

Engineering Adapted to Production – A New Approach to Software-supported Design of Forgings and Dies

Within the scope of the basic research projects promoted by the German Research Foundation (Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)), a method is presently being developed, which provides the designer with production-specific information about the available installations of the process chain to produce components during the component and tool construction and draws attention to possible process-related, construction-relevant restrictions. The methods should lead to a software application which is linked to conventional CAD software. The software application should reduce future engineering errors using an early integration of technical production information into the design phase.

Produktionsangepasste Konstruktion – Ein neuer Ansatz zur softwaregestütz- ten Auslegung von Schmiedebauteilen und -gesenken

Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Matthias Dannenberg,
Dipl.-Ing. Sergej Koch und
Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens, Hannover

Mit dem nachstehenden Beitrag ermöglicht das SchmiedeJOURNAL, den Autoren einen Beitrag aus der Grundlagenforschung vorzustellen. Diese hier angedachten Überlegungen bedürfen bis zu einem späteren industriellen Einsatz noch einer umfänglichen Behandlung und Weiterentwicklung sowie einer Validierung bei Industriepartnern.

Im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts der Grundlagenforschung wird derzeit eine Methode entwickelt, die dem Konstrukteur schon während der Bauteil- und Werkzeugkonstruktion produktionspezifische Informationen über die verfügbaren Anlagen der Prozesskette zur Bauteilherstellung bereitstellen und auf mögliche produktionsbedingte, konstruktionsrelevante Einschränkungen aufmerksam machen soll. Die Methode soll in eine Softwareapplikation münden, die an eine konventionelle CAD-Software angebunden wird. Die Softwareapplikation soll zukünftig Konstruktionsfehler durch eine frühzeitige Einbeziehung von produktionstechnischen Informationen in der Konstruktionsphase verringern.

Herausforderungen bei der Konstruktion von Schmiedebauteilen und -gesenken

Schmiedebauteile zeichnen sich durch Sicherheit, Zuverlässigkeit und eine lange Lebensdauer aus [1]. Die Produktentwicklung von Schmiedebauteilen sowie die Entwicklung der dafür notwendigen Werkzeuge tragen maßgeblich zur Erreichung dieser Eigenschaften bei.

Während des Produktentwicklungsprozesses werden vom Konstrukteur die konstruktiven Parameter Form, Abmessungen, Oberflächenqualität und Toleranzen des zu fertigenden Schmiedebauteils und des zugehörigen Werkzeugs festgelegt. Diese Parameter entscheiden

sowohl über die zur Herstellung des Bauteils zu verwendenden Prozesse (Erwärmung, Schmieden, Wärmebehandeln und Zerspannung) als auch über die zugehörigen fertigungstechnischen Anlagen und Werkzeugmaschinen. Folglich haben die Entscheidungen

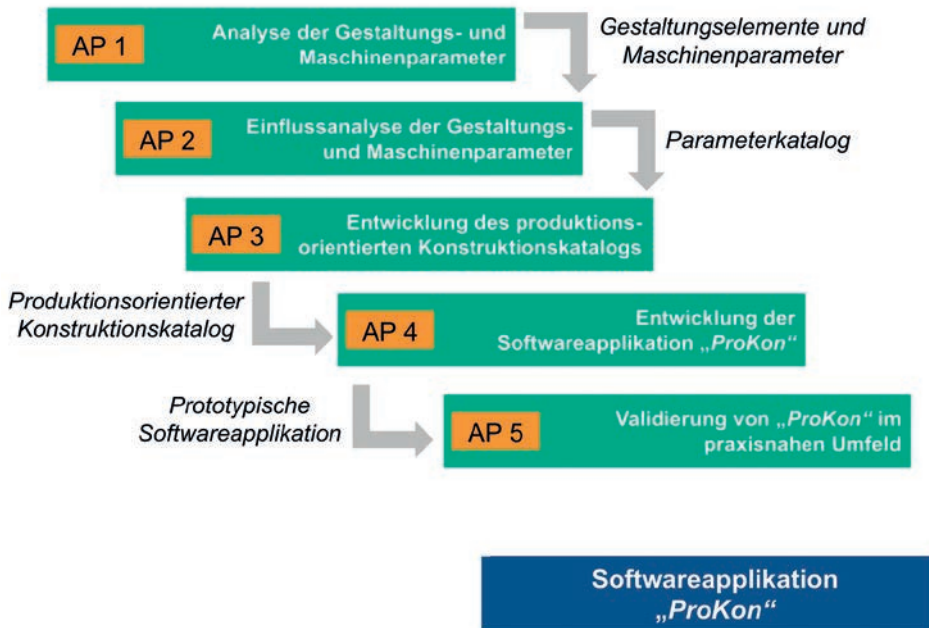


Bild 1: Methode zur produktionsangepassten Konstruktion.

