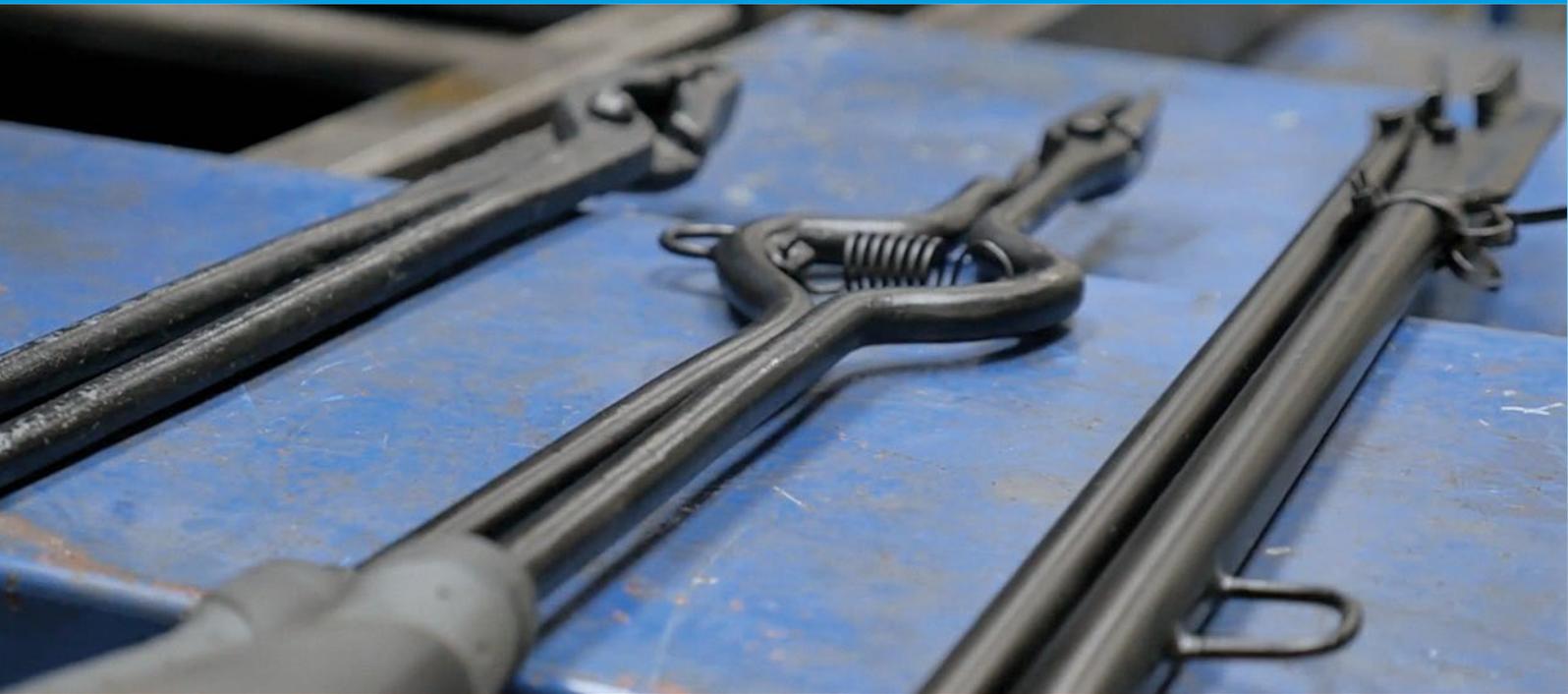


Entlastung beim Schmieden durch ergonomische Schmiedezangen



In der manuellen Massivumformung werden bei der Bearbeitung von Schmiedeteilen handgeführte Schmiedezangen eingesetzt. Beim Schmiedeprozess werden Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter körperlich durch hohe Schmiedeteilgewichte und übertragene Stöße belastet. Diese körperliche Belastung führt zu gesundheitlichen Einschränkungen und erhöht die Ausfallquoten. Im IPH wurden ergonomische Schmiedezangen entwickelt, die zu einer Entlastung der Schmiedemitarbeiter führen.

