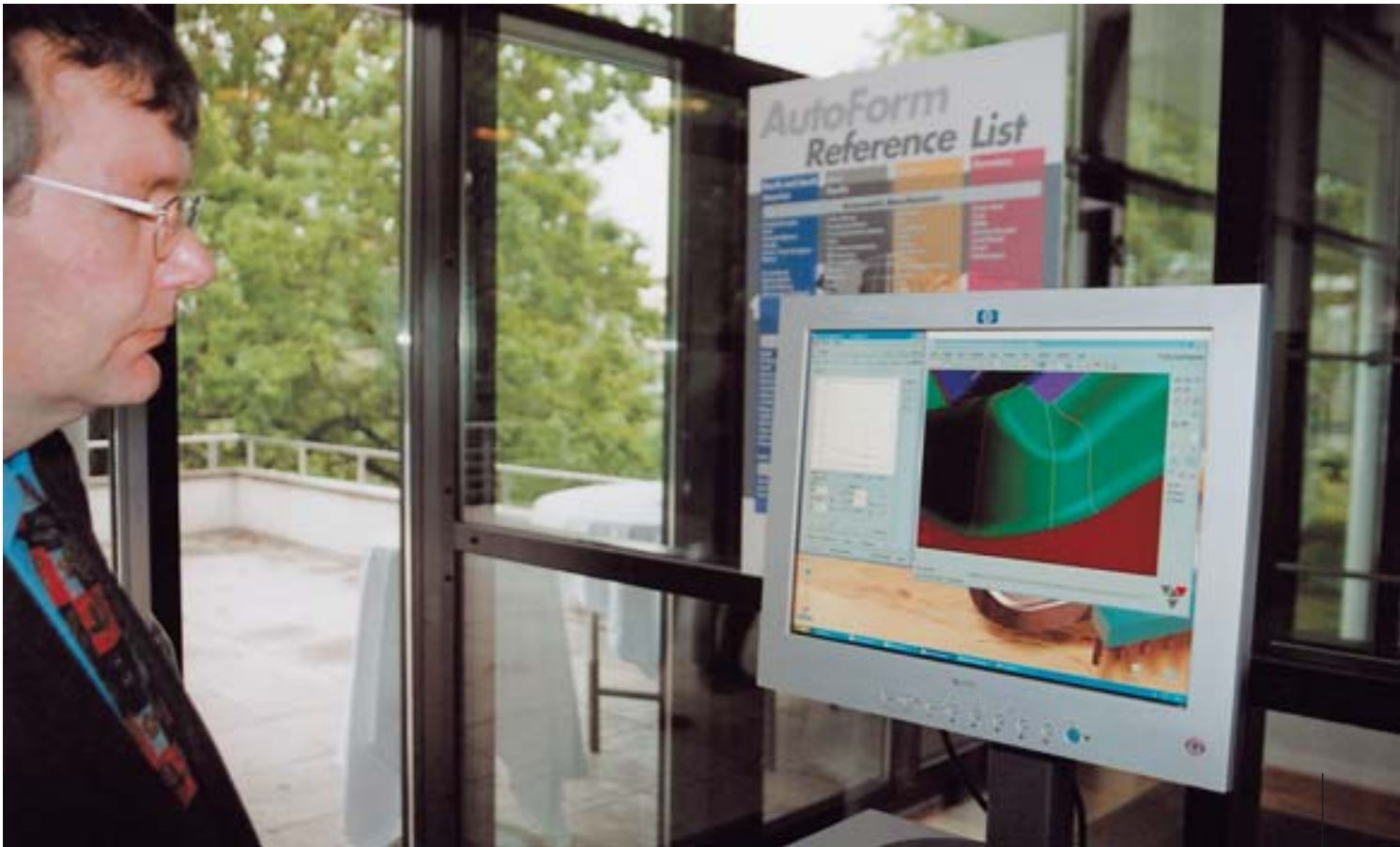


# Simulation optimiert Tiefziehen

*Neue Analyse- und Statistiktools in AutoForm-Version 4.0 sorgen für noch mehr Möglichkeiten bei vereinfachter Bedienung*



