

## SIMULATIONSSOFTWARE FÜR DIE BLECHUMFORMUNG

# Tiefziehen für Fortgeschrittene

Experten der ETH Zürich entwickelten gemeinsam mit AutoForm eine Methode, um das Pressen automatisch zu regeln. Franke Kitchen Systems konnte mithilfe des neuen Systems die Ausschussquote beim Ziehen von Spülbecken stark reduzieren.

**In Bestform:** Das Spülbecken aus Chrom-Nickel-Stahl (1.4301) mit 0,8 mm Blechdicke, das mit der simulationsgestützten Inline-Prozessregelung hergestellt wurde. (© AutoForm/IVP/Franke)



Das Tiefziehen von Blechen zählt zu den Klassikern bei den Umformverfahren. Das Blech wird in diesem Prozess über einen Ziehstempel in die Matrize gezogen und so die gewünschte Form erzeugt. „In der Praxis startet man mit kalten Werkzeugen, die sich während des Hochfahrens aufwärmen. Um in dieser Ramp-up Phase Blechteile produzieren zu können, müssen die Niederhalterkräfte ständig korrigiert werden“, erläutert Dr. David Harsch, der sich während seiner Promotionszeit am Institut für Virtuelle Produktion (IVP) der ETH Zürich intensiv mit diesen Problemen beschäftigt hat. Die durch die Reibung verursachte Erwärmung der Werkzeuge wäre für sich alleine genommen nicht schlimm. Allerdings ändern sich auch die Reibverhältnisse mit der Temperatur. Hier sind Wissen und Erfahrung an der Presse gefragt.

## Bis zu fünf Prozent Ausschuss

Aber auch der erfahrenste Mitarbeiter kann oft nicht verhindern, dass es zu Ausschussteilen kommt. Insbesondere bei Küchenspülen mit größeren Beckenradien ab 36 mm entfällt das Zwischenglühen, was die Gefahr von Ausschuss

stark erhöht. „Die Ausschussrate beträgt hier schon mal bis zu fünf Prozent“, betont David Harsch. Seit seinem Promotionsabschluss ist er bei Franke als Entwicklungs- und Projektingenieur tätig. Eines seiner Aufgabengebiete ist die Optimierung der Produktion von Küchenspülen. Sein Arbeitgeber ist eine Konzerntochter der in 40 Ländern tätigen Franke-Gruppe mit Hauptsitz im rund 60 Kilometer westlich von Zürich gelegenen Aarburg.

Der Franke-Bereich Kitchen Systems stellt alleine in der Schweiz pro Jahr rund 300 000 Spülbecken her und zählt global mit fast fünf Millionen Spülbecken zu den größten Anbietern auf diesem Gebiet. „Die jeweils zu produzierenden Chargen bewegen sich bei uns nur zwischen 25 und 200 Stück. Wegen der zum Teil kleinen Losgrößen ist es besonders wichtig, möglichst wenig Ausschussteile zu produzieren“, unterstreicht Harsch.

„Wir beschäftigen uns am Institut schon seit vielen Jahren mit dem Thema Prozessregelung beim Tiefziehen“,

berichtet Dr. Jörg Heingärtner, der am IVP der ETH Zürich an neuen Produktionsverfahren forscht. Die bei Franke angewandte Vorgehensweise ist bekannt. Nämlich den Blecheinzug zu messen und mit einem Referenzteil zu vergleichen, um mit den so gewonnenen Werten die Pressenkräfte so zu verändern, dass die Qualität in der Serie sichergestellt ist. „Wir beurteilen die Qualität ebenfalls anhand des Blecheinzugs.“, erklärt Jörg Heingärtner. „Unser Ansatz ist, anhand der Ergebnisse einer Simulation des jeweiligen Tiefziehteils diesen Regler komplett virtuell auszulegen. Wir wollten AutoForm mit an Bord haben, weil das Unternehmen der kompetente Partner dafür ist und mit dem Produkt AutoForm-Sigma bereits seit vielen Jahren über ein sehr leistungsfähiges Tool zur Optimierung von Blechumformprozessen verfügen.“

„Ein Regelalgorithmus, der auf AutoForm-Sigma basiert, berechnet wie Pressenkräfte und deren Verteilung anzupassen sind, um den Blecheinzug wieder auf seinen Sollwert zu bringen“, so Andreas Krainer, der als Produkt Direktor von AutoForm dieses Projekt intensiv begleitet.