AUTOREN



David Schellenberg, M.Sc.

ist Projektingenieur
in der Abteilung Prozesstechnik
am IPH - Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH



Dipl.-Ing. Mareile Kriwall

ist Abteilungsleiterin der Prozesstechnik
am IPH – Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH



Dr.-Ing. Malte Stonis

ist koordinierender Geschäftsführer
am IPH – Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH



Prof. Dr.-Ing. Bernd-Arno Behrens

ist geschäftsführender Gesellschafter
am IPH – Institut für Integrierte Produktion
Hannover gGmbH und leitet das Institut
für Umformtechnik und Umformmaschinen
(IFUM) der Leibniz Universität Hannover

Die Massivumformung stellt eine Schlüsselkomponente der Wertschöpfungskette für die Maschinenbau- und Automobilbranche dar. Die Wettbewerbsfähigkeit dieser Branchen hängt maßgeblich von der Leistungsfähigkeit der Schmiedeindustrie ab [1]. Die älter werdenden Belegschaften in der Schmiedeindustrie und der demografische Wandel erfordern ergonomisch gestaltete und altersgerecht-optimierte Arbeitsplätze, um eine Beschäftigung bis ins hohe Alter zu ermöglichen. Dadurch sichern sich die Schmiedeunternehmen nicht nur den Erhalt der physischen Leistungsfähigkeit ihrer Beschäftigten, sondern auch deren Qualitätsbewusstsein und Zuverlässigkeit [2].

Schmiedemitarbeiter werden während ihrer Arbeit körperlich stark belastet. Neben der Handhabung von hohen Schmiedeteilgewichten von beispielsweise 25 Kilogramm müssen sie von der Umformmaschine übertragene Stöße kompensieren [3,4].

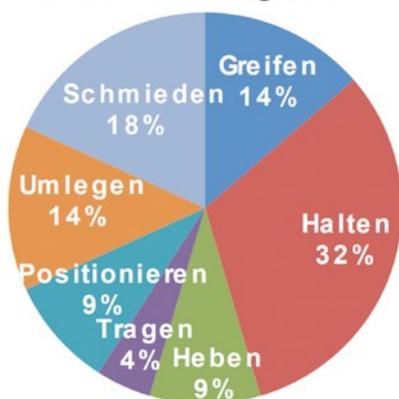
Die körperliche Belastung der Schmiedemitarbeiter kann zu einer Vielzahl an Erkrankungen führen. So treten beispielsweise Erkrankungen wie Mononeuropathie, Enthesopathien oder Schulterläsion knapp viermal häufiger auf als bei Büromitarbeitern [5,6]. Um Schmiedemitarbeiter lange und gesund

im Betrieb halten zu können, können ergonomisch optimierte Schmiedezangen eingesetzt werden.

ANFORDERUNGEN AN EINE ERGONOMISCHE SCHMIEDEZANGE

In anonymen Befragungen mit Schmiedemitarbeitern konnten Anforderungen an eine ergonomische Schmiedezange evaluiert werden. In Bild 1 links sind die Befragungsergebnisse hinsichtlich der Tätigkeiten von 22 Befragten dargestellt. Als am stärksten belastende Tätigkeiten nannten sie das dauerhafte Halten der Schmiedeteile (32 Prozent), die Schmiedetätigkeit mit der Stoß- und Schwingungsübertragung (18 Prozent) und das Greifen und Umlegen (je 14 Prozent). In Bild 1 rechts sind die Ergebnisse der Befragungen hinsichtlich der belasteten Körperbereiche aufgeführt. Hierbei ist zu erkennen, dass die Bereiche des Hand-Arm-Systems (Schulter, Hand, Arm) und des Rückens am stärksten beansprucht werden. Aus diesen Ergebnissen ließ sich die Anforderung ableiten, dass eine ergonomische Schmiedezange die Stöße- und Schwingungen, die Greifkraft und die zu tragende Schmiedeteillast reduzieren soll. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden verschiedene Schmiedezangenkonzepte entworfen.

Belastende Tätigkeiten



Belastete Körperteile

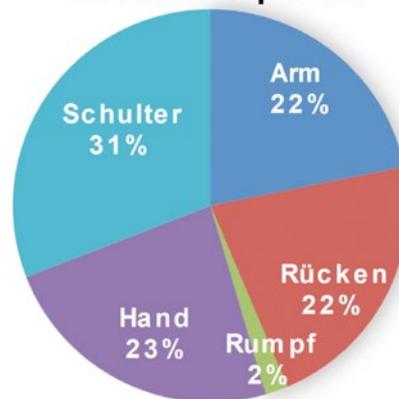


Bild 1: Fragebogenergebnisse zur subjektiven Einschätzung der belastenden Tätigkeiten und belasteter Körperteile

