienwerkzeug der gesamte Prozess vom Einlegen der Platine über die Umformung und die Beschnittoperationen bis zur Rückfederung des Fertigteils simuliert (Bild 3). Für die Entwicklung des Karosserieteils ist es wichtig, dass diese vollständige Absicherung der Herstellbarkeit so früh wie möglich erfolgt, um Bauteilfunktion, -qualität und -machbarkeit gemeinsam zu betrachten und zu optimieren.

Mit dem Trim-Werkzeug zur optimalen Sollkontur

Der Einsatz von numerischen Optimierungstools für die Serienproduktion kann zum einen der Bestimmung von optimalen Prozessparametern dienen, oder aber durch gezielte Veränderung in der Produktion schwankender Parameter wie zum Beispiel Werkstoffkennwerte, Reibung oder Blechdicke zur Bestimmung des Prozessfensters verwendet werden. Hiermit können Aussagen über die Robustheit des Herstellungsprozesses und den Einfluss dieser Parameter auf das Bauteil gemacht und frühzeitig Maßnahmen eingeleitet werden, um das Karosserieteil mit gleichbleibend hoher Qualität herzustellen.

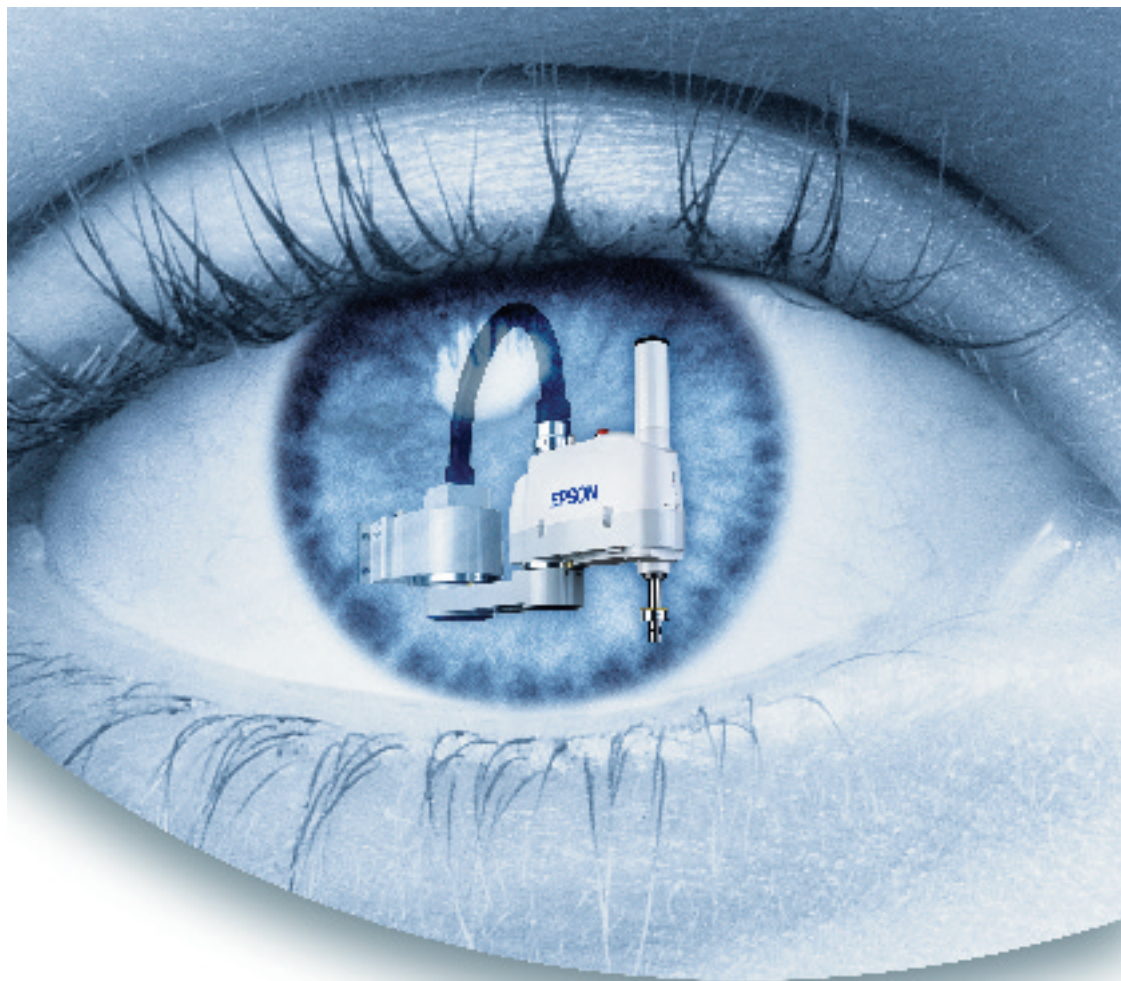
Um die Form von Beschnitten vor einer nachfolgenden Umformung so zu bestimmen, dass nach der Umformung eine bestimmte Sollkontur erzielt wird, kann die spezielle Optimierungsoftware AutoForm-Trim eingesetzt werden (Bild 3). AutoForm-Trim arbeitet analog der Vorgehensweise im Try-out. Dabei wird der Beschnitt in Bereichen verkürzt, in denen das Bauteil nach der Umformung noch zu lang ist, und um-

gekehrt. Anschließend wird die Umformung erneut simuliert und die Abweichung von der Sollkontur überprüft. Diese Schleife wird so lange durchlaufen, bis eine bestimmte Toleranz zur Sollkontur unterschritten ist. Im Vergleich zur konventionellen Beschnittabwicklung im CAD-System ergeben sich beträchtliche Zeiteinsparungen und Genauigkeitsvorteile gerade im Bereich großer plastischer Dehnungen, so

dass es hierdurch erstmals möglich ist, Umform- und Beschnittwerkzeuge gleichzeitig und parallel zu entwickeln. Dies kann locker zu Einsparungen von mehreren Wochen führen. **MM**

www.maschinenmarkt.de

▶ Autoform Engineering GmbH



Wer Höchstleistung im Visier hat, sollte EPSON ins Auge fassen.



Starke Aussichten:
EPSON SCARAs und
EPSON Linearmodule

Rasantere, präzisere und zuverlässigere EPSON SCARAs hat die Welt noch nicht gesehen.

Der ultraschnellen Perfektion kann das Auge kaum noch folgen. Kompakt, stark bis 15 kg Nutzlast, mit vielen Montagemöglichkeiten und Armlängen, passen die SCARAs dabei in jedes Umfeld. Reinraum oder Pharma inklusive. Natürlich haben Sie über die ausgereifte EPSON Software jederzeit alles im Griff. Übrigens auch die EPSON Linearmodule, die dank Baukastenprinzip mit enormer Flexibilität begeistern. Möchten Sie da nicht einmal einen genaueren Blick riskieren?

EPSON Deutschland GmbH
Factory Automation
Tel. +49 211 5603-391
Fax +49 211 5603-444
Internet: www.epson.de/robots
E-Mail: robot.infos@epson.de

TECHNOLOGIE, DIE GREIFT.

EPSON®