

Metamodell unterstützte Simulation und Kompensation von Rückfederungen in der Blechumformung

Marco Jens Gösling

Reihe Dortmunder Umformtechnik - Band 61

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8322-9355-0

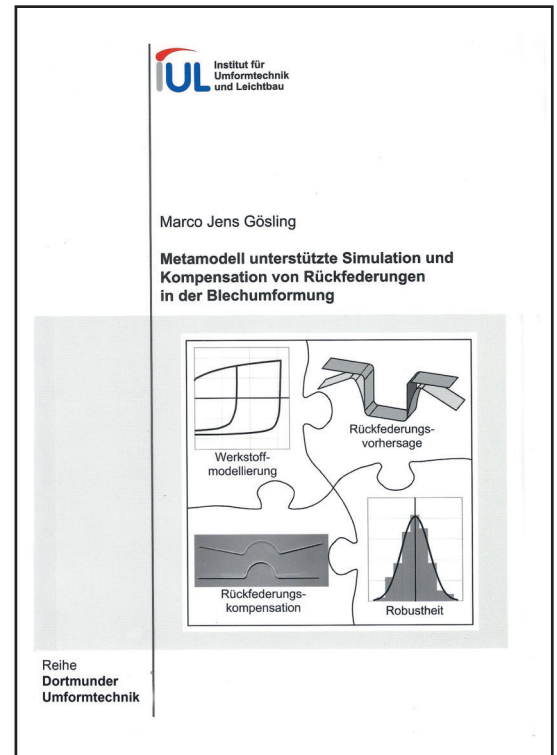
Sprache: Deutsch

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird die Simulation und Kompensation rückfederungsbedingter Formabweichungen von Blechformteilen untersucht. Durch Rückfederungen entstehen bei Blechumformprozessen Formabweichungen, die die Qualität eines Blechformteils negativ beeinflussen bzw. zu Ausschuss führen können. Die Finite-Element Methode bietet das Potential, diesen rückfederungsbedingten Ausschuss durch eine virtuelle Prozess- und Werkzeugplanung zu minimieren und damit wirtschaftlichere Umformprozesse zu erreichen.

Im Rahmen dieser Arbeit wird gezeigt, dass die Voraussetzung für gute Rückfederungsvorhersagen eine möglichst gute Beschreibung des Werkstoffverhaltens und insbesondere eine angemessene Modellierung des Verfestigungsverhaltens nach einer Lastrichtungsumkehr ist. So konnten durch eine angemessene Modellierung des Werkstoffverhaltens Rückfederungsvorhersagen mit einer relativen Abweichung zum Experiment von weniger als 5% erreicht werden. Durch eine präzise simulationsgestützte Vorhersage von Rückfederungen wird eine rechnergestützte Kompensation der Rückfederung möglich. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Rückfederungskompensation anhand eines Streckbiegeteils demonstriert. Dabei wurden unterschiedliche Strategien wie die Veränderung der Werkzeuggeometrie (Bombierung), die Veränderung des Spannungszustandes oder die Veränderung der Bauteilsteifigkeit vorgestellt. Die unterschiedlichen Rückfederungskompensationen wurden weiterhin bezüglich ihrer Robustheit gegenüber im Prozess nur schwer zu kontrollierenden Störgrößen, wie der Anfangsfließspannung, der Einlegeposition der Platine sowie der Reibzahl, untersucht. Dazu wurde ein effizientes Verfahren zur Beschreibung der Prozessrobustheit auf Basis eines Metamodells vorgestellt. Für das untersuchte Problem konnte der numerische Aufwand im Vergleich zu einer konventionellen Quasi-Monte-Carlo-Methode um 70% reduziert werden.

Mithilfe der Metamodell-basierten Robustheitsanalyse wurden dann Robustheiten unterschiedlicher Kompensationsstrategien untersucht. Für das untersuchte Bauteil weist eine mechanische Kompensationsstrategie, auf Basis einer Variation der Niederhalterkräfte, eine sehr geringe Streuung der Rückfederung unter den betrachteten Störgrößen auf. Allerdings konnte dabei die Rückfederung nicht vollständig kompensiert werden. Die geometrische Kompensationslösung über eine Werkzeugbombierung ist sensitiver gegenüber den Störgrößen, ermöglicht hingegen prinzipiell auch eine vollständige Rückfederungskompensation. Durch eine Kombination dieser beiden Kompensationsstrategien konnte schließlich ein robuster Prozess und eine Einhaltung der Formgenauigkeit erreicht werden.



