

Die Rückfederungskompensation schafft den Ausgleich

Üblicherweise geht es vorwärts, wenn von Fortschritt die Rede ist. Setzt man in der Blechumformung moderne, fortschrittliche Werkstoffe ein, kann es einen zu Beginn jedoch beträchtlich zurückwerfen. Dann spielt die Rückfederung hinein. Mechanische Spannungen lassen das umgeformte Blech aus der gewünschten Form springen. Die AutoForm-Software Version 4.1 kann bei diesem unschönen Spiel für Ausgleich sorgen. Die Kompensation der Rückfederung ist darin vollständig integriert. Das ist nicht der einzige Grund, weshalb die AutoForm-Lösung das Potential hat, die Arbeitsweise im Werkzeugbau merklich zu verändern.



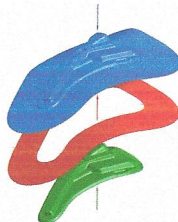
Darstellung der Verschiebung in Normalenrichtung, d.h. der Abweichung zwischen Bauteilgeometrie und Sollgeometrie.

Konventioneller Tiefziehstahl war in der Blechumformung über Jahre das gebräuchlichste Material. Ein wertvoller Schatz an Erfahrungen entwickelte sich dazu. Beim Auftreten eines Problems wusste man, wie man ihm begegnet und die Rückfederung nach erfolgter Umformung stellte ein beherrschbares Phänomen dar. Diesem gängigen Material erwächst allerdings zunehmend Konkurrenz. Leichtbau als dominierendes Thema, beispielsweise im Fahrzeugbau, verlangt nicht nur nach ausgeklügelten Konstruktionen sondern auch nach modernen Blechwerkstoffen. Deren Eigenschaften sind ganz gezielt auf den jeweiligen Einsatzort abgestimmt. Verursachen diese neuen Materialien Schwierigkeiten, bietet der über Jahre gewachsene Erfahrungsschatz jedoch kaum mehr Antworten.

Das Verhalten der Neuen

Hoch- und höchstfeste Stähle oder Aluminium gehören zu diesen neuen Materialien und ihre Rolle im Leichtbau ist gewichtig. Schwerer noch wiegt ihre Eigenschaft, nach der Umformung stark zurück zu federn, viel stärker als konventioneller Tiefziehstahl. Das macht die Umformsimulation und Vorhersage dieser Effekte ungleich schwieriger.

Eine zusätzliche Herausforderung bietet die Phasenumwandlung bei hochfesten Stählen mit sich ändernder Kristallstruktur. Dieses metallurgisch bedingte Phänomen bilden die meisten Materialmodelle heute noch nicht ab.



Darstellung der Tiefziehwerkzeuge und ihrer Wirkrichtung: Matrize (blau), Blechhalter (rot) und Stempel (grün).

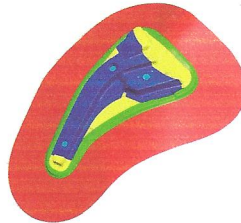
Dehnungen und Spannungen

Für Aussagen bezüglich des klassischen Blechversagens durch Reißen oder Falten betrachtet man die Dehnungen im Blech. Die entsprechenden Modelle zur Versagensvorhersage genügen allerdings nicht, wenn die Rückfederung ins Spiel kommt. Dann sind die Spannungen entscheidend. Das bedeutet eine deutlich höhere Genauigkeitsklasse.

Rückfederung kontra Planung

Die Rückfederung bereits während der Werkzeugentwicklung softwaremässig zu kompensieren hat zum Ziel, die Bauteile möglichst auf Antrieb in den geforderten Maßen dem Werkzeug entnehmen zu können. Das minimiert die realen Erprobungsschleifen. Sie sind zeitintensiv und passieren zu einem sehr späten Zeitpunkt in der Werkzeugentstehung. Für die Planung geht das mit vielen Unsicherheiten einher, denn jedes Werkzeug ist ein Unikat, gleichsam ein eigenes Projekt. Und da zahlreiche dieser Projekte parallel laufen, stellen mögliche Korrekturen selbst den ausgefeiltesten Terminplan auf den Kopf. Negative Auswirkungen auf die Kosten folgen umgehend.

