

Konstruktionssystematische Grundlagen für funktions- und produktionsgerechte Feinblechstrukturen

Penschke, St.

Seit Juli letzten Jahres ist an der TU Clausthal und der Universität Hannover der Sonderforschungsbereich (SFB) 362 "Fertigen in Feinblech" eingerichtet. Ziel dieses Forschungsprojektes ist die Schaffung von Grundlagen für den vermehrten Einsatz des Halbzeuges Blech. Es sollen neue Perspektiven zur Kombination von Umform- und Fügeprozessen sowie für funktions- und produktionsgerechte Feinblechkonstruktionen eröffnet werden. Dazu kooperieren unterschiedliche ingenieurwissenschaftliche Fachbereiche wie Umformtechnik, Schweißtechnik, Werkstofftechnik, Konstruktionslehre und Betriebsorganisation.

Since July of last year the TU Clausthal and the University of Hannover have been grant recipients for the government sponsored special research project 362 "processing of thin sheet metal". The aim of this project is to provide the basics promoting the increasing use of sheet metal. Through the planned research, new possibilities for the combination of forming and joining, as well as new applications for sheet metal are being sought that meets the requirements of function and production. Therefore research departments of metal forming, welding engineering, material science, design theory and logistics are cooperating.

1 Projektumfeld

Feinblech ist heute dank moderner Stahlerzeugungsverfahren ein außerordentlich hochwertiges Halbzeug. Hier sei auf die Weiterentwicklung der metallurgischen Technik und Prozeßführung mit ihrer erheblichen Verbesserung des Reinheitsgrades, die Möglichkeiten zur Einstellung einer bestimmten Mikrostruktur während der Blechherstellung sowie eine mögliche kontinuierliche Prozeßführung beispielsweise bei der Kaltband-Herstellung hingewiesen.

Das Halbzeug Blech besitzt den großen Vorteil, daß eigenschaftsbestimmende Werkstoffherstellung und Formgebung in getrennten Fertigungsschritten erfolgen. Bei der heutigen umfangreichen Verfügbarkeit von Blech läßt sich dadurch eine hohe Qualitätssi-

cherheit und Formflexibilität erzielen. Fertigungstechnisch lassen sich Blechbauteile mit komplexer Gestalt realisieren. Eine exakt auf die jeweiligen Beanspruchungen zugeschnittene Bauteilstruktur ist möglich. Als Ersatz für herkömmliche Konstruktionen sind das Schichten von Feinblechen zur Auflösung großer Werkstoffquerschnitte, dünnwandige tragwerkartige Leichtbaustrukturen oder die Nutzung der Sandwichbauweise denkbar.

Nicht zuletzt besitzt Stahlblech aus ökologischer Sicht wegen seiner sehr guten Eigenschaften bezüglich des Recyclings erhebliche Vorteile. Kein anderer Werkstoff besitzt bereits heute eine so hohe Recyclingrate wie Stahl. Auch aus diesem Grund bietet sich Feinblech für die vermehrte Nutzung anstelle schwer recycelbarer Kunststoffe und anderer knapper Rohstoffe an.

So ergeben sich aus der technischen Entwicklung von Blechherstellungs- und verarbeitungsverfahren /1/ neue Möglichkeiten und Perspektiven, die das Halbzeug Blech besonders interessant machen.

2 SFB 362 "Fertigen in Feinblech"

Der oben beschriebenen Entwicklung Rechnung tragend, will der SFB die wissenschaftlichen Grundlagen der werkstoff- und prozeßtechnischen Vorgänge beim Umformen und Fügen von Feinblech sowie deren Auswirkungen auf ausgewählte Bauteileigenschaften untersuchen. Der SFB ist ein Gemeinschaftsprojekt mit der Universität Hannover unter Federführung der Technischen Universität Clausthal. Er wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) in Bonn gefördert.