des Konstrukteurs schon in der Phase der Produktentwicklung einen großen Einfluss auf die resultierenden Fertigungskosten, -zeiten und -qualitäten. Nach Ullmann werden in der Phase der Entwicklung und Konstruktion nur 10 Prozent der (Produkt-) Selbstkosten verursacht, aber bereits 70 Prozent der (Produkt-) Kosten festgelegt [2].

Aus diesem Grund ist es sinnvoll, bereits in einer frühen Phase der Konstruktion die durch den Konstrukteur zu treffenden Entscheidungen durch eine entsprechende Mit-

arbeit und Bereitstellung relevanter Informationen unter anderem von Seiten der Arbeitsvorbereitung zu unterstützen [3].

Derzeit existiert keine Methode zur Konstruktion von Schmiedebauteilen und -werkzeugen, die produktionsspezifische Informationen der Prozesskette der Bauteilherstellung in die Konstruktionsphase einbezieht und so den Konstrukteur während der Konstruktion von Bauteil und Schmiedewerkzeug unterstützt.

Methodischer Ansatz

Um eine optimale Abstimmung zwischen Konstruktion und Arbeitsvorbereitung bereits zu einem frühen Zeitpunkt der Konstruktionsphase zu ermöglichen, wird gegenwärtig am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen (IFUM) der Leibniz Universität Hannover eine Softwareapplikation entwickelt, die den Konstrukteur frühzeitig mit produktionstechnischen Daten über die zur Verfügung stehenden Maschinen und Anlagen informiert. Zu diesen Daten zählen konstruktionsrelevante, anlagenspezifische Eigenschaften, wie beispielsweise die Fertigungsgenauigkeit oder der Einbauraum der Presse.

Mit der in diesem Projekt zu entwickelnden Methode soll dem Konstrukteur eine schnelle und auf die Anlagen der jeweiligen Prozesskette abgestimmte Konstruktion des Bauteils und Werkzeugs ermöglicht werden (Bild 1).

Die Methode soll sich dabei zunächst auf rotationssymmetrische Bauteile sowie die zugehörigen Werkzeuge beschränken. Als Referenzbauteil dient in diesem Zusammenhang die in Bild 2 dargestellte Lagerbuchse.

Die Kenntnisse der für eine schmiegedegerechte Konstruktion notwendigen Gestaltungselemente (zum Beispiel Radien, Schrägen, Aufmaß) sowohl für den Schmiedeprozess als auch für die vorgelagerte Erwärmung des Rohteils sowie die nachgelagerten Prozesse der Wärmebehandlung und spanenden Nachbearbeitung sind dabei eine wesentliche und wichtige Voraussetzung für eine produktionsangepasste Konstruktion.

Daher werden im ersten Schritt des Projekts konstruktionsrelevante Gestaltungselemente und Maschinenparameter für die oben genannten Prozesse auf Basis von Literatur und Fachgesprächen mit Unternehmen der Schmiedeindustrie ermittelt und klassifiziert. Darauf aufbauend werden Maschinen- und Anlagenparameter mit einem signifikanten Einfluss auf die Gestaltungselemente des Bauteils und Werkzeugs und deren valide Wertebereiche ermittelt und in einen Parameterkatalog überführt.

Auf Basis dieses Parameterkatalogs erfolgt die nachfolgende Ableitung der produktionsangepassten Konstruktionsmethode. Im Zuge dessen wird ein wissensbasierter Abfolgeplan erstellt. Anhand des Abfolgeplans wird der Konstrukteur manuell, schrittweise durch die Methode geführt, um das Bauteil und das Schmiedewerkzeug an die jeweilige Prozesskette anpassen zu können (Bild 2).

