

## **Biegen - Quo vadis**

Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Umformtechnik, Universität Siegen, Breite Straße 11, 57076 Siegen,  
Deutschland

[bernd.engel@uni-siegen.de](mailto:bernd.engel@uni-siegen.de)

### **Vorwort**

Bereits seit 20 Jahren haben wir unter dem Motto „Biegen in Siegen“ der Biege-Community eine Plattform gegeben. Neben dem Austausch auf den Biegeforen haben wir einen VDI-Fachausschuss „Biegetechnik“ FA 113 initiiert, der technische Richtlinien zum Profilbiegen gemeinschaftlich erarbeitet hat. Nach Corona haben wir mit dem 6. Biegeforum ein neues Format geschaffen, in dem wir neben der Industrie nun auch den Wissenschaftlern einen eigenen Schwerpunkt am Forum gegeben haben. Wir haben hierbei einen Spagat versucht, der einerseits die Möglichkeit bietet, Forschungsinhalte zum Biegen in gebundener Form zu sammeln und andererseits die Bedürfnisse der Industrie nicht abzukoppeln. Durch die Vortragsthemen und die offensichtlich sehr enge Bindung der Forschungsthemen an die Industrie haben die Autoren schon selbst diesen Spagat erfolgreich geleistet. Ich freue mich somit, Ihnen eine Sammlung spannender und hochaktueller Forschungsergebnisse zum Biegen präsentieren zu können.

### **Biegen - Quo vadis**

Versucht man den Stand zur Biegeumformung von Profilen oder Blechen zusammenzufassen und darüber hinaus Zukunftstrends zu identifizieren, scheint es geboten, dies aus wissenschaftlicher und aus industrieller Perspektive zu analysieren. Aus wissenschaftlicher Sicht ist es einfacher, Prognosen für die Zukunft zu geben. Wissenschaft hat den globalen weitreichenden Blick, der insbesondere durch Megatrends [1] bewertet werden kann. Da die Dauer von Megatrends mit einer Halbwertszeit 50 Jahre sehr langfristig ist und diese über alle Lebensbereiche als Tiefenströme gefasst sind, haben sie eine hohe Stabilität gegen kurzfristige politische und krisenbedingte Einflüsse. Das unterscheidet die Trendaussage aus industrieller und wissenschaftlicher Sicht sehr. So können beispielsweise heutige durch geopolitische Störungen verursachte Mangelversorgungen und Störungen der Supply Chain zu Trends führen, die von Megatrends abweichen und deshalb auch kurzfristiger (mit kurzer Halbwertszeit) sind. Für die Produktionstechnik sind aus unserer Sicht die Megatrends Individualisierung, Neo-Ökologie und Konnektivität wichtige bestimmende Trendsetter. Trägt man Themen unter Stichworten zusammen, dann ist zunächst interessant, dass es eine sehr große Deckungsbreite in den Themenvorstellungen für zukünftige Technikfelder gibt. In der Ausprägung sind diese aber sehr unterschiedlich.

Markant ist der Unterschied bei den eingesetzten Biegeverfahren. Während in der industriellen Anwendung werkzeuggebundene Profilbiegeverfahren (Rotationszugbiegen, Abrollbiegen) die Entwicklungsfelder dominieren, so sind es auf wissenschaftlicher Seite die Freiformbiegeverfahren, die im Fokus vieler Betrachtungen liegen. In diesem Zusammenhang steht auch die unterschiedliche Ausprägung von Forschungsaktivitäten bei der Prozessregelung. Während Prozessregelungen in der Praxis eine untergeordnete Rolle spielen, sind sie in der Wissenschaft Gegenstand sehr intensiver Forschungen. Abb. 1 stellt dies vergleichend gegenüber, wobei die Inhalte aus eigenen Umfragen im Netzwerkkreis gewonnen wurden. In der Industrie liegt der Fokus auf Steuerungen und Mechanismen zur Geometriebeherrschung hinsichtlich geforderter Toleranzen, was in der Regel über eine CAQ-Lösung (Computer Aided Quality) in Verbindung mit der Steuerung realisiert wird.

Gleicht man die Entwicklungsinhalte gegen die Anforderungen und Auswirkungen der Megatrends ab, dann müssen zuerst die sich aus den Megatrends ergebenden Forderungen definiert werden.