Der SFB gliedert sich in drei Projektgruppen. Die erste Gruppe untersucht Werkstoffverhalten und Stofffluß beim Umformen und Fügen. Rechnergestützte Modellierungs- und Berechnungsverfahren sollen die experimentell gewonnenen Erkenntnisse übertragbar und allgemein verwendbar machen. Gegenstand der zweiten Gruppe ist die Ermittlung optimaler Prozeßabläufe beim Fertigen in Feinblech, sowohl unter technologischen, als auch unter organisatorischen

Gesichtspunkten. Schwerpunkt bildet die Kombination von Umformen und Fügen (Umformen gefügter Zuschnitte, tailored blanks). Für die Untersuchungen bevorzugte Bearbeitungsverfahren sind das Laser- und Quetschnahtschweißen sowie das Streck- und Tiefziehen. Die dritte Gruppe befaßt sich mit der Ermittlung von Feinblechbauteileigenschaften. Hier steht die Überwachung von Qualitätsmerkmalen während des Bearbeitungsprozesses und am fertigen Feinblechbauteil sowie die Konzeption entsprechender Analyse- und Korrekturverfahren im Mittelpunkt. Dazu zählen die sichere Vermessung langwelliger Gestaltabweichungen und die Überprüfung von Festigkeitseigenschaften an gefügten und umgeformten Bauteilen einschließlich der Definition geeigneter Probenabmessungen.

Das gesamte Arbeitsprogramm besteht aus 14 Teilprojekten, welche von 9 Instituten bearbeitet werden. Die Forschungsergebnisse speziell der werkstofftechnischen und technologischen Untersuchungen sollen die Grundlage für eine Ableitung neuer, qualitativ hochwertiger konstruktiver Lösungen bilden. Wesentliches Anliegen ist es, unter Berücksichtigung der neuen Verarbeitungseigenschaften und -möglichkeiten und der daraus resultierenden Produktqualitäten, die Anwendung des Halbzeuges Feinblech in allen Bereichen des Maschinen- und Apparatebaus durch die Erschließung neuer Einsatzgebiete sowie durch die Substitution anderer Werkstoffe zu fördern.

3 Teilprojekt B4 "Feinblechkonstruktion"

Das Teilprojekt B4 wird vom Institut für Maschinenwesen und dem Institut für Werkstoffumformung der TU Clausthal bearbeitet. Im Rahmen dieses Teilprojektes sollen Werkzeuge zur Konstruktionsunterstützung entwickelt werden. Im Mittelpunkt steht die Erarbeitung konstruktionssystematischer Grundlagen für die produktionsgerechte Entwicklung von innovativen Feinblechkonstruktionen.

Die Konstruktion im Spannungsfeld zwischen Marktanforderungen, Fertigungsmöglichkeiten und Kosten ist entscheidender Faktor für den Erfolg eines Produktes. Ziel muß es daher sein, den Konstrukteur in die Lage zu versetzen, ein Produkt zu definieren bzw. zu gestalten, das sowohl den Funktionsanforderungen entspricht, als auch ein Optimum hinsichtlich der Produktion darstellt. Wie **Bild 1** zeigt, ist die Realisierung optimaler Blechkonstruktionen nur durch eine ganzheitliche Betrachtung der Teilaspekte Produkthanfor-

derungen, Produktfunktionen, Füge- und Umformparameter sowie die Einbindung in Fertigungsstrukturen möglich.

Aus diesen Zusammenhängen zwischen Konstruktions- und Produktionsdaten ergeben sich drei Fragenkomplexe, die im Rahmen des Forschungsvorhabens langfristig zu beantworten sind:

- In welcher Weise sind Anforderungsliste und Funktionsstruktur aufzubereiten, damit geometriebezogene Informationen aus Materialeigenschaften und Fertigungstechnologie in der Konstruktion genutzt werden können? Können die bekannten Methoden der Anforderungs- und Funktionsanalyse /2,3,4/, die sich meist auf globale Aufgabenstellungen mit der abstrahierenden Suche nach physikalischen Wirkprinzipien beziehen, für die hier vorliegenden Aufgaben im Bereich der Gestaltung und Dimensionierung angewendet werden oder müssen neue Analysemethoden gefunden werden?
- Nach welchen Gesichtspunkten und mit welchen Methoden sind technologische Informationen zur Gestaltung von Blechteilen bereitzustellen? Welche Strukturierungs- und Beschreibungsmöglichkeiten gibt es für diese Informationen? Sind die bekannten Methoden für eine technologisch ausgerichtete Unterstützung des Konstruktionsprozesses anwendbar?
- In welcher Form müssen die oben genannten Daten bereitgestellt werden? Welche rechnergestützten Präsentationsmöglichkeiten sind zweckmäßig, um die Informationen anwendungsbezogen darzustellen?