Meta-model supported simulation and compensation of springback in sheet metal forming processes

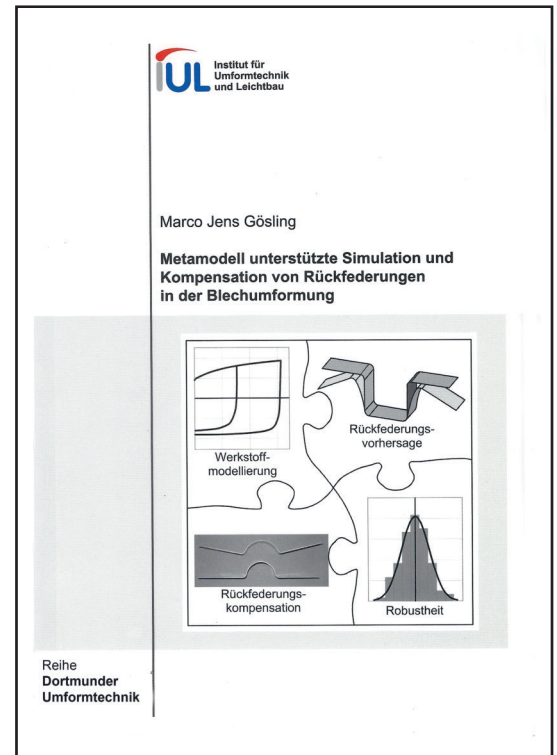
Marco Jens Gösling

Series: Dortmunder Umformtechnik - Volume 61

Shaker Verlag

ISBN: 978-3-8322-9355-0

Original language: German



Abstract

Topic of this thesis is the simulation and compensation of springback in sheet metal forming. Springback after forming operations results in a deviation from the desired shape, which needs to be compensated. To achieve a cost-effective forming process, the springback should be compensated by a computer-supported modification of the process and the tool surfaces. Therefore, it is necessary to calculate the shape deviations with an adequate accuracy. Springback behavior for the hat shape drawing test was found to be predictable by Finite Element Analysis (FEA) with relative deviations smaller than 5%. The models used are therefore capable of predicting springback quantitatively and hence are applicable to a simulation-based springback compensation.

The compensation of form errors caused by springback can be achieved by applying for example mechanical methods or geometrical methods. Mechanical methods are based on modifying the stress condition by appropriate arrangements such as applying additional restraining forces in order to reduce springback. In contrast to that, in geometrical methods, tool or part geometries are modified without a systematic modification of the stress condition. For tool modification instead of reducing springback, the specific geometrical deviations are used. The tool is adapted so that the workpiece springs back into the desired geometrical form after the forming process. A special focus is put on a springback compensation with regard to process robustness. The process robustness is affected by so called noise variables. Noise variables are process conditions that cannot be exactly controlled or held constant during the forming process or any longer time period. Examples of noise variables are friction and material characteristics. The robustness with respect to noise variables are investigated for compensated springback processes, where geometrical as well as mechanical compensation approaches have been applied. Robustness is evaluated using a Monte Carlo approach in combination with a metamodel. Thereby, the overall numerical costs could be reduced by about 70% in comparison to a Quasi Monte Carlo approach.

The mechanical compensation based on blank holder force regulation and an adaptation of the part stiffness both promise very small variations of springback with respect to the considered noise variables, however, with a systematic deviation from the target value. Hence, these strategies do not allow for a complete compensation of springback. The approximated springback distribution for the geometrical compensation strategy shows a high sensitivity to noise variables, but results vary around the target value of zero, this means that complete compensation is possible. An even better result was achieved by a combination of different compensation strategies. For example, a combination of blankholder regulation and tool modification hits the target value with a small scatter in the springback.