Demgegenüber bedeuten virtuelle Erprobungsschleifen einen großen zeitlichen und finanziellen Vorteil. Die Treffsicherheit der Planung steigt, die Zahl realer Korrekturschleifen sinkt. Änderungen während Methodenplanung und Werkzeugkonstruktion aufgrund virtueller Untersuchungen verursachen deutlich geringere Kosten. Gleichzeitig ist die Bauteil- und Werkzeugqualität schon vor der realen Erprobungsphase höher. Das hat spürbare, positive Auswirkungen auf den Werkzeug-Durchsatz und die Produktivität.

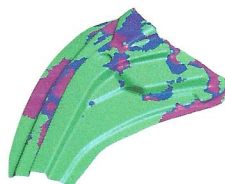


Wirkflächen für die Tiefziehstufe mit Blechhalter (rot), Ankonstruktion (grün), Füllflächen (gelb) und Bauteil (blau).

Herkömmlich kompensieren mit AutoForm-Compensator

Anfangs wird mit Hilfe der Simulation die Machbarkeit des Bauteils sichergestellt. Zudem sollte eine erste Überprüfung der Rückfederung gewährleisten, dass diese sich geometrisch überhaupt kompensieren lässt.

Dann kann mit der Kompensation gestartet werden. Um sie durchzuführen, definiert AutoForm drei verschiedene Regionen innerhalb des Werkzeugs. In der ersten Region wird direkt kompensiert. Dazu erhalten die Wirkflächen – jene Werkzeugflächen, die das Blech umformen – eine Anpassung entsprechend den Simulationsergebnissen. Unverändert bleibt die zweite Region, die typischerweise den Blechhalter umfasst. Die dritte Region entspricht der Ankonstruktion und bildet einen Übergangsbereich zwischen den beiden anderen Regionen. Wurden die Wirkflächen in der AutoForm-Software erzeugt, geschieht die Regionenauswahl automatisch. Manuelle Eingriffe sind jederzeit möglich, um individuelle Erfahrungen aus der Praxis unmittelbar umzusetzen. Das Endprodukt diktiert, wo und um wie viel die Kompensation stattfinden soll. Diese erfolgt jeweils entgegen der Aufsprungrichtung. Die kompensierte Werkzeuggeometrie dient sodann als Ausgangswerkzeug für die nächste Simulation. Gewöhnlich liegt nach zwei bis drei Iterationen ein maßhaltiges Bauteil vor und das Rückfederungsergebnis erfüllt die geforderten Toleranzen. Die durchgängige Verknüpfung der AutoForm-Software ist in diesem Zusammenhang von großer Hilfe. So werden Geometrieänderungen bei einzelnen Operationen automatisch im ganzen Werkzeugsatz berücksichtigt.



Machbarkeit sicherstellen: Gefahrenbereiche für Reißer, Falten, Blechdünnung oder Blechverdickung sind erkennbar.