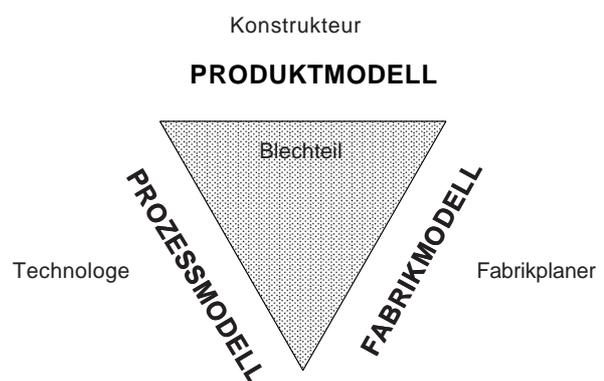


Bild 1 Sichtweisen auf ein Feinblechbauteil

Die besondere Problematik der Aufbereitung und Darstellung von konstruktionsrelevantem Wissen liegt darin begründet, daß konkrete Informationen zur Fertigungstechnologie an die Produktgestalt geknüpft sind, wogegen der Konstrukteur im allgemeinen funktionsbezogen arbeitet. Die gegenwärtig übliche Form der Darstellung von Konstruktionsregeln zum blechgerechten Konstruieren ist eine Gegenüberstellung günstiger und ungünstiger Beispiellösungen in Verbindung mit verbal formulierten Regeln. Um ein Produkt zu optimieren, muß der Konstrukteur die Regeln sequentiell durcharbeiten, abstrahieren und auf sein konkretes Blechteil anwenden. Dieses Vorgehen kann erheblich effektiviert werden, wenn die Informationen zu Fertigungsprozessen und -strukturen der Problemstellung angepaßt bereitgestellt werden können.

Aufbauend auf einer systematischen Erfassung und Strukturierung des konstruktionsrelevanten Wissens und der anschließenden Beschreibung in Informationsmodellen, soll eine Systematik entwickelt werden, die den Übergang von der Funktion zur Gestalt des Funktionsträgers ermöglicht. Anknüpfungspunkt bilden dabei blechspezifische Formelemente, die durch geometrische, funktionale und technologische Merkmale beschrieben werden /5/. Durch den Vergleich von funktionsbezogenen und produktionsbezogenen Merkmalen der Formelemente können dem Konstrukteur Vorschläge für die Gestaltung unterbreitet werden. Für die Verknüpfung der Formelemente

wird ein Regelwerk zur Verfügung gestellt.

Bild 2 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines langfristig zu realisierenden Konstruktionsinformationssystems bestehend aus einer Bibliothek von Formelementen, die durch die oben genannten Merkmale beschrieben sind, einem Regelwerk zur Verknüpfung der verschiedenen Formelemente und einer Dialogkomponente.

Aus den beschriebenen Aufgaben leiten sich die folgenden Arbeitsschritte ab:

- 1 Analyse des Untersuchungsbereiches
 - Produkte (Funktion, Aufgaben, Komplexität)
 - Verfahren
 - Fertigungsstrukturen
- 2 Bewertung und Auswahl von Referenzprodukten, -verfahren und -fertigungsstrukturen
- 3 Entwicklung eines Szenarios
 - 3.1 Beschreibung des Konstruktionsprozesses und der Referenzvorgehensweise
 - 3.2 Extraktion der Informationen und Regeln
 - 3.3 Anpassung der Funktionsanalyse
 - 3.4 Beschreibung und Modellierung der Informationsobjekte, Attribute und Relationen
- 4 Prototypentwicklung für ein Informationssystem

4 Projektstart

In der Projektstartphase wurde entsprechend den geplanten Arbeiten zunächst damit begonnen den Untersuchungsbereich zu analysieren. Um einen möglichst großen Praxisbezug zu gewährleisten, wurde

