

Re-engineering of Machine Tools in the Context of Sustainability and Industry 4.0

Case Study: Rotary Draw Bending Machines

Sara Salman Hassan Al-Maeeni

Forschungsberichte des Lehrstuhls für Umformtechnik

Band 13

Sara Salman Hassan Al-Maeni

**Re-engineering of Machine Tools in the Context
of Sustainability and Industry 4.0**

Case Study: Rotary Draw Bending Machines

Shaker Verlag
Düren 2021

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: Siegen, Univ., Diss., 2020

Copyright Shaker Verlag 2021

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7830-5

ISSN 2191-0030

DOI 10.2370/9783844078305

Shaker Verlag GmbH • Am Langen Graben 15a • 52353 Düren

Phone: 0049/2421/99011-0 • Telefax: 0049/2421/99011-9

Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Die begrenzte Verfügbarkeit an natürlichen Ressourcen und die immer zahlreicher werdenden Regulierungen zum Schutz der Umwelt verleiten die Maschinenbau Industrie dazu, veraltete aber dennoch wertvolle Maschinen durch Retrofitting, Instandsetzung und Wiederaufbereitung nachhaltig wieder nutzbar zu machen. Gleichzeitig suchen Unternehmen nach der Möglichkeit schon vorhandene Maschinen und Anlagen im Zuge der Industrie 4.0 zu modernisieren um den Aufwand, die Zeit und die Kosten der Fertigung zu senken während der Profit maximiert wird. Trotzdem gibt es noch keine Standardisierung oder Norm zum Retrofitting, Instandsetzen und Wiederaufbereiten von veralteten Maschinen und Anlagen. Durch konstruktive Einschränkungen, wie nicht vorhandene technische Dokumentationen, kompliziert konstruierte Bauteile und unkontrollierbare Fehlerquellen stellen sich die Maßnahmen als kompliziert dar.

Viele Unternehmen bieten alte gebrauchte Maschinen an, jedoch besteht aufgrund häufig nicht verfügbarer technischer Unterlagen keine Möglichkeit die restliche Nutzungsdauer und Zuverlässigkeit dieser zu bestimmen. Basierend auf den Recherchen in dieser Arbeit, besteht in der Industrie ein dringender Bedarf nach einer Methodik zur Bestimmung der Zuverlässigkeit und Lebensdauer von gebrauchten Maschinen und Maschinenteilen. Diese sollte für Maschinennutzer und Instandsetzungsunternehmen zugänglich sein, welche keinen Zugriff auf originale und ursprüngliche Daten oder Zeichnungen der veralteten Maschinen haben.

In dieser Arbeit wurde ein ganzheitliches Konzept entwickelt um die verbleibende Nutzungsdauer und das mechanische Verhalten alter gebrauchter Komponenten hervorzusagen, bevor diese wiederverwendet werden. Mit Hilfe der in der vorliegenden Arbeit präsentierten Methodik ist es möglich, diese Faktoren zu bestimmen insofern keine technischen Dokumentationen vorliegen.

Im ersten Schritt wurde eine Umfrage durchgeführt, welche sich an Maschinennutzer und Hersteller von Rotationszugbiegemaschinen richtet, exemplarisch für Werkzeugkomponenten. Die Umfrage an der sich 36 internationale Unternehmen beteiligt haben zeigte, dass alte

gebrauchte Maschinenteile wiederverwendet werden können, wenn die Zuverlässigkeit für eine zweite Betriebsdauer gewährleistet werden kann. Des Weiteren zeigten die Ergebnisse, dass die oftmals nicht verfügbaren technischen Dokumentationen zu den originalteilen das größte Problem für diese Methodik sind. Eine genaue Analyse der VECTOR BEND (300C-MP) NC RDB Biegemaschine stützt die Ergebnisse der Umfrage. In dieser Fallstudie wurde die Maschine demontiert und untersucht, wobei das Hauptaugenmerk zur Bestimmung der Nutzungsdauer und des mechanischen Verhaltens dabei auf der Biegewelle lag, als das zentrale Element zur Übertragung von Kräften und Momenten. Aufgrund nicht vorhandener technischer Dokumentationen wurde eine „reverse engineering“ Methodik entwickelt, bestehend aus mehrfach integrierten und untersuchten Strukturen, um die Konstruktionselemente der Welle zu bestimmen.

Die Vorgehensweise ist einzigartig in diesem Bereich, denn vorangegangene Studien konzentrierten sich nicht auf die Entwicklung einer integrierten Methodik, welche es ermöglicht Konstruktionseigenschaften alter Bauteile durch Maschinennutzer und Instandsetzungsunternehmen zu bestimmen. Anschließend wurde das Verhalten der Welle unter Kraftereinwirkung beobachtet welche den realen Nutzungsbedingungen entsprechen. Mithilfe eines drei Punkt Biegeversuch wurde die Ermüdungsgrenze der alten Welle anhand der gemessenen Kräfte ermittelt. Letztlich wurde die Ermüdungsgrenze der gebrauchten mit der ursprünglichen Ermüdungsgrenze verglichen.

Diese Herangehensweise ist für alle möglichen mechanischen Bauteile anwendbar, nachdem Faktoren wie die geometrischen Eigenschaften des Bauteils, der Werkstoff und die Art und Größe der wirkenden Kräfte angepasst wurden. Neben der oben genannten grundlegenden Arbeit zeigten die eigens durchgeführten Umfragen und Gespräche mit den entsprechenden Experten auch andere Konstruktionsdefizite auf. Experten empfehlen die Etablierung effektiver Konstruktionslösungen in den Entwicklungsphasen der Maschinen um die oben angesprochenen Herausforderungen zu umgehen und eine zukünftige Produktion von wiederverwendbaren Maschinen zu ermöglichen.