

**Berichte aus dem
Institut für Umformtechnik
der Universität Stuttgart
Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. K. Lange**

52



Wolfgang Schaub

Untersuchung der Verfahrensgrenzen beim 180°-Biegen von Fein- und Mittelblechen

Mit 24 Abbildungen

**Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1980**

Dipl.-Phys. Wolfgang Schaub

Institut für Umformtechnik
Universität Stuttgart

Dr.-Ing. Kurt Lange

o. Professor an der Universität Stuttgart
Institut für Umformtechnik

ISBN 978-3-540-09881-2 ISBN 978-3-642-52207-9 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-52207-9

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten.

Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

© Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1980.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

2362/3020—543210

GELEITWORT DES HERAUSGEBERS

Die Umformtechnik zeichnet sich durch sehr gute Werkstoffauswertung und hohe Mengenleistung in der Serienfertigung gegenüber anderen Fertigungsverfahren aus, wobei Beibehaltung der Masse, Änderung der Festigkeitseigenschaften während eines Vorgangs und elastische Rückfederung der Werkstücke nach einem Vorgang wesentliche Merkmale sind. Weiter sind die benötigten Kräfte, Arbeiten und Leistungen sehr viel größer als z.B. bei spanenden Verfahren. Die sichere Beherrschung eines Verfahrens in der industriellen Fertigung und die zunehmende Forderung nach Vermeidung bzw. Minimierung spanender Nacharbeit erzwingen die geschlossene Betrachtung des Systems "Umformende Fertigung" unter zentraler Berücksichtigung plastizitätstheoretischer, werkstoffkundlicher und tribologischer Grundlagen.

Das Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart stellt entsprechend Forschung und Entwicklung zum einen auf die Erarbeitung von Grundlagenwissen in diesen Bereichen ab, zum anderen untersucht und entwickelt es Verfahren unter Anwendung spezieller Meßtechniken mit dem Ziel einer genauen quantitativen Ermittlung des Einflusses der Parameter von Vorgang, Werkstoff, Werkzeug und Maschine. Die Behandlung von Problemen des Maschinenverhaltens, der Maschinenkonstruktion sowie der Werkzeugauslegung und -beanspruchung, der Auswahl hochbeanspruchbarer, verschleißfester Werkzeugbaustoffe und schließlich der Tribologie gehört entsprechend ebenfalls zum Arbeitsgebiet, das durch die Erfassung organisatorischer und betriebswirtschaftlicher Fragen abgerundet wird.

Im Rahmen der "Berichte aus dem Institut für Umformtechnik" erscheinen in zwangloser Folge jährlich mehrere Bände, in denen über einzelne Themen ausführlich berichtet wird. Dabei handelt es sich vornehmlich um Abschlußberichte von Forschungsvorhaben, Dissertationen, aber gelegentlich auch um andere Texte. Diese Berichte sollen den in der Praxis stehenden Ingenieuren und Wissenschaftlern zur Weiterbildung dienen und eine Hilfe bei der Lösung umformtechnischer Aufgaben sein. Für die Studierenden bieten sie die Möglichkeit zur Vertiefung der Kenntnisse. Die seit

zwei Jahrzehnten bewährte freundschaftliche Zusammenarbeit mit dem Springer-Verlag sehe ich als beste Voraussetzung für das Gelingen dieses Vorhabens an.

Kurt Lange

Vorwort

Der vorliegende Bericht gibt die Ergebnisse einer Forschungsarbeit wieder, die ich während meiner Tätigkeit am Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart durchgeführt habe.

Herrn Prof. Dr.-Ing. K. Lange danke ich sehr für die stete Förderung der Arbeit, wie ich auch allen Kollegen danke, die durch ihre tätige Hilfe die Arbeit ermöglicht haben.

Die Untersuchung wurde von der Deutschen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung und Oberflächenbehandlung e.V. mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft über die Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen e.V. gefördert.