VORSTELLUNG VON ERGONOMISCHEN SCHMIEDEZANGENKONZEPTEN UND EINEM TRAGGESTELL

Um die Anforderungen an eine ergonomische Schmiedezange zu erfüllen, wurden drei ergonomische Schmiedezangenkonzepte und ein Traggestell entworfen, prototypisch gefertigt und experimentell überprüft. Diese ergonomischen Schmiedezangenkonzepte basieren auf einer Teilentkopplung zwischen Mensch und Schmiedezange, indem die Greifkräfte verringert oder vermieden werden und ein schwereloses Führen der Schmiedeteile ermöglicht wird. Sie erfüllen nicht nur die Anforderungen hinsichtlich einer Greifkraftreduktion, sondern auch einer Stoßreduktion und die Reduktion der Belastungen durch das zu tragende Schmiedeteilgewicht. Bild 2 stellt das Traggestell und folgende Schmiedezangenkonzepte dar:

Konventionelle Schmiedezange

Die konventionelle Schmiedezange besteht aus drei wesentlichen Teilen: Den Zangenschenkeln mit den Zangengriffen, dem Zangengelenk als Drehpunkt der Zangenschenkel und dem Zangenkopf mit den Greifbacken. Die Kraft in den Zangenbacken, die zum Klemmen eines Schmiedestücks durch das Zusammendrücken der Schenkel benötigt wird, hängt dabei von der Gelenkposition und der Schenkellänge ab und kann nach dem Hebelgesetz berechnet werden.

Zugfederzange

Die Zugfederzange unterscheidet sich im Hinblick auf eine konventionelle Schmiedezange vor allem durch die Verbindung der beiden Zangenschenkel mittels einer Zugfeder. Die Zange kann, abhängig von den vorliegenden Griffen, beidhändig oder mit einer Hand als Widerlager verwendet werden. Die Feder hat dabei die Funktion, die beiden Zangenschenkel geschlossen zu halten.

Kniehebelzange

Bei der Kniehebelzange handelt es sich um ein Schmiedezangenkonzept, dass sowohl beidhändig als auch mit einer Hand als Widerlager verwendet werden kann.

Der entscheidende Unterschied im Hinblick auf eine konventionelle Schmiedezange liegt im Einsatz eines Gleitgelenks mit Kniehebel. Durch das Gleitgelenk mit Kniehebel lässt sich die Maulöffnung variieren und eine Kraftübersetzung um den Faktor zehn realisieren

Gripzange

Bei der Gripzange wird das Zangenmaul mit Hilfe eines Kniehebels im hinteren Handbereich durch eine Hand geöffnet und geschlossen. So kann der Schmied die andere Hand als



Bild 2: Konventionelle Schmiedezange, Prototypen der ergonomischen Schmiedezangen und des Traggestells, Bilder: Autoren

Widerlager verwenden und die auftretenden Kräfteinwirkungen auf das Hand-Arm-System durch die Zange und das zusätzliche Schmiedeteil minimieren.

Traggestell

Das Traggestell ist eine Abwandlung eines Exoskeletts. Genutzt wird dabei ein Rucksacksystem, bestehend aus Rückenweste, Beckengurt, Balancer und einem Tragarm zum Befestigen an der Zange. So kann die Gewichtskraft der Schmiedezange und der Schmiedeteile auf eine große Fläche des Körpers verteilt werden. Ein fast schwereloses Führen der Schmiedeteile wird hierdurch ermöglicht und somit die Belastungen vor allem in Hand und Arm verringert.

KÖRPERLICHE ENTLASTUNG DURCH ERGONOMISCHE SCHMIEDEZANGEN

In experimentellen Untersuchungen konnten die Entlastungspotenziale von ergonomisch verbesserten Schmiedezangen aufgezeigt werden. Hierfür wurden Kalorienmessungen sowie Stoß- und Schwingungsmessungen durchgeführt.

Kalorienmessung

Die Kalorienmessungen wurden mit dem Kalorienmesssystem BODYMEDIA SENSEWEAR® durchgeführt. Anhand eines exem-