Thomas Brenne: „Wir möchten kein CAD-Tool sein, da aufgrund der allgemein gehaltenen Funktionalität des CAD-Programmes die Arbeitsweise sehr verlangsamt würde.“

**„Mit der neuen Version und dem mächtigen Optimierungstool Sigma sind wir unserer Konkurrenz jetzt rund drei Jahre voraus“, kalkuliert AutoForm-Marketingleiter Dr. Markus Thomma den Technologievorsprung des neusten AutoForm-Updates. Hauptgrund: Die Version 4.0 verfügt neben den „DieDesigner“- und Incremental-Modulen jetzt über das Sigma-Modul, mit dem das Tiefziehen oder Hydroforming nicht nur simuliert, sondern auch unter Berücksichtigung schwankender Prozessparameter analysiert und hinsichtlich Robustheit optimiert werden kann.**

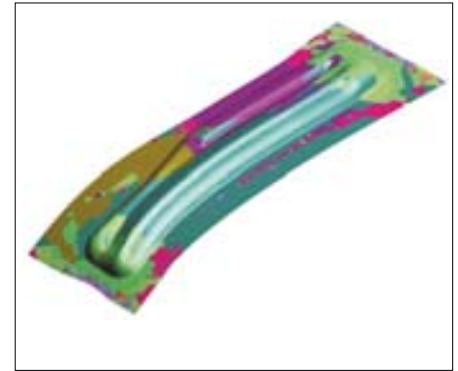
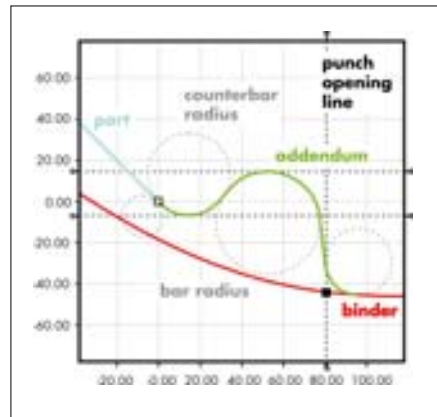
Deutliches Indiz für das Potential der AutoForm-Simulationssoftware sind nicht nur der im März in Detroit verliehene PACE-Award für kontinuierliche Innovationskraft oder die 25prozentigen Umsatzsteigerungen der letzten Jahre, sondern vielmehr die er-

lesene Anwenderschar, die sich Ende Mai in Ulm zum Anwendersymposium traf. Audi, BMW, DaimlerChrysler, Ford, Opel und VW schickten deren Konstruktions-Experten, von denen auch einige ihre Praxis-Erfahrungen mit der AutoForm-Software vortrugen. Beson-

ders vorteilhaft sei nach Einschätzung von Opel die präziser kalkulierbare Blechrückfederung. Dies, so Marketingleiter Dr. Markus Thomma gegenüber BBR, liege vor allem an der genaueren mathematischen Modellierung der Bauteile. „Früher modellierten wir die Bleche ausschließlich mit den sogenannten biegeerweiterten Membran-Elementen – jetzt können wir für heikle Operationen auch das Schalenelement benutzen, das die Biegesteifigkeiten noch besser berücksichtigt.“ Zudem lag der Fokus bei den früheren Versionen auf der Tiefziehstufe. Jetzt sind auch Folgeoperationen eingebunden, wie das Abkanten, Nachziehen, Beschneiden, Stanzen oder Lochen. Weiteres



Die Ankonstruktion (grün) verbindet das Blechteil (blau) mit dem Blechhalter (rot). Interaktiv lassen sich die Profile, welche die Ankonstruktion bestimmen, einfach modifizieren.