Stuttgart, im Oktober 1979

Wolfgang Schaub

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Schrifttum	10
Verzeichnis der Abkürzungen	12
1 Einleitung	13
2 Ausgangssituation	15
3 Zielsetzung	18
4 Spalten und Überfaltungen beim scharfkantigen 180°-Biegen	19
4.1 Spaltenbildung	19
4.2 Überfaltungen	20
4.3 Untersuchte Einflußgrößen	21
4.4 Ergebnisse	22
4.4.1 Einfluß des Vorbiegehalbmessers	22
4.4.2 Einfluß der Fertigbiegeverfahren	23
4.4.3 Einfluß des Werkstückwerkstoffs	26
4.4.4 Oberflächeneinflüsse	26
4.5 Maßnahmen zur Unterdrückung der Spalten- und Faltenbildung	28
5 Werkstoffversagen von Blechen beim scharf- kantigen 180°-Biegen	29
5.1 Durchgeführte Untersuchungen	29
5.2 Ergebnisse	30
5.2.1 Bezogene Rißtiefe	30
5.2.2 Breitenformänderungen	32
5.2.3 Azimutale Dehnungen	34
5.3.4 Einfluß einer Vorverformung	38
5.3.5 Brucheinschnürung und Werkstoffversagen	38
6 Zusammenfassung	41
7 Bilder, Tabellen	43

Schrifttum

- [1] Aluminium + Automobil. INTERNATIONAL CONFERENCE, Düsseldorf 1976 Aluminium-Zentrale.
- [2] Rechlin, B.: Vergleichende Untersuchungen verschiedener Kaltbiegeverfahren für Bleche. Fortschr.-Ber. VDI-Z. Reihe 2, Nr. 18 Aug. 1967.
- [3] Stenger, H.: Bedeutung des Formänderungsvermögens für die Umformung. BÄNDER BLECHE ROHRE 8 (1967) Nr. 9, S. 599-605.
- [4] Helms, R.: Untersuchung verfahrensbedingter Einflußgrößen auf die Aussagefähigkeit des Kaltversuches. Arch. Eisenhüttenwes. 46 (1975) Nr. 12 S. 789-794.
- [5] Datsko, J.; Yang, C.T.: Correlation of Bendability of Materials with their Tensile Properties. J. Engineering for Ind., Nov. (1960) S. 309-314.
- [6] Akeret, R.: Versagensmechanismen beim Biegen von Aluminiumblechen und Grenzen der Biegefähigkeit. Aluminium 54 (1978) S. 117-123.
- [7] Kienzle, O.; Mietzner, K.: Grundlagen einer Typologie umgeformter metallischer Oberflächen. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York 1965.
- [8] Dannenmann, E.: Die Abbildegenauigkeit beim Biegen im 90°-V-Gesenk und ihre Beeinflussung durch Nachdrücken im Gesenk. Berichte aus dem Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart, Nr. 8. Essen: Girardet 1969.
- [9] Cupka, V.; Nakagawa, T.; Tiyamoto, H.: Fine Bending with Counter Pressure. Annals of the CIRP, Vol. 22 (1973), S. 73-74.

- [10] Yoshida, K.; Ire, H.; Ishikawa, S.: Determination of Bending Limit by Fracture Stress under Tensile Unbending. Sci.Papers I.P.C.R., Vol. 68 (1974)3, S. 94-99.

- [11] N.N.: Die Verarbeitung der austenitischen Chrom-Nickel-Stähle, Teil II. International Nickel, Düsseldorf 1967.

- [12] Akeret, R.: Versagen von Aluminiumwerkstoffen bei der Umformung infolge lokalisierter Schiebezonen. Aluminium 54 (1978) 3, S. 193-198.

- [13] Akeret, R.: Beobachtungen über die Lokalisierung der Verformung in Aluminiumwerkstoffen. Aluminium 54 (1978) 6, S. 385-391.

Verzeichnis der Abkürzungen

a_0	Ausgangsmeßlänge
b	Blechbreite
ϵ	Dehnung
ϵ_a	Dehnung auf der Außenseite eines Biegeteils
ϵ_b	Breitendehnung
ϵ_i	Dehnung auf der Innenseite eines Biegeteils
n	Verfestigungsexponent
r	Halbmesser
r_a	Äußerer Biegehalbmesser
r_B	Biegekantenhalbmesser
r_i	Innerer Biegehalbmesser
r_m	Halbmesser der geometrisch mittleren Faser
r_{St}	Stempelkantenhalbmesser
r_z	Ziehkantenhalbmesser
s	Blechdicke
t	Rißtiefe
w	Gesenkweite
Z	Brucheinschnürung

Falls nicht ausdrücklich die Lage der Biegeachse zur Walzrichtung aufgeführt wird, so ist im folgenden bei Richtungsangaben stets die Lage der Probe zur Walzrichtung (WR) gemeint.

Beide Richtungen stehen in einem Winkel von 90° zueinander.