AutoForm geht noch einen Schritt weiter

Kompensiert man auf die vorgängig beschriebene Weise, kennt man das Bauteilverhalten anhand eines Einzelereignisses mit festen Prozessparametern. Verschiedene Parameter streuen hingegen während der Serienproduktion. Typische Streuergößen sind die Werkstoffeigenschaften wie zum Beispiel Blechdicke, Festigkeit oder die Umformbarkeit in Abhängigkeit von der Blechwalzrichtung. Überdies schwanken auch Reibung, Blechhalterkraft oder Platinenposition. Bereits kleine Abweichungen können große Auswirkungen auf die Bauteilgeometrie haben. Sollen die Berechnungen realitätsnahe und damit aussagekräftige Resultate liefern, braucht es eine größere Anzahl Simulationen mit Parametern, die innerhalb eines vorgegebenen Streubereichs variieren – analog der Praxis. In AutoForm-Sigma geschieht dies automatisch. Eine statistische Auswertung liefert die Streubreite der Rückfederung und ermöglicht, die Robustheit der Umformung zu beurteilen. Problematische Parameter kristallisieren sich heraus und der dominierende Streufaktor für eine instabile Umformung wird erkannt. Aussagen über die Prozessfähigkeit der Umformung sind dadurch in einer frühen Phase der Werkzeugentstehung möglich. Dies kann Anpassungen an den Prozessparametern oder dem Methodenplan erfordern oder schlimmstenfalls Änderungen am Bauteil hervorrufen. Das Resultat der AutoForm-Sigma-Analyse liefert

nicht zwangsläufig das absolut perfekte Bauteil, sondern stellt eine für die Serienproduktion optimale Version bereit.



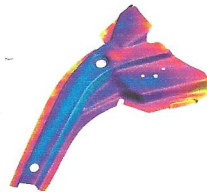
Bauteilgeometrie (rot) und Sollgeometrie (grün) vor (oben) und nach der Rückfederungskompensation.

Fazit

Moderne Blechwerkstoffe, lückenhafte Materialmodelle und eine erhöhte Genauigkeitsklasse legen die Messlatte für zielführende Simulationssoftware in der Blechumformung hoch. Gleichwohl entwickelt sich die Simulation der Rückfederung und deren Kompensation vom Diskussionsthema zunehmend zur angewandten Praxis.

Erste Anwendungen zeigen vielversprechende Erfolge.

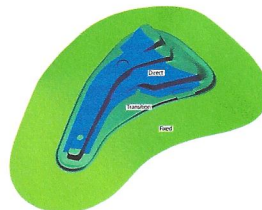
Der entscheidende Schritt vorwärts gelang jeweils, wenn möglichst praxisnah mit mehreren Simulationen und streuenden Parametern simuliert wurde. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse und statistische Auswertungen erlaubten, frühzeitig robuste Umformprozesse zu realisieren und führten zur Gewissheit: Ein robuster Umformprozess bildet die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Rückfederungsberechnung und Rückfederungskompensation. Das macht sich später in der Produktion durchwegs positiv bemerkbar und gleicht den Aufwand für die Simulation mehr als aus.



Darst. der Streubreite der Rückfederung; dazu werden mehrere Simulationen statistisch ausgewertet, wobei Streugrößen wie Reibung, Blechhalterkraft, Platinenposition und Werkstoffeigenschaften innerhalb eines vorgegebenen Streubereichs variiert wurden.

Kontakt

AutoForm Engineering GmbH
Technoparkstrasse 1
CH-8005 Zürich
Tel: +41-43-444 6161
Fax: +41-43-444 6162
E-mail: info@autoform.ch
Internet: www.autoform.com



Definition von drei verschiedenen Regionen innerhalb des Werkzeugs, um die geometrische Kompensation des Werkzeugs durchzuführen.

Über AutoForm Engineering GmbH

Die 1995 gegründete AutoForm Engineering GmbH mit Sitz in Zürich entwickelt und vertreibt auf die Automobil- und Blechbearbeitungsindustrie zugeschnittene Softwarelösungen zur Simulation von Tiefziehvorgängen und zur Unterstützung der Werkzeugkonstruktion. Im Bereich der Umformsimulation, des Werkzeug-Designs und der virtuellen Prozessoptimierung ist AutoForm der weltweit führende Softwareanbieter. Neben der Zentrale in der Schweiz befinden sich AutoForm-Niederlassungen in Deutschland, den Niederlanden, Frankreich, Spanien, Italien, den USA, Mexiko, Indien, China und Korea. In 15 weiteren Ländern ist AutoForm über lokale Vertriebspartner präsent.