plarischen Arbeitsplatzes wurden gedrungene und lange Schmiedeteile mit Gewichten von bis zu 5,7 Kilogramm mit den vorgestellten Schmiedezangenkonzepten aus Bild 2 gehandhabt. Hierbei konnte evaluiert werden, dass die höchsten kalorischen Belastungen bei der Handhabung von langen und schweren Schmiedeteilen resultierten. Im Vergleich der einzelnen Schmiedezangenkonzepte reduzierten die ergonomischen Schmiedezangen den Kalorienbedarf im Vergleich zu einer konventionellen Schmiedezange. Die Zugfederzange und die Kniehebelzange konnten dabei den Kalorienbedarf um 20 Prozent senken, in dem diese die Greifkräfte reduzieren konnten. Bei der Gripzange entfallen die Greifkräfte und das Schmiedeteil muss nur geführt werden, hierbei wurde der Kalorienbedarf um 25 Prozent reduziert. Die höchste Entlastung wurde durch die Kombination einer Gripzange mit einem Traggestell realisiert. Hierbei konnte neben dem Entfallen der Greifkraft auch ein schwereloses Führen des Schmiedeteils realisiert werden. Diese Kombination führte zu einer kalorischen Entlastung um 52 Prozent.

Stoßmessung

Die Stoßmessung wurde im realen Schmiedebetrieb mittels eines Triaxial-Schwingungsaufnehmers durchgeführt. Für den Einsatz im Traggestell entstanden neue Schmiedezangen-

konzepte, mit denen Langteile von zirka 11 Kilogramm gehandhabt werden können. Das Potenzial der Stoßreduktion für die Gripzange und die Kniehebelzange wurde im Vergleich zu einer konventionellen Schmiedezange evaluiert. Dabei zeigte sich, dass die Gripzange aufgrund der geringeren Ankopplung der Hand an die Zange die Stöße um etwa 60 Prozent reduziert. Die Kniehebelzange reduziert aufgrund der hohen Kraftübertragung und damit einhergehenden geringeren Greifkraft die Stöße um etwa 26 Prozent.



[1] Kurtzke, W., Doth, B.: Branchenreport Schmiede-Industrie 2010, Im Sog der Weltwirtschaftskrise. IGM Vorstand: Wirtschaft, Technologie, Umwelt. Frankfurt, 2010

[2] Lotter, B., Deuse, J., Lotter, E.: Die primäre Produktion. Ein praktischer Leitfaden zur verlustfreien Wertschöpfung. Verlag Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2016

[3] Seebohm, K.W., Schnauber, H.: Gestaltung von Schmiedezangen in Gesenkschmieden. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 36/Gestaltung von Schmiedezangen. Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Dortmund, 1987

[4] Schellenberg, D.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Stoß- und Schwingungsreduktion von Schmiedezangen. In: wt Werkstattstechnik online, VDI Verlag GmbH, 110. Jg. (2020), H. 9, S. 634 – 639

[5] Liebers, F.; Brendler, C.; Latza, U.: Berufsspezifisches Risiko für das Auftreten von Arbeitsunfähigkeit durch Muskel-Skelett-Erkrankungen und Krankheiten des Herz-Kreislauf-Systems. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund 2016

[6] Schellenberg, D.; Kriwall, M.; Stonis, M.; Behrens, B.-A.: Entwicklung von Leichtbau-Schmiedezangen. In: ZWF-Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb; De Gruyter, Band 116 Jg. (2021), H. 7 - 8, S. 515 - 523. <https://doi.org/10.1515/zwf-2021-0115>

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die in der manuellen Massivumformung auftretenden Belastungen lassen sich durch ergonomische Schmiedezangenkonzepte verringern. Besonderes Potenzial hat die Gripzange in Kombination mit dem Traggestell. Hierbei konnte der Kalorienbedarf um bis zu 52 Prozent und die Stoßbelastung um bis zu 60 Prozent im Vergleich zu einer konventionellen Schmiedezange verringert werden. Zusätzlich konnte ermittelt werden, dass jede Schmiedezange individuell an den Schmied und den Arbeitsplatz angepasst sein muss.

Für verschiedene Anwendungen müssen demnach neue ergonomische Lösungen ausgewählt werden. So sind nicht alle vorgestellten ergonomischen Schmiedezangen pauschal für jeden Schmiedeprozess geeignet. Je nach Eignung kann eine Kombination aus einer konventionellen Schmiedezange oder einer ergonomischen Schmiedezange mit Anpassungen des Arbeitsplatzes (durch Einführung eines Traggestells oder eines Balancer-Systems) das höchste Entlastungspotenzial bieten. In Zukunft müssten darüber hinaus Langzeitstudien an unterschiedlichen Arbeitsplätzen durchgeführt werden, um die Handhabung der ergonomischen Schmiedezangen, das Entlastungspotenzial und die Haltbarkeit langfristig zu evaluieren.



Das IGF-Vorhaben 20505 N/1 der Forschungsgesellschaft Stahlverformung (FSV) e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

IGF
Industrielle
Gemeinschaftsforschung