Anschließend erfolgt die softwaretechnische Entwicklung und Implementierung der Zusatzapplikation namens „ProKon“. Damit entsteht ein automatisierter Abfolge-

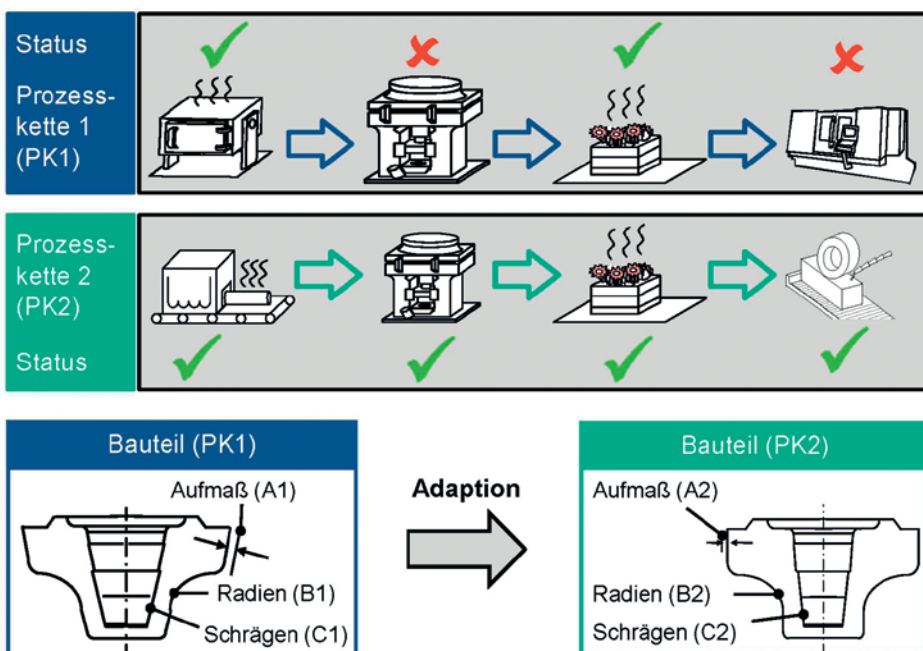


Bild 2: An die produktionstechnische Prozesskette angepasstes Schmiedebauteil.

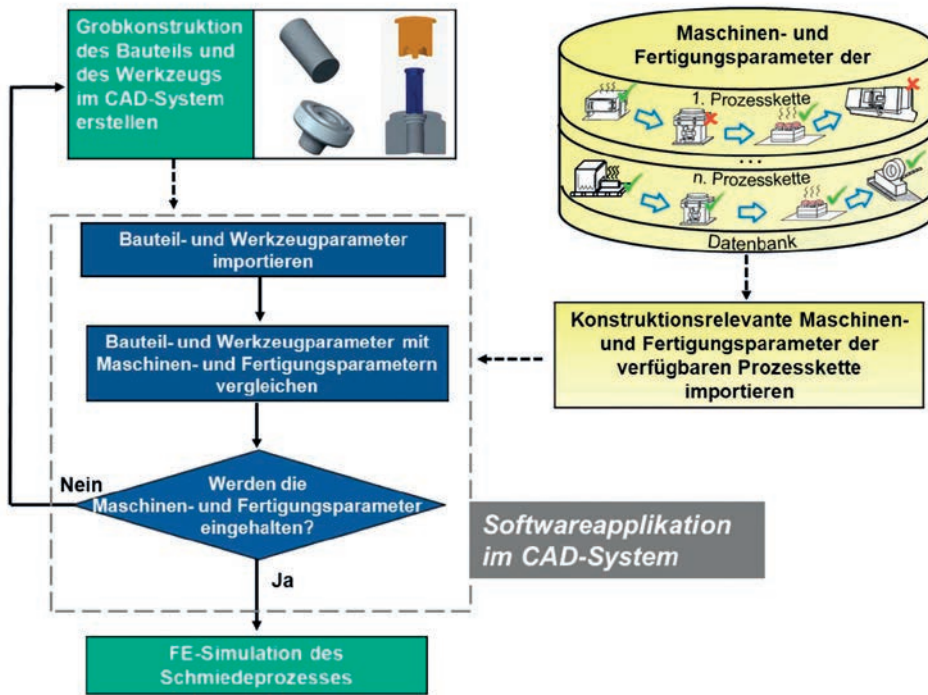


Bild 3: Flussdiagramm zur Abfolge der produktionsangepassten Konstruktion.

Bilder: Autoren

plan, der den Konstrukteur hinsichtlich der relevanten Änderungen am Werkzeug beziehungsweise Bauteil unterstützt. Abschließend erfolgt die praxisnahe Validierung der Softwareapplikation anhand eines Referenzszenarios von Fertigungslinien unter Laborbedingungen am IFUM.