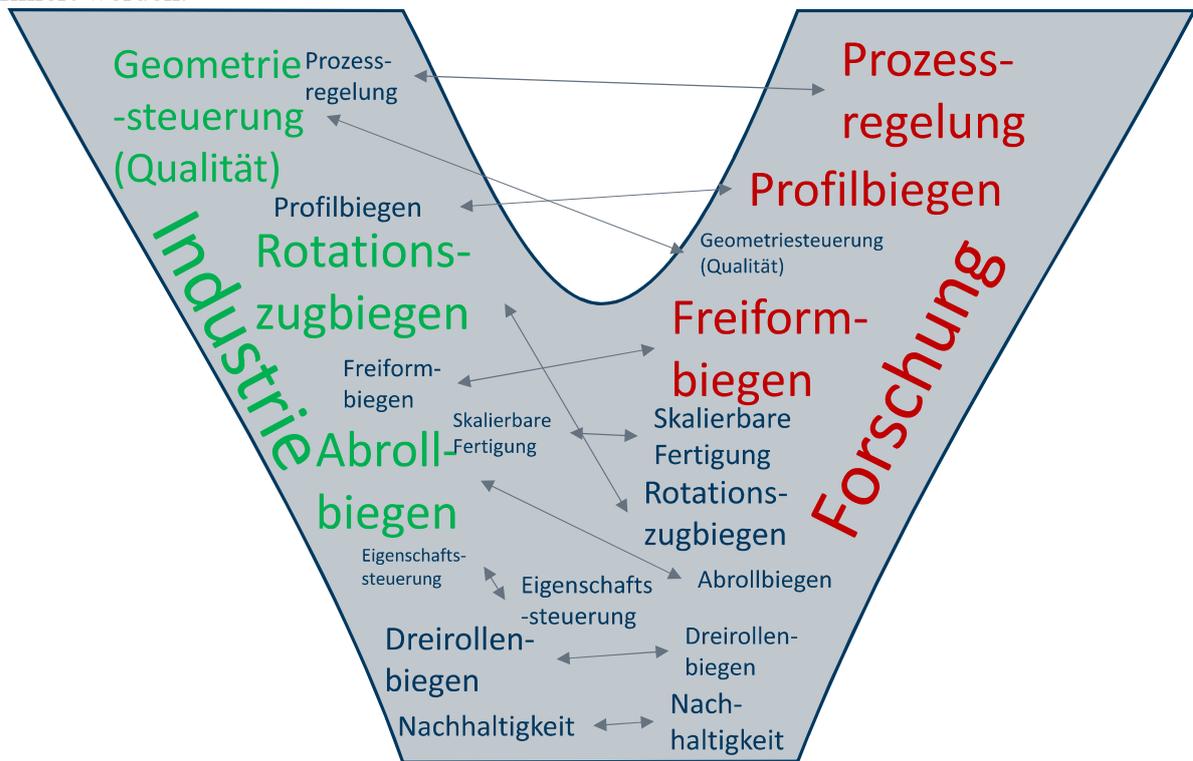


Abb. 1: Themenfelder im Bereich Profilbiegen. Gemeinsame und unterschiedliche Fokusfelder der Forschung und Industrie.

Forschung in der Produktionstechnik bedeutet auch, Werkzeuge zu entwickeln, mit denen sich geänderte Märkte so bedienen lassen, dass weiterhin Produktion in Deutschland möglich ist. Die Ausprägung der eigenen Produktion im Land haben Deutschland durch alle bisherigen wirtschaftlichen Krisen gebracht und gestärkt danach auch wachsen lassen. Es ist somit eine Schlüsselaufgabe mit geeigneten Techniken die Produktion am Standort zu erhalten und visionär sogar zu steigern.

Die Megatrends werden zu einer Transformation in der Produktionstechnik und zwangsläufig auch in der Fertigungstechnik führen, die eine Individualisierung zur Folge hat. Heutige Produktionstechnik individualisiert oft noch außerhalb der Fertigungstechnik, beispielsweise in der Montage [2]. Schon dieser Eingriff führt aber bereits dazu, dass sich Losgrößen ändern. Diese reduzierten Losgrößen bezogen auf Baugruppen führen dazu, dass Fertigungsverfahren, insbesondere umformende Verfahren, heute schon an ihre technologischen und insbesondere an ihre wirtschaftlichen Grenzen stoßen. Transformation in der Fertigungstechnik bedeutet deshalb die Prozessmöglichkeit für eine skalierbare, flexible und nachhaltige Fertigung. In Konsequenz wird die Erweiterung der Produktindividualisierung in der Fertigung ermöglicht.

Für die Umformtechnik und speziell für die Biegetechnik ergeben sich dabei folgende wichtige Untersuchungsgegenstände, vgl. Abb. 2.:

- Flexible Umformprozesse: Lösung von starren werkzeuggebundenen Verfahren. Flexibilisierung der werkzeuggebundenen Umformverfahren durch Aufbrechen von Werkzeugen.
- Skalierbarkeit: Hierbei ist die Skalierbarkeit hinsichtlich Werkstoffs, Geometrie aber auch Losgröße zu verstehen.
- Alternative Werkzeuge: Verstellbar, austauschbar oder einstellbar.

Unter dieser Prämisse wird es offensichtlich, weshalb auch die Forschungsthemen rund um das Freiformbiegen und die Prozesssteuerung so stark ausgeprägt sind. Das Freiformbiegen ist ein stark werkzeungebundenes Verfahren und flexibel auf die Variantenfertigung einstellbar, ohne, dass neue Werkzeuge benötigt werden. Die Flexibilisierung von Verfahren gelingt nicht ohne Prozessregelung. Dabei wandelt sich die bauteilbezogene Geometrieregulung zu einer mechanismenbasierten Regelung. Das bedeutet, dass es beim Biegen „Agentenregler“ gibt, die eigenständig das Versagen Faltenbildung [3] oder Bersten im Prozess ausregeln. Daneben gibt es Regler, die die sich einstellende Geometrie ausregeln.

