

Software für Produkt- und Tiefziehwerkzeugentwicklung

Erstmals bei einer Neuentwicklung setzt die Franke Werkzeugbau AG, CH-Aarburg, die Software AutoForm-Sigma ein. Damit findet die Werkzeugentwicklung früher und umfassender als bisher am Computer statt. In intensiver Zusammenarbeit verläuft sie gleichzeitig mit der Produktentwicklung. Franke's Jahrhundertspüle illustriert, wie ein Hundertjähriger vom gewohnten Weg abweicht und zu einem tollen Erfolg findet.

Bild 1:
Das Firmenjubiläum von Franke wird mit einer Jahrhundertspüle gefeiert



Jahrhundertspüle, wie sie der Markt noch nie gesehen hat.

Ähnlich der Mode auf den Laufstegen sind auch Kücheneinrichtungen Modeströmungen unterworfen. Aktuell sind das unter anderem besonders enge Radien bei Spülen. Die endgültige Spülenform entsteht dabei alleine durch Tiefziehen (Schweißen ist Tabu). Die Abteilung Innovation der Franke Küchentechnik AG platzierte deshalb bei der Franke Werkzeugbau AG, zu

Hundert Jahre wird man nicht alle Tage. Franke feiert 2011 genau diesen runden Geburtstag und nutzt das Jubiläum für ein besonderes Fest – die Präsentation einer

deren Kerngeschäft hochwertige Tiefziehwerkzeuge gehören, die Anfrage für ein Werkzeug, das den Ansprüchen eines Jubilars gerecht wird.



Anspruchsvolles Design

Das Design der Jahrhundertspüle sollte die Kompetenz und das Qualitätsverständnis der Franke Küchentechnik AG unter Beweis stellen. Repräsentieren sollte dies ein Radius in den Ecken des Beckens von nur 12,5 mm. Dazu kam ein Tiefenmaß von 175 mm sowie horizontale Abmessungen von 410 mal 500 mm. Die Spüle sollte sowohl mit als auch ohne Flansch zur Verfügung stehen. Übliche Abmessungen von Spülen sind im Vergleich kleiner, dafür ist der Radius größer. Zudem war bei der Jahrhundertspüle ein Integralablauf sowie ein 3,5 Zoll-Ablauf vorgesehen. Der Integralablauf ist nahtlos in den Beckenboden integriert, verfügt somit über keine schmutzempfindlichen Kanten und ist deshalb aus hygienischen Gründen interessant. Dafür zeigt er eine kritische Umformbarkeit. In der Folge gab es für die Werkzeugbau AG einige knifflige Aufgaben zu lösen.

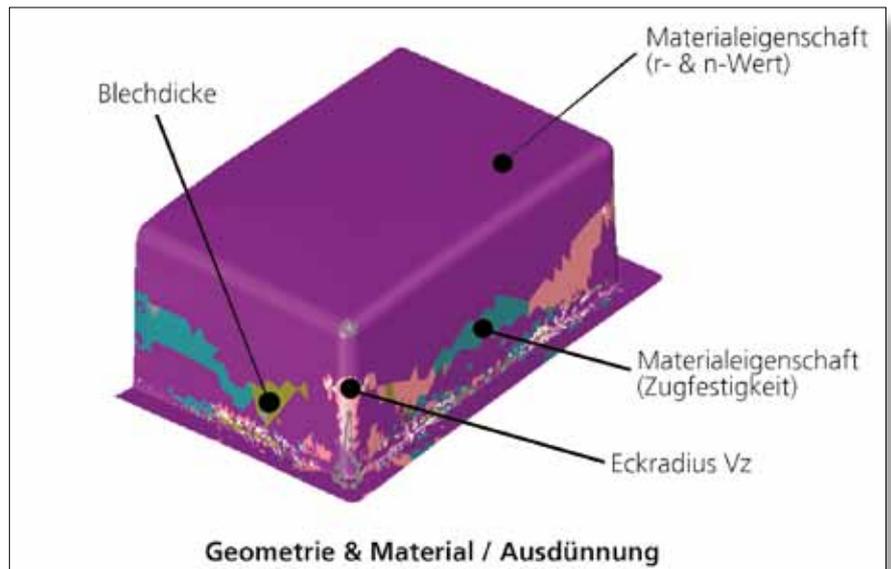
Systematische Werkzeugentwicklung

Mischa Widmer, Leiter Technik der Franke Werkzeugbau AG, und sein Engineering-Team starteten