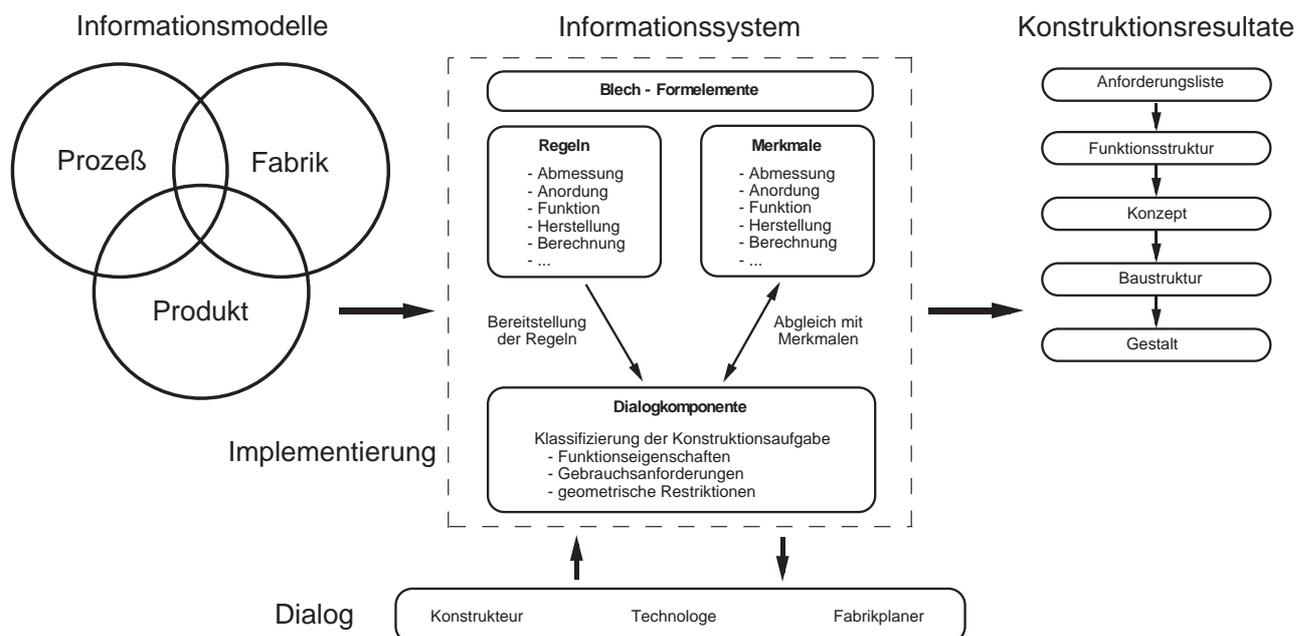


Bild 2 Struktur eines Konstruktionsinformationssystems für die Feinblechkonstruktion

eine Industriebefragung durchgeführt.

Dazu wurde ein zweiteiliger Fragebogen entwickelt, der die spezifischen Gebiete des Untersuchungsgebietes abdeckt. Im ersten Teil werden Angaben zum Unternehmen abgefragt:

- allgemeine Daten, wie Branche, Charakter (Zulieferer, Hersteller von Endprodukten etc.), Größe und Gliederung des Unternehmens;
- Angaben zur Organisation des Unternehmens, wie Organisationstypen, Fertigungsarten und Unternehmensphilosophie;
- produktbezogene Daten, wie verwendete Bearbeitungsverfahren, verwendete Blechwerkstoffe, -dicken und -plattenabmessungen.

Im zweiten Teil wird um die Beschreibung mehrerer, für das Unternehmen typischer bzw. besonders interessanter Beispielteile gebeten. Hier wird unter anderem nach Ausgangsmaterial, Funktion, produzierter Stückzahl und Kostenanteilen gefragt. Um die Beschreibung des kompletten Bearbeitungsablaufes für die gewählten Teile zu vereinfachen, wurde eine Matrix bereitgestellt.