Einflußgrößen: An jeder Stelle innerhalb des Blechteils ist eine bestimmte Einflußgröße dominant. Jede Farbe repräsentiert eine Einflußgröße.

Plus der neuen Version ist das verbesserte Handling. So helfen den Konstrukteuren jetzt die projektorientierte Struktur, ein Reportmanager sowie History-, Vergleichs- und Suchfunktionen in der allgemeinen Datenflut die Übersicht zu bewahren. Highlight der neuen Version ist jedoch das Modul „AutoForm-Sigma“, mit dem das Tiefziehen oder Hydroforming jetzt nicht nur simuliert, sondern unter Berücksichtigung variabler Prozeßparameter auch statistisch ausgewertet und hinsichtlich Robustheit optimiert werden kann.

## ZUR OPTIMIERTEN SIMULATION

Die typische Arbeitsweise mit den AutoForm Produkten ist wie folgt: Erster Schritt im „AutoForm-DieDesigner“ auf dem Weg zur optimierten Simulation ist zunächst das Laden der Bauteil-Daten aus der CAD-Umgebung – „was sich auch künftig nicht ändern wird“, erklärt

Applikationsingenieur Thomas Brenne. Grund: „Wir möchten kein CAD-Tool sein, da aufgrund der allgemein gehaltenen Funktionalität des CAD-Programms die Arbeitsweise sehr verlangsamt würde. Was bei uns Minuten dauert, würde durch ein generisches CAD-Modul wohl auf bis zu einen Tag hinausgezögert“, schätzt Thomas Brenne. Nach der automatischen Geometriedatenerfassung und Darstellung der IGES-/VDA-Flächen werden diese automatisch vernetzt. Dies ist nötig, um den Umformprozeß mittels der Finiten Elemente Methode (FEM) berechnen zu können. Als deutliche Arbeitserleichterung bezeichnet Thomas Brenne das automatische Erkennen und schließen von Löchern, die im fertigen Blechteil natürlich aus dem CAD mit exportiert wurden und nun aber geschlossen werden müssen, um alle Werkzeuge planen und den Umformprozeß möglichst realitätsnah simulieren zu können. „Die Software erkennt automatisch die

Löcher im Blech und schließt diese mit der wiederum berechenbaren Netzstruktur“, skizziert Thomas Brenne. So seien auch die „Lochflächen“ schnell wieder gefüllt und könnten problemlos in alle gängigen CAD-Programme exportiert werden.

Nächster Schritt ist das Ausrichten des Blechs in Arbeitsrichtung. „Wir geben die optimale Lage für das Tiefziehen vor. Mit den automatischen Funktionen erleichtert AutoForm hier das Ausrichten des Bleches“, beschreibt Thomas Brenne.

## WERKZEUGAUSLEGUNG LEICHT GEMACHT

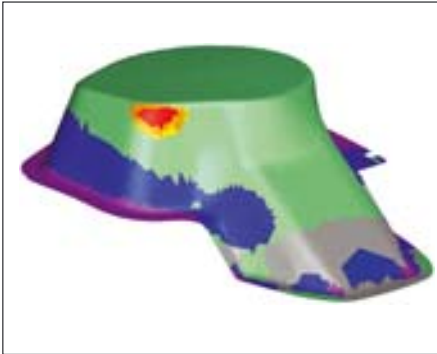
Gleichzeitig lassen sich Hinterschnitte ermitteln und über das neben dem Zeichnungsfenster geöffnete „Backdraft“-Diagramm minimieren. Nach dem Lochfüllen und Einschwenken in Ziehlage „denkt“ AutoForm nun an die Werkzeug-Auslegung. „Blechhalterflächen müssen zuerst erzeugt werden, die das System wiederum automatisch vorschlägt und dann über standardisierte Profile mit dem Blechteil verbindet.“ Zudem, so Thomas Brenne, können die Übergänge vom Blechteil auf die Halterfläche gerade bei komplizierten Wulsten oder Stufen individuell angepaßt werden. Für einfache Bauteile genügen die standardisierten Profile. Im nächsten Schritt baut AutoForm, durch ein paar Mausklicks stimuliert, die Wirkflächen von Matrize und Stempel auf, die anschließend leicht in das CAD-System exportiert werden können. Sind die Werkzeuge kreiert, müssen dem Blech noch die Materialeigen-