Bild 2:
Die Franke Werkzeugbau AG ist in Aarburg beheimatet (Bildmitte oben) und arbeitet vornehmlich für Franke-Kunden

Bild 3:
AutoForm-Sigma zeigt die HaupteinflussgröÙe auf die Ausdünnung bei Betrachtung von Designvariablen bzw. StreugröÙen

die Werkzeugentwicklung mit einer Machbarkeitsstudie. Eine lösungsneutrale Methodik sollte systematisch zur optimalen Lösung führen. Dazu wurde die Untersuchung aufgeteilt. Über die drei Untersuchungsebenen Tiefziehen, Umformwerkzeug und Umformprozess sowie deren Kombination ergaben sich gleich mehrere Untersuchungsvarianten. Für deren folgerichtige Analyse bediente sich das Engineering-Team der Software AutoForm-Incrementalplus. Eine vierte Ebene diente schließlich der Betrachtung der Produktions-Robustheit. Ausschuss, Nacharbeiten oder Stillstandszeiten sollten demnach so gering wie möglich ausfallen. Dazu kam die Software AutoForm-Sigma zum Einsatz. Im ersten Teil der Untersuchungen setzten sich die Experten über jene Faktoren ins Bild, die den Tiefziehprozess maßgeblich beeinflussen würden. In den Simulationsergebnissen der AutoForm-Software zeigte sich, dass das Material, die Presse, die Schmierung sowie das Werkzeugdesign zu den bedeutendsten Einflussfaktoren zählten. In der Folge wurde die Umformung vom Blech zur Spüle in drei miteinander verknüpfte Aufgaben unterteilt. Das Formen des Flansches bildete eine Aufgabe, das Tiefziehen des Beckens eine weitere und schließlich galt es den Ablauf der Spüle



in Form zu bringen. Danach ging es um das Konzept der Herstellung sowie um das Herausfinden kritischer Bereiche. Während der Analyse der ersten Aufgabe stellte sich heraus, dass das Material für den Flansch aus dem Zuschnitt kommen musste. Material aus dem Beckenbereich würde dagegen zu Reißern führen. Der Flansch bildete gleichzeitig eine aktive Bremsleiste. Beim Becken ohne Flansch wiederum kam diese Funktion einer Ziehsicke zu. Eine kritische Zone zeigte sich im Eckbereich des Beckens. Dort würde das Material einen sehr

hohen Planzug erfahren und in der Folge könnten Einschnürungen entstehen. Mit dem Ziel einer robusten Fertigung vor Augen, kristallisierten sich für die Umformspezialisten die Aufdückung, die Rückhaltekräfte sowie der Zuschnitt des Blechs als relevante Parameter heraus. Misha Widmer: „Mich begeistert AutoForm-Sigma immer wieder neu. Die Software ist praxisbezogen und durchdacht. Sie erlaubt Erkenntnisse, die ich anders nicht gewinnen kann. Die Software bringt unserem Werkzeugbau einen enormen Imagegewinn und ist

