

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

76



Michael Widmann

**Herstellung und Versteifungswirkung
von geschlossenen Halbrundsicken**

Mit 63 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York Tokyo 1984

Dipl.-Ing. Michael Widmann

Institut für Umformtechnik

Universität Stuttgart

Dr.-Ing. Kurt Lange

o. Professor an der Universität Stuttgart

Institut für Umformtechnik

ISBN-13:978-3-540-13172-4

e-ISBN-13:978-3-642-82233-9

DOI:10.1007/978-3-642-82233-9

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. Die Vergütungsansprüche des § 54, Abs. 2 UrhG werden durch die „Verwertungsgesellschaft Wort“, München, wahrgenommen.

© Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1984.

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.

Gesamtherstellung: Copydruck GmbH, Offsetdruckerei, Industriestraße 1-3, 7258 Heimsheim, Telefon 0 70 33/38 25-26

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 Studieren-

den bieten sie die Möglichkeit zur Vertiefung der Kenntnisse.
Die seit zwei Jahrzehnten bewährte freundschaftliche Zusammen-
arbeit mit dem Springer-Verlag sehe ich als beste Voraussetzung
für das Gelingen dieses Vorhabens an.

Kurt Lange

V o r w o r t

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart.

Herrn Professor Dr.-Ing. K. Lange danke ich für sein Vertrauen und seine stete Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Herrn Professor Dipl.-Ing. H. Seeger bin ich für die eingehende Durchsicht der Arbeit zu Dank verpflichtet.

Darüber hinaus danke ich herzlich Herrn Dipl.-Ing. E. Dannemann für seine wertvollen Ratschläge und kritischen Diskussionen. Mein Dank gilt ferner allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Umformtechnik, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Die Untersuchung wurde von der Deutschen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (DFB) mit Mitteln des Bundesministers für Wirtschaft über die Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen (AIF) gefördert.

Stuttgart, Dezember 1983

Michael Widmann

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Verzeichnis der wichtigsten Abkürzungen	11
0 Einleitung	13
1 Stand der Erkenntnisse	17
1.1 Werkzeugausführungen und Verfahrensvarianten	17
1.2 Verfahrensgrenzen	19
1.3 Kraftbedarf	26
1.4 Versteifungswirkung und Belastbarkeit	29
2 Ziel der Untersuchung und Aufgabenstellung	35
2.1 Experimentelle Untersuchungen	35
2.2 Rechnerisch-theoretische Untersuchungen	36
3 Einzelsicke	38
3.1 Versuchsplan und Versuchsdurchführung	38
3.2 Versuchswerkstoffe und Schmierstoffe	42
3.3 Versuchswerkzeug und Umformmaschine	46
3.4 Versuchsergebnisse	49
3.4.1 Größte erreichbare Sicken tiefe	49
3.4.2 Formänderungsuntersuchung	58
3.4.2.1 Kritische Stellen an Halbrundsicken	60
3.4.2.2 Unterschiedliche Sickenausläufe	66
3.4.2.3 Einfluß der Schmierstoffe	69
3.4.3 Härteverteilung	72
3.4.4 Werkstoffbedarf	76
3.4.5 Stempelkraft	79
3.5 Versteifungswirkung	91
3.5.1 Experimentelle Ermittlung	91
3.5.1.1 Versuchsplan und Versuchswerkzeug	92
3.5.1.2 Versuchsdurchführung und -auswertung	94
3.5.1.3 Ergebnisse	96
3.5.2 Rechnerische Ermittlung der Versteifungswirkung	99
3.5.2.1 Bestimmung des Flächenträgheitsmomentes aus der Fläche des idealen Sickenquerschnitts	100

	Seite	
3.5.2.2	Bestimmung des Flächenträgheitsmomentes aus realen Querschnittsflächen	102
3.5.2.3	Bestimmung des Flächenträgheitsmomentes mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente (FEM)	103
3.5.3	Vergleich der experimentell-rechnerisch ermittelten und der berechneten Flächen- trägheitsmomente	106
4	Mehrfachsicke	116
4.1	Versuchsplan und Versuchswerkzeug	116
4.2	Versuchsergebnisse	118
4.2.1	Erreichbare Sickentiefe und erforderliche Stempelkraft	118
4.2.2	Formänderungsverteilung an parallelen Sicken	120
5	Sicken im Boden von Ziehteilen	124
5.1	Versuchseinrichtungen	124
5.1.1	Versuchswerkzeug und Umformmaschine	124
5.1.2	Untersuchte Sickenanordnung und Versuchsplan	127
5.2	Versuchsergebnisse	128
5.2.1	Sickentiefe	128
5.2.2	Stempelkraft	129
5.2.3	Versteifungswirkung	132
6	Folgerung für die praktische Anwendung	136
7	Zusammenfassung	141

Schrifttum