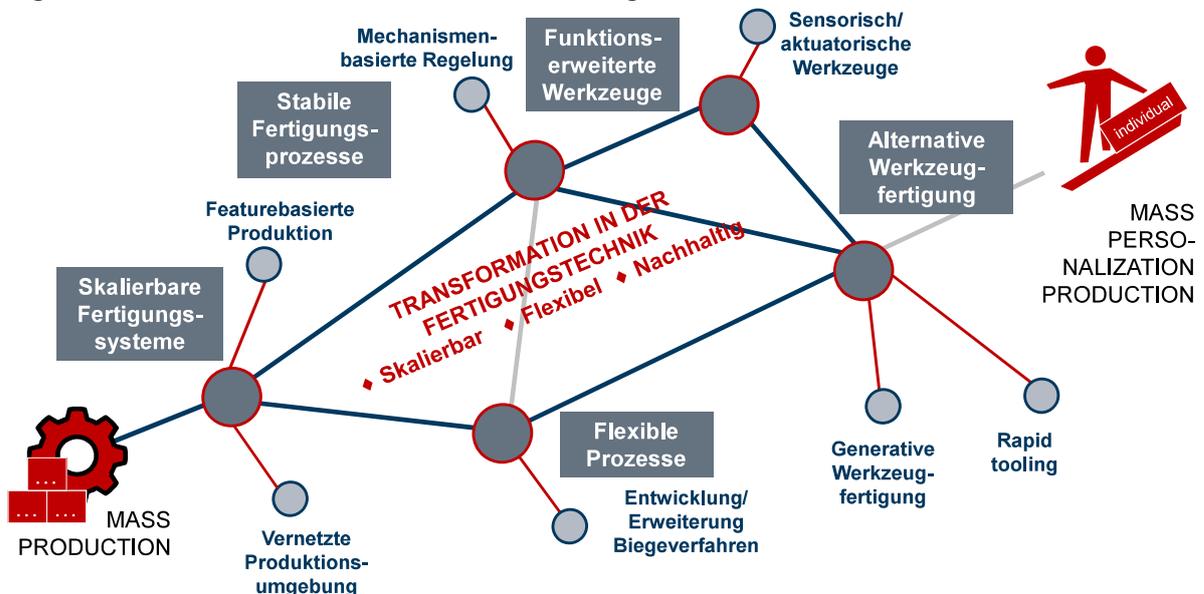


Abb. 2: Agenda Lehrstuhl für Umformtechnik: Transformation in der Fertigungstechnik

Im Kontext der Prozessregelung wird die mit dem Begriff „Industrie 4.0“ verbundene Digitalisierung der Fertigungstechnik relevant, da es für die aufgeführten Regelungen deutlich mehr Sensoren und Möglichkeiten des Datenaustausches bedarf, als mit konservativer Prozessführung.

Sinnvoll ist es aber auch in diesem Zusammenhang, den Grad der Automatisierung zu betrachten. Zukünftige Anforderungen an Automatisierung betreffen sowohl die Automatisierung des Rüstens und Herstellen des Arbeitsplatzes als auch die Automatisierung mit dem Werker und Facharbeiter in Kooperation.

Zur Transformation gehört auch, dass der Marktprozess Kunde → OEM → Fertiger neu überdacht wird und dass der Kunde in den Prozess der Fertigung integriert wird. Neben den Möglichkeiten Produktneuheiten und Marktforderungen über den Kunden in den technischen Prozess zu bekommen, ist es erforderlich dem Kunden eine Plattform zu bieten und zu gestalten, die eine Vorbereitung der Fertigung durch ihn erlaubt.

### Zusammenfassung

Das Profilbiegen als umformendes Fertigungsverfahren unterliegt wie alle anderen Verfahren auch den Marktanforderungen, die sich durch die Auswirkungen der Megatrends deutlich ändern werden. Technik- und Entwicklungstrends unterscheiden sich bei der Industrie und an den Universitäten in der Ausprägung. Dabei hat die Forschung den weitreichenden Blick, der nicht durch temporäre Störungen verstellt ist. Sie bietet damit der Industrie für zukünftige Anforderungen Lösungsmöglichkeiten. Eine der Lösungen für veränderte Märkte sind werkzeugreduzierte Biegeverfahren und Mechanismenregler.

### **Literaturverzeichnis**

- [1] Zukunftsinstitut, “Die Megatrends”, 2023, [www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/](http://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/) (abgerufen 20.07.2023)
- [2] G. Schuh, M. Lenders, J. Arnoscht, and S. Rudolf, "Effizienter innovieren mit Produktbaukästen." Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, Aachen (2010): 9.
- [3] L. Borchmann, C. Kuhnhen, P. Frohn, and B. Engel, “Sensitivity analysis of the rotary draw bending process as a database of digital equipping support” *Procedia Manufacturing*, vol. 29, pp. 592–599, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2019.02.100.