## AutoForm in Kürze

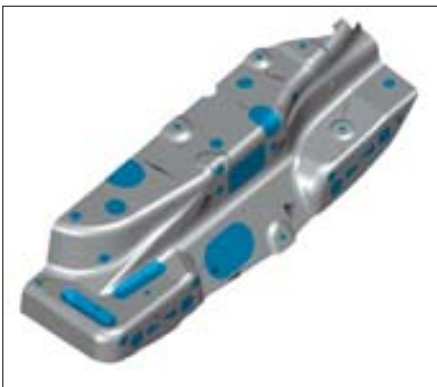
Die AutoForm Engineering GmbH ist nach eigenen Angaben Weltmarktführer für Software zur Blechumform-Simulation, zum Werkzeug-Design und zur virtuellen Prozeßoptimierung. Gründer und Firmenchef Dr. Waldemar Kubli beschäftigt mittlerweile weltweit gut 120 Mitarbeiter mit Entwicklung, Vertrieb und Betreuung seiner Software. Niederlassungen befinden sich in den USA, Deutschland, Frankreich, Spanien, den Niederlanden, China und seit 2003 auch in Korea. In Deutschland ist Auto-

Form mit 40 Mitarbeitern allein in der Hauptniederlassung Dortmund präsent, wo nicht nur betreut, sondern auch entwickelt wird. Den „automobilen Süden“ verstärkt zudem die Niederlassung Pfaffenhofen. Weltweit hat AutoForm 350 Unternehmen als Lizenznehmer registriert. Alle Top-20-Automobilhersteller gehören laut AutoForm zu deren Kunden. Im Vorjahr setzte AutoForm nach 12 Mio Euro in 2002 weltweit rund 16 Mio Euro um. Dieses Jahr sollen es 20 Mio Euro werden.

schaften zugewiesen werden. „AutoForm verfügt über eine Datenbank, die 50 der gängigsten Tiefziehstähle sowie Daten von Sonderlegierungen und Aluminium enthält“, betont Thomas Brenne. Eigene Materialien könnten natürlich individuell auch eingepflegt werden



**Umformbarkeit:** Die Umformbarkeit der einzelnen Bereiche wird farblich gekennzeichnet. Rot, orange und gelb bedeuten: Risse und extreme Ausdünnung des Blechs.



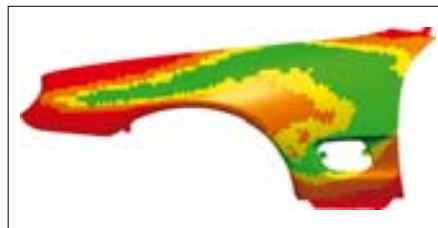
**Löcher füllen:** Automatisch erkennt und füllt (blau) AutoForm die Löcher aus dem „CAD-Blech“.

durch Eingabe der charakteristischen Materialeigenschaften, wie Dehnung oder plastisches Fließen. Ein weiteres Plus von AutoForm ist die Berücksichtigung der Reibung sowie die Darstellung von Ziehsicken (Wulste, die das Blech beim Tiefziehen zurückhalten). Bevor die Simulation gestartet werden kann, fordert AutoForm noch eine kurze Beschreibung der einzelnen Prozessschritte ab: Mit konkreten Werten werden die Schwerkraft, das Schließen des Blechhalters mit den entsprechenden Blechhalterdrücken, und das Tiefziehen vorab definiert. Auch ist es an diesem Ort möglich, segmentierte Blechhalter mit unterschiedlichen Blechhalterdrücken zu definieren.