Zur Durchführung der eigentlichen Befragung haben im Vorfeld Recherchen in Fachzeitschriften, Lieferkatalogen und -verzeichnissen stattgefunden, als deren Ergebnis eine Adressendatenbank von ca. 300 Blechbearbeitern angelegt und zur Versendung des Fragebogens genutzt wurde.

Die zurückgelassenen Daten wurden entsprechend aufbereitet und für die Berücksichtigung bei der weiteren Projektarbeit ausgewertet. Es stehen Daten von Blechbearbeitern mit einem Teilespektrum von etwa 20 000 verschiedenen Blechbauteilen zur Verfügung. Die Ergebnisse der Befragung, die in **Bild 3** auszugsweise dargestellt sind, bilden die Grundlage für eine Auswahl von Referenzteilen, an denen die weiteren Untersuchungen exemplarisch durchgeführt werden sollen. Dabei wurden Bauteilstrukturen und Bearbeitungsverfahren berücksichtigt, die häufig Anwendung finden und den gegenwärtigen Stand der Technik repräsentieren.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Aus den Ergebnissen der Industriebefragung wurden Rückschlüsse für die weiteren Forschungsarbeiten gezogen. Nach der Bewertung und Auswahl von Referenzteilen und -verfahren wird gegenwärtig an der Entwicklung einer methodischen Vorgehensweise für die Konstruktion in Feinblech gearbeitet. Dazu laufen

Untersuchungen zu Spezifika im Konstruktionsprozeß beim Konstruieren in Blech, zur Bauteileklassifizierung und -beschreibung und zu Besonderheiten bei der Umkonstruktion von Bauteilen für eine Herstellung in Blech (Substitution anderer Werkstoffe).

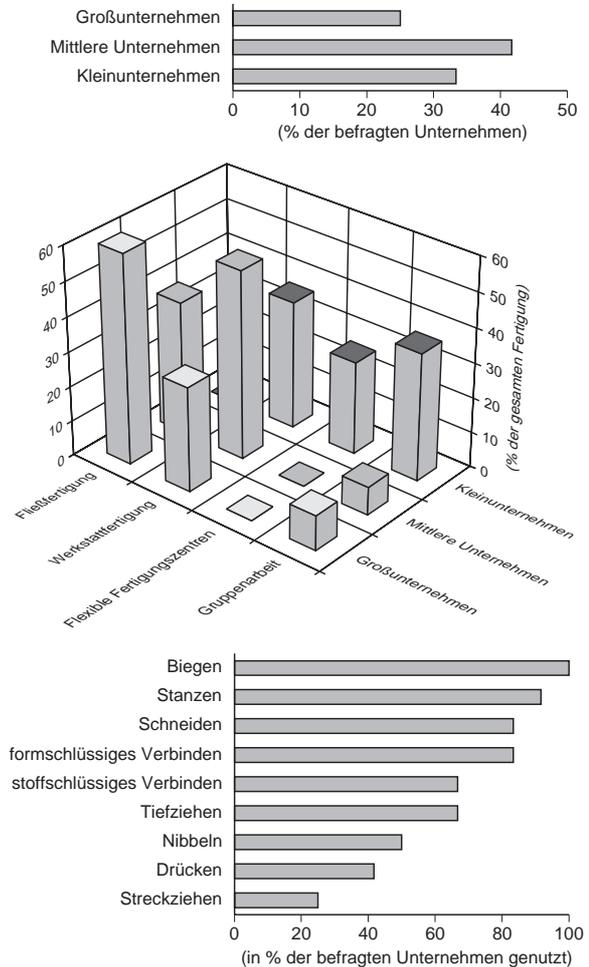


Bild 3 Teile der Auswertung der Industriebefragung

Literatur

- Siegert, K.: Neuere Entwicklungen in der Blechumformung, DGM-Informationsgesellschaft, Oberursel 1994
- Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre, 2. Auflage, Springer-Verlag 1986
- Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Springer-Verlag 1982
- VDI 2221: Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte, Düsseldorf, VDI-Verlag 1986
- Schulte, M.; Stark, R.: Definition und Anwendung höherwertiger Konstruktionselemente (Design Features) am Beispiel von Wellenkonstruktionen, Universität des Saarlandes, Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD, 1993