### Regelparameter liefert der Methodenplaner

Im Vorfeld findet hierfür eine Analyse mit AutoForm-Sigma statt, in der sowohl Pressenkräfte als auch Materialkennwerte variiert werden. „Der Methodenplaner legt das Werkzeug aus, lässt zum Schluss AutoForm-Sigma durchlaufen und liefert auf dem USB-Stick die Regelparameter mit, die bei Produktionsbeginn berücksichtigt werden“, beschreibt Krainer. „Dabei handelt es sich bei dem Analyseergebnis um ein Modell, mit dem der Zusammenhang zwischen dem Einzug und den Stellgrößen modelliert wird. Eine perfekte Übereinstimmung von Realität und Simulation ist nicht erforderlich, solange Trends korrekt wiedergegeben werden.“ Ein weiteres Ergebnis der Simulation ist die Identifizierung der Positionen, wo der Einzug gemessen werden soll.

„Grundsätzlich kann der Einzug optisch oder taktil gemessen werden“, ergänzt Heingärtner vom IVP. In Aarburg hat man sich für eine einzige Kamera entschieden, die von oben bei blauem Licht die Außenkonturen erfasst: „Denn wir messen nicht den Einzug des gesamten Blechteils, sondern nur an den mit AutoForm-Sigma vorberechneten Stellen.“ Ein wichtiger Punkt ist auch das Thema Tribologie und damit die Reibung. Da es seitens Franke aus Revisionsgründen vorgegeben war, keine Temperatursensoren im Werkzeug zu integrieren, wurden entsprechende Versuche gemacht, um einen realistischen Reibungskoeffizienten im Simulationsmodell abzubilden.

### Werkstoffeigenschaften werden ebenfalls berücksichtigt

Zudem hatten wechselnde Werkstoffeigenschaften einen starken Einfluss auf das Tiefziehergebnis, so Harsch: „Es werden bei Franke Materialien von

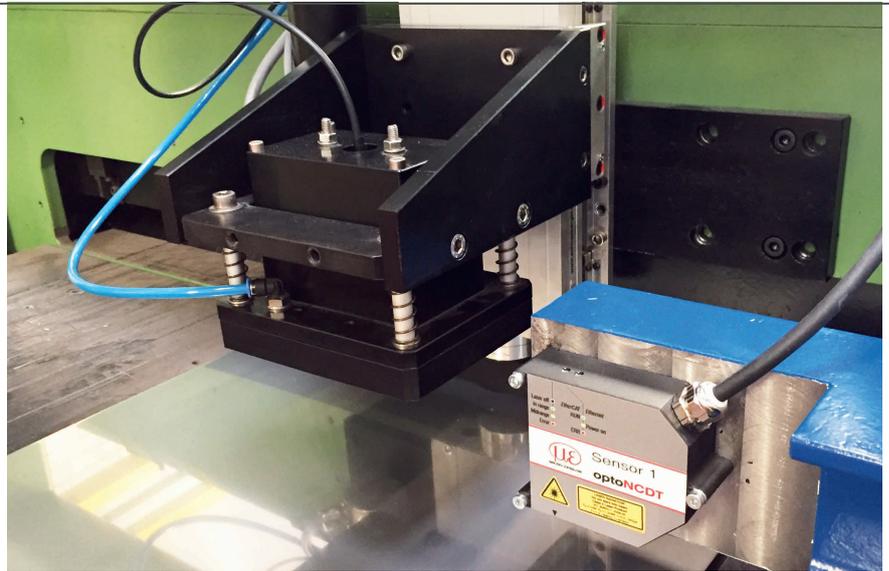
verschiedenen Herstellern verarbeitet, die von den Eigenschaften zum Teil sehr unterschiedlich sind.“ Darum wurden in Aarburg an der Platinenschneidanlage ein Wirbelstrommessgerät sowie ein Lasermesssystem installiert. Mit ersterem werden die Werkstoffeigenschaften jeder einzelnen Platine bestimmt, per Laser wird die Blechdicke erfasst. Diese gewonnenen Daten werden der Vorsteuerung übergeben. Im Gegensatz zu den Schwankungen der Prozessparameter wird die Materialstreuung hier ohne Regelkreis in der Vorsteuerung (Feed forward) auf Basis von Metamodellen korri-

giert und an die SPS der Presse übertragen. Per Kamera wird nach dem Tiefziehen der gemessene Einzug mit dem Solleinzug verglichen und die Differenz als Regelabweichung dem Regler übergeben (Feedback Loop).

Daraus berechnet der Regelalgorithmus die neue Pressenkraft für das nächste Teil und somit die vier Niederhalterkräfte, die es in diesem Werkzeug gibt. Das ist dann der Regelkreis. Seitens AutoForm wurde hierfür eine Schnittstelle implementiert, sodass mit den AutoForm-Sigma-Daten entsprechend gearbeitet werden kann. „So haben wir ▶



**Das Team:** Dr. Jörg Heingärtner vom IVP, Andreas Krainer von AutoForm und Dr. David Harsch von Franke (von links)  
(© AutoForm/IVP/Franke)



**Analyse im Prozess:** An der Platinschneidanlage ist das Wirbelstrommessgerät sowie das Lasermesssystem installiert, mit denen die Materialeigenschaften und die Blechdicke erfasst werden. (© AutoForm/IVP/Franke)

basierend auf den AutoForm-Sigma Ergebnissen den Regler für den Feedback Loop ausgelegt sowie implementiert und konnten auch die Metamodelle entwickeln, die in der Vorsteuerung zum Einsatz kommen", fügt David Harsch hinzu.

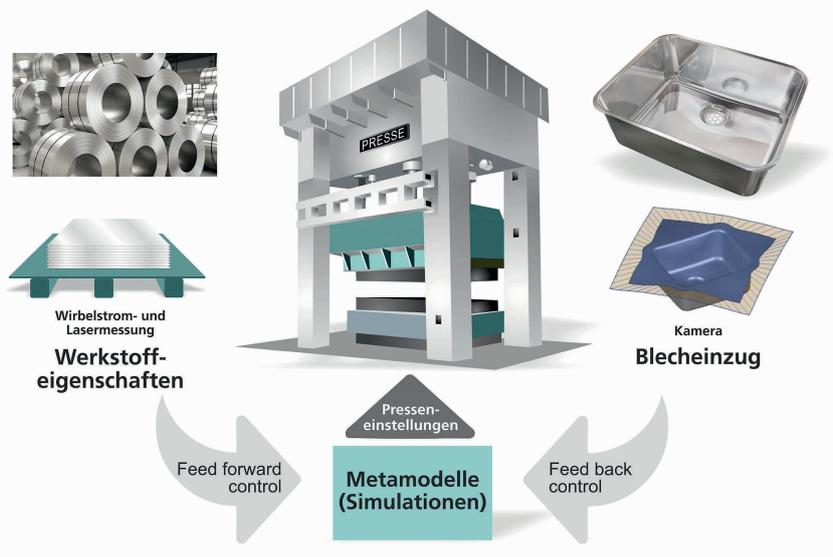
Und wie läuft das Ganze nun in der Praxis ab? Nach dem Schneiden, der Wirbelstrommessung und der Erfassung der Blechdicke werden die Platinen zur Identifizierung jeweils mit einem Data-Matrix-Code bedruckt und gestapelt. Vor der Presse legt ein Roboter die Platine dann einzeln auf ein Förderband, der Code wird eingescannt und die mechanischen Eigenschaften der jeweiligen Plati-

ne aus der Datenbank abgerufen. Auf Basis dieser Daten findet über die Vorsteuerung eine Voreinstellung der Presse statt. Dann wird die Platine in der hydraulischen Presse (Schuler, 8000 kN Schließkraft) umgeformt, die Spüle von einem Roboter über eine Vorrichtung entnommen, unter der Kamera positioniert und gemessen. „Wichtig dabei ist, dass wir beim Soll-Ist-Vergleich möglichst nah an der Realität sind“, sagt David Harsch. „Deshalb digitalisieren wir immer ein Gutteil aus der aktuellen Produktion und vergleichen dies mit dem Simulationsmodell.“  
Funktioniert nun alles so wie geplant?

„Grundsätzlich ja“, antwortet Jörg Heingärtner. „Natürlich kommt es auch mit der Inline-Prozessregelung in seltenen Fällen zu Ausschussteilen. Alle Ausreißer miteingerechnet kann man sagen, dass wir den Ausschuss um zwei Drittel reduziert haben.“ Zudem kann das System sogar mit sehr dünnen Blechen umgehen und ist fehlertolerant. „Im Rahmen eines Tests haben wir die Presse mal absichtlich komplett verstellt. Auch hier hat der Regler in kürzester Zeit wieder zu Gutteilen zurückgefunden.“

### Das Ergebnis überzeugt

Auch Harsch ist mit dem Ergebnis des Projekts sehr zufrieden und spricht einen weiteren Punkt an: „Die Mitarbeiter wissen genau, wie welches Becken mit welcher Kraft produziert werden muss. Wenn solche Personen ausfallen, dann kann es gut sein, dass gewisse Beckenmodelle nicht mehr so produziert werden können, wie das heute der Stand ist. Mit der Prozessregelung bleibt das Ziehergebnis immer schön im Prozessfenster und der Ausschuss tendiert gegen null. ♦



**Inline-Prozessregelung:** Ein Regelalgorithmus, der auf AutoForm-Sigma basiert, berechnet, wie Pressenkräfte und deren Verteilung anzupassen sind, um den Blecheinzug wieder auf seinen Sollwert zu bringen. (© AutoForm/IVP/Franke)

## Info

**Anwender:**  
Franke GmbH  
www.franke.com

**Hersteller:**  
AutoForm Engineering GmbH  
www.autoform.com