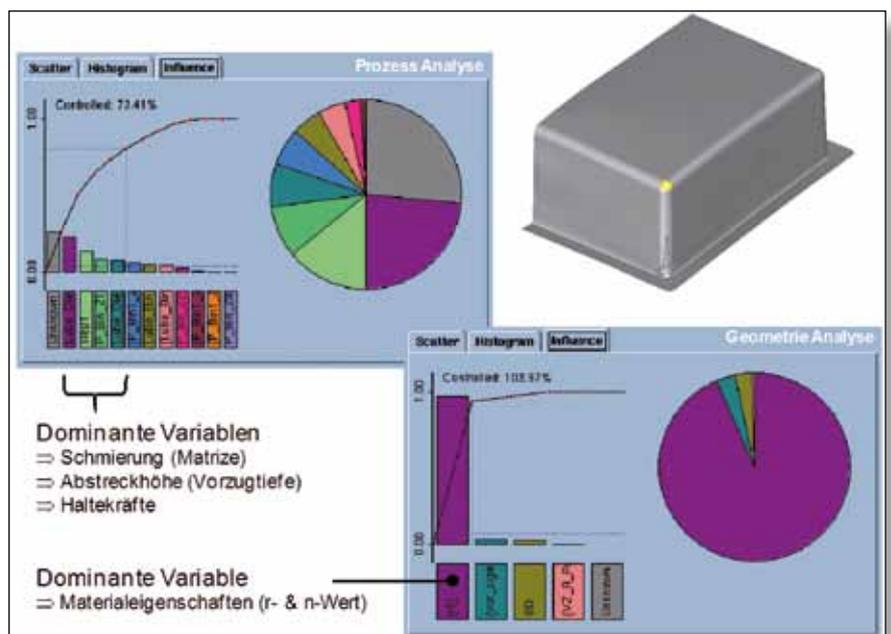


Bild 4:
2010 führte die Franke Werkzeugbau AG AutoForm-Sigma ein und ermöglicht dadurch zum Beispiel die Untersuchung der Designvariablen für die Ergebnisvariable Blechausdünnung im Kugelradius

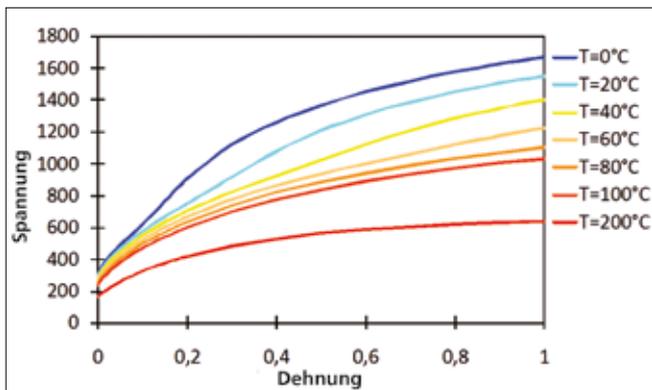


Bild 5:

AutoFormplus in der Version R2 enthält ein temperaturabhängiges Materialmodell für den rostfreien Stahl 1.4301. Eine weitere Funktionalität dieses Modells ist die Berechnung des temperaturabhängigen Martensitgehalts

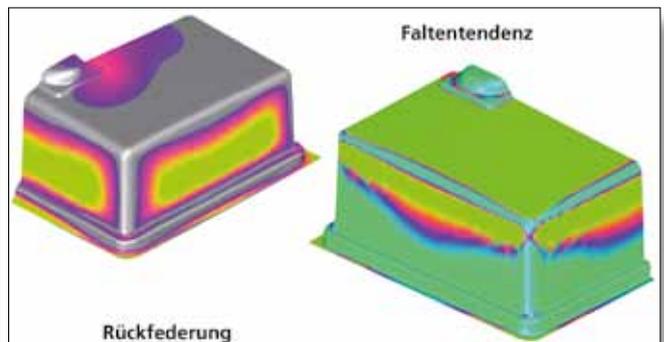


Bild 6:

Durch die Verarbeitung von Chrom-Nickel-Stahl sind Rückfederungseffekte ein großes Thema. Aufsprung und Faltenentendenz liegen hier im Rahmen der Toleranzen

unerlässlich, um unseren Wettbewerbsvorteil zu halten.“ In einer weiteren Analyse wurde die zweite Aufgabe, das Tiefziehen des Beckens, genauer unter die Lupe genommen. Der enge Radius ließ im Eckbereich der Spüle hohe Druckspannungen entstehen. Je nach Material- bzw. Flieseigenschaften waren dort in der Folge inakzeptable Aufdickungen zu erwarten. Diese würden sich jedoch über die Einlaufgeometrie einer Vorzugmatrize positiv beeinflussen lassen und als Nebeneffekt die unterschiedlichen Materialchargen aushebeln. Davon würde auch die Prozessfähigkeit profitieren. Mit Blick auf eine robuste Fertigung lieferte die Analyse der Aufdickung als relevante Parameter den Eckradius im Vor- sowie Nachzug, die Rückhaltekräfte und Schmierung im Vorzug sowie die Eigenschaften des Materials. Darüber hinaus zeigten sich die Kugelradien in den Ecken des Beckens durch eine kritische Restblechdicke als zusätzliche heikle Zonen. Zur Analyse der dritten Aufgabe, dem Formen der Abläufe, reichte es, den Integralablauf zu simulieren. Die bei diesem Ablauftyp errechneten Resultate würden erfahrungsgemäss auch für den

3,5 Zoll Ablauf gelten. Die Simulation zeigte, dass durch Vorstrecken des Materials im Vorzug der Integralablauf in der gewohnt hohen Qualität umformbar sein würde.

Prozess- und Geometrieanalyse mit AutoForm-Sigma

In der Prozessanalyse mit AutoForm-Sigma bekamen die Umformspezialisten angezeigt, wo, in welchem Umfang und von was eine bestimmte Variable beeinflusst wurde. Wurde zum Beispiel die Ausdünnung in den Zonen der Kugelradien betrachtet, konnte man feststellen, dass vor allem die Schmierung der Matrize, die Abstreckhöhe und die Haltekräfte bestimmend waren.

Bei der Analysierung der Geometrie in den kritischen Bereichen der Kugelradien, zeigte AutoForm-Sigma die Materialeigenschaften als dominierend an. Je nach Prozessgrenze würde die Streuung der Materialchargen bis zum Versagen führen. Für eine robuste Fertigung war somit eine genaue Chargenspezifikation zwingend. In gleicher Weise wurden die kniffligen Zonen im Eckbereich des Beckens untersucht. Bestimmend für die Ausdünnung waren erneut die Schmierung der Matrize sowie die Haltekräfte.

Hinzu kam jetzt die Schmierung des Niederhalters.

Apropos Niederhalter und Reibung: Im Niederhaltermodell berücksichtigten die Aarburger die Druckfestigkeit der Ziehbronze. Je steifer die Wirkungsfläche ausfiel, umso mehr stieg der Druck und die resultierende Rückhaltekraft in den aufdickenden Bereichen. Im Reibungsmodell schenkten die Spezialisten der Druckabhängigkeit Beachtung. Für den Vorzug bedeutete das, der Reibungskoeffizient am Anfang des Ziehprozesses war höher als am Ende. Eine Sensitivitätsanalyse ermöglichte dann Aussagen zur Machbarkeit.

In der Geometrie-Analyse stellte sich der Eckradius im Vorzug als dominierend heraus. Je kleiner der Eckradius gewählt wurde, umso mehr nahmen die Druckspannungen zu, bis ab einem bestimmten Radius die Aufdickung unzulässig war.

Da die Franke Werkzeugbau AG während den ganzen Untersuchungen in regem Kontakt mit der Franke Küchentechnik AG stand, und durch die frühzeitigen Erkenntnisse aus der virtuellen Produktion, konnten die Werkzeugbauer ihre Anliegen für beide Seiten gewinnbringend umset-

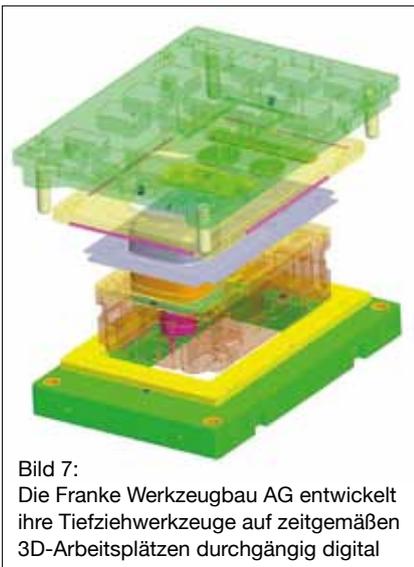


Bild 7:
Die Franke Werkzeugbau AG entwickelt ihre Tiefziehwerkzeuge auf zeitgemäßen 3D-Arbeitsplätzen durchgängig digital