Zukünftiger Softwareprototyp „ProKon“

Mit der Verwendung moderner CAD-Softwarewerkzeuge und deren anwendungsspezifischen Zusatzapplikationen kann in vielen Fällen die Senkung der Produktentwicklungszeit und -kosten erreicht werden.

Mit der zu entwickelnden Softwareapplikation „ProKon“ soll der Konstrukteur während der Konstruktionsphase über maschinen-spezifische Eigenschaften mit Einfluss auf die Konstruktion informiert werden und somit die betreffenden Gestaltungselemente am Bauteil (Beispiel: Toleranzen) sowie am Werkzeug (Beispiel: Auswerferschragen) rechtzeitig anpassen können. Durch die frühzeitige Einbeziehung produktions-spezifischer Informationen der Prozesskette wird die Durchlaufzeit während der Bauteilkonstruktion verringert und maschinen- und anlagenbedingte Fehlkonstruktionen vermieden. Zudem kann durch die schnelle Anpassung des Bauteils und der zugehörigen Werkzeuge an andere zur Verfügung stehende Prozessketten eine verbesserte Auslastung der Fertigungsanlagen erzielt werden.

Der zukünftige Softwareprototyp soll aus einer Datenbank und einer Zusatzapplikation zur produktionsorientierten Konstruktion

bestehen, die an ein konventionelles CAD-System angekoppelt werden sollen. Das Flussdiagramm zur produktionsangepassten Konstruktion ist im Bild 3 dargestellt.

Den Ausgangspunkt der produktionsorientierten Konstruktion stellt eine vom Konstrukteur erstellte Grobkonstruktion des Schmiedeteils in einer konventionellen CAD-Software dar. Daraufhin werden die Bauteil- und Werkzeugparameter sowie die Maschinen- und Fertigungsparameter der verfügbaren Prozesskette in die Zusatzapplikation importiert und miteinander verglichen. Die Maschinen- und Fertigungsparameter der zur Verfügung stehenden Prozessketten sind in einer Datenbank hinterlegt. Im nächsten Schritt wird anhand von zu programmierenden Algorithmen überprüft, ob die aus den Maschinen- und Fertigungsparametern resultierenden konstruktionsrelevanten Parameter beziehungsweise Restriktionen eingehalten werden. Ist das der Fall, können die Bauteil- und Werkzeugmodelle für die weiteren Produktentwicklungsschritte, wie beispielsweise eine Finite-Elemente-Simulation des Umformprozesses, verwendet werden.

Zusammenfassung und Ausblick

Bei der gegenwärtig am IFUM Hannover zu entwickelnden Methode zur produktionsan-

gepassten Konstruktion von Schmiedebauteilen und -werkzeugen werden die einzelnen Prozesse der fertigungstechnischen Prozesskette zur Herstellung eines Schmiedebauteils hinsichtlich der zugehörigen konstruktionsrelevanten Gestaltungselemente klassifiziert und deren Zusammenhang mit den zur Prozesskette zugehörigen Maschinenparametern analysiert. Anschließend wird auf Basis der mit den vorangehenden Schritten erzielten Ergebnisse ein produktionsorientierter Konstruktionskatalog generiert, der als Grundlage für die anschließend zu programmierende Softwareapplikation dient. Abschließend wird die in eine Softwareapplikation überführte Methode anhand eines praxisnahen Konstruktionsablaufs validiert. Durch die zu entwickelnde Softwareapplikation, für die Kontakte zu Industriepartnern aufgebaut werden müssen, soll zukünftig ein Beitrag für eine individuell an die Produktionsanlagen angepasste Konstruktion geleistet und somit die Konstruktionszeit verringert und die Maschinenbelegung optimiert werden.

Danksagung

Das in diesem Artikel vorgestellte Projekt wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), Projektnummern BE 1691/152-1, gefördert, wofür die Projektpartner ihren Dank aussprechen.

Literatur

- [1] Doege, E.; Behrens, B.-A.: Handbuch der Umformtechnik: Grundlagen, Technologien, Maschinen. 2. Aufl. Berlin: Springer, 2010.
- [2] Ullmann D. G.: The Mechanical Design Process. 4. Aufl. New York: McGraw-Hill, 2010.
- [3] Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K.-H.: Konstruktionslehre: Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung, Methoden und Anwendung. 7. Aufl. Berlin: Springer, 2007.



Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Matthias Dannenberg



Dipl.-Ing. Sergej Koch



Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens