

# Rückfederungskompensation bei Federstählen

## Reduzierung von Ausschuss durch inline Materialcharakterisierung

### Motivation

Für die Fertigung von metallischen Federn werden Stahlgüten mit besonders hoher Streckgrenze, sogenannte Federstähle, eingesetzt. Die Verwendung von Federstahl erlaubt das Erreichen von elastischen Dehnungen die 300-400 % über denen herkömmlicher Stähle liegen. Allerdings bewirkt die hohe Elastizität auch eine Rückfederung die zu beträchtlichen Geometrieänderungen nach Wegnahme der Prozesskräfte führt. Um die Rückfederung auszugleichen werden Bauteile aus Federstahl daher stets überbogen. Da die Rückfederung materialabhängig ist, erfordern Chargenschwankungen ein fortlaufendes Anpassen des Biegewinkels, was aktuell einen hohen zeitlichen Aufwand bedeutet und stets mit Ausschuss einhergeht.

### Ziele

Im Rahmen dieses Projekts wird ein industrieller Biegeprozess auf einem Bihler Stanzbiegeautomaten GRM-NC aufgebaut, der automatisch auf Chargenschwankungen reagiert und so Ausschuss minimiert.



Stanzautomat GRM-NC der Firma Bihler in der Versuchshalle des Lehrstuhls für Umformtechnik und Gießereiwesen

### Vorgehensweise

Zu Beginn des Projekts wird ein Freiform-Biegeprozess für den Stanzbiegeautomaten ausgelegt, mit welchem U-förmige Versuchsbauteile hergestellt werden können. Das benötigte Umformwerkzeug wird in Zusammenarbeit mit der Firma Bihler entwickelt. Für den Prozess werden industrielle Federstähle verwendet, die vor Verwendung im Zugversuch charakterisiert werden. Von besonderer Bedeutung ist hierbei das für die Rückfederung besonders relevante Elastizitätsmodul. Mithilfe einer FE-Umformsimulation und unter Verwendung der Ergebnisse aus dem Zugversuch kann dann bereits der Biegewinkel abgeschätzt werden. Schwankungen der Blechdicke und der mechanischen Eigenschaften des Blechbands führen jedoch dazu, dass der Biegewinkel kontinuierlich angepasst werden muss. Um Chargenschwankungen während des Betriebs feststellen zu können wird eine Sensoreinheit vorgeschaltet, die sowohl die Blechdicke als auch die magnetischen Eigenschaften (Barkhausenrauschen) des Bands kontinuierlich misst. Anhand einer zuvor erarbeiteten Datenbasis, die Ergebnisse aus dem Zugversuch mit Sensormessungen an den Zugproben korreliert, können durch Methoden des maschinellen Lernens mechanische Eigenschaften aus den Sensordaten inline abgeleitet werden. Machen Chargenschwankungen eine Änderung des Biegewinkels notwendig wird ohne Unterbrechung in den Prozess eingegriffen und der Biegewinkel angepasst. Die Entscheidungsgrundlage für die Prozessanpassung stellt wiederum eine experimentelle Datenbasis verschiedenster Biegewinkel und Werkstoffe dar die zuvor im Einzelhubbetrieb erarbeitet wurde. Die Maßhaltigkeit der Bauteile beziehungsweise des Biegewinkels wird durch ein optisches Lichtmikrometer am Bandauslauf überwacht. Sollte die Qualität der auf den Sensormessungen beruhenden Prozesssteuerung nicht ausreichen kann die Messungen des Biegewinkels zusätzlich zur Prozessregelung eingesetzt werden.