zen. AutoForm-Sigma entwickelte sich für die Umformexperten buchstäblich zu einem Kommunikationsinstrument. Bei Gesprächen am runden Tisch mit Spezialisten und Nicht-Spezialisten, Vorgesetzten und Mitarbeitern konnte das Engineering-Team seine Erkenntnisse aus den Simulationsergebnissen der Software anschaulich erläutern.

Auffällig und gleichzeitig auffällig unauffällig

Seit 2004 arbeiten die Aarburger mit AutoForm-Software und hat deren Anwendung mittlerweile institutionalisiert. Aufgrund der ge-

sammelten Erfahrungen sowie als logische Weiterführung kam Anfang 2010 AutoForm-Sigma hinzu. Beim Projekt der Jahrhundertspüle kam die Software erstmals bei einer Neuentwicklung zum Einsatz, während sie vorher - im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses - der Optimierung bestehender Produkte diente. Hierbei wurden regelmäßig die Simulationsergebnisse überprüft. Die Rückführung der Ergebnisse über zwei Jahre ergab dabei für die AutoForm-Software lediglich eine geringe Realitätsabweichung. Die Auswirkungen des Softwareeinsatzes im Tryout waren ähnlich imponierend. Die Zahl der Korrekturschleifen bis ein Werkzeug funktionierte, nahm spürbar ab. Diese kritische und meist sehr kostenintensive Phase in der Werkzeugentwicklung konnte somit maßgeblich verkürzt werden. Weniger außergewöhnlich waren die nötigen Anpassungen durch die Einführung. Gemäss Othmar Heutschi – er betreut die IT-Infrastruktur und arbeitet gleichzeitig in der CAD/CAM Programmierung – bewegte sich die Aufrüstung der Hardware in einem maßvollen Rahmen. Der Schulungsaufwand hielt sich ebenfalls in Grenzen. Das Trainingsangebot von AutoForm bereitete die Mitarbeiter

optimal für den Einsatz der neuen Software vor und ergänzte das firmeneigene Wissen zur Umformtechnik perfekt. Aus der Sicht von Misha Widmer sitzt im Idealfall ein praxiserprobter „Blechflüsterer“ am Computer, der virtuos die verschiedenen Möglichkeiten des Programms ausreizt und aufgrund seiner Erfahrung die richtigen Schlüsse zieht.

Ziel erreicht

Der Einsatz der neuen Software machte die alles entscheidende Robustheit des Umformprozesses für das Engineering-Team quantifizierbar. Darüber hinaus ermöglichten die Analyse der Sensitivität von Geometrie- bzw. Prozessparametern, sowie die Untersuchung der Prozessfähigkeit eine vorhersehbar robuste Fertigung. Die Vermittlung der AutoForm-Sigma Ergebnisse gegenüber den Projektpartnern gelang den Spezialisten dank den Funktionalitäten der Software, beispielsweise Grafiken oder Diagramme, einfach und verständlich. So verfügten sie über stichhaltige und effiziente Argumentationshilfen bei nötigen Maßnahmen hinsichtlich Werkzeug oder Fertigungsprozess. Mehr Zeit in die Entwicklung am Computer zu investieren und die bekannten Pfade zu verlassen hat sich für die Franke Werkzeugbau AG gelohnt. Dem höheren Aufwand zu Beginn der Produkt- und Werkzeugentwicklung stand am Ende ein Ergebnis gegenüber, das alle involvierten Fachdisziplinen inklusive jenen des Kunden überzeugte und mit Begeisterung erfüllte.



Bild 8:
Ein Blick in die Produktionshalle der Franke Werkzeugbau AG zeigt den modernen Maschinenpark
(Werkbilder: Franke Werkzeugbau AG, CH-Aarburg)