„Die eigentliche, inkrementelle Berechnung läuft während einigen Minuten ab. Ergebnis ist das Blechteil, das durch die Farbgebung den Konstrukteur schnell über die kritischen Bereiche informiert“, versichert Thomas Brenne. Grün symbolisiert: keine Risse, faltenfrei; Grau: Material ist nicht genügend ausgestreckt, die Minstdickenabnahme ist nicht erreicht; Lila und Blau heißt: Tendenz zur Faltenbildung und bereits konkrete Falten.

## KRITISCHE BEREICHE IM BLICK

In der Simulation nicht berücksichtigt wird bislang die Elastizität der Werkzeug-Komponenten. So rechnet AutoForm immer noch mit „ideal steifem Werkzeug“ und ohne Wärmeeinfluß. Komplett neu ab Version 4.0 ist das Modul „AutoForm-Sigma“, welches auf der Prozeßsimulation aufsetzt und eine auf Robustheit optimierte Prozeßkonfiguration findet. Die zu berücksichtigenden Einflußparameter wie die Materialeigenschaften, die Schmierung oder auch konstruktive Größen wie die Ankonstruktion und Ziehsicken können durch den Benutzer frei definiert werden. Anstelle einer einzelnen Simulation werden nun aber typischerweise 50 bis 100 Berechnungen mit automatischer Variation dieser Einflußgrößen durchgeführt. Dies entspricht in der Realität einer laufenden Produktion, bei der sich ebenfalls gewisse Größen zufällig, aber innerhalb bekannter Toleranz verändern. Der Nutzen der im Anschluß an die Simulation getätigten Analyse liegt in der Identifikation der dominierenden Einflußgrößen und der folgenden Auslegung eines gegen natürliche Schwankungen robusten Produktionsprozesses.



**Prozeßfähigkeit:** AutoForm zeigt die Prozeßfähigkeit (cpk-Wert) unter Berücksichtigung der variablen Einflußgrößen an. Beispiel Rückfederung: grün: cpk > 1.33 / gelb, orange, rot: cpk < 1.33.



Dr. Markus Thomma: „Mit der neuen Version 4.0 und dem mächtigen Optimierungstool Sigma sind wir unserer Konkurrenz jetzt rund drei Jahre voraus.“

Spannend ist das Analysetool vor allem in punkto Materialschwankungen, deren Auswirkungen damit gut untersucht werden können. Konstrukteure sind damit in der Lage zu analysieren, in welchem Bereich des Bauteils welcher Parameter den größten Einfluß ausübt. Und letztlich kann sogar eine Abschätzung der Prozeßfähigkeit (cpk-Werte) gemacht werden – was gerade für Zulieferer der Automobilindustrie ein wichtiger Aspekt ist.

## PROZESSFÄHIG?

Weltweit hat AutoForm bislang rund 1.700 Lizenzen vergeben, „also vermietet“, wie Markus Thomma sagt. „Die Kosten für einen Einzel-Arbeitsplatz belaufen sich auf jährlich 30.000 bis 50.000 Euro – darin enthalten sind Support und laufende Updates, nicht aber neue Module. „Zudem“, so Markus Thomma, „besteht auch die Möglichkeit für Kunden mit mehreren Arbeitsplätzen, eine Floting-Lizenz zu nehmen. Das sind Lizenzen, die ein vereinbartes Kontingent an Benutzern zulassen, ohne den genauen Arbeitsplatz kennen zu müssen.“

*Autor: Harald Klieber*

✉ AutoForm Engineering GmbH  
Technoparkstrasse 1, CH-8005 Zürich  
Tel.: +41 (43) 4 44 61-61  
Fax: +41 (43) 4 44 61-62  
[www.autoform.com](http://www.autoform.com)