

Methodische Arbeitsplatz- und Prozessanalyse in der Akkordarbeit

Markus Röhrig



Universitätsverlag Ilmenau
2015

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Diese Arbeit hat der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Ilmenau als Dissertation vorgelegen.

Tag der Einreichung: 7. August 2014

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. h.c. Peter Kurtz
(Technische Universität Ilmenau)

2. Gutachter: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte
(Technische Universität Ilmenau)

3. Gutachter: Prof. Dr. rer. nat. Rolf Ellegast
(Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen
Unfallversicherung, Sankt Augustin)

Tag der Verteidigung: 20. April 2015

Technische Universität Ilmenau/Universitätsbibliothek

Universitätsverlag Ilmenau

Postfach 10 05 65

98684 Ilmenau

www.tu-ilmenau.de/universitaetsverlag

Herstellung und Auslieferung

Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG

Am Hawerkamp 31

48155 Münster

www.mv-verlag.de

ISBN 978-3-86360-118-8 (Druckausgabe)

URN [urn:nbn:de:gbv:ilm1-2015000187](http://nbn:de:gbv:ilm1-2015000187)

Coverfoto: Veit Henkel | Fakultät für Maschinenbau, TU Ilmenau

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	V
Kurzfassung.....	VI
Abstract.....	VII
Inhaltsverzeichnis.....	IX
Tabellenverzeichnis.....	XIII
Abbildungsverzeichnis.....	XV
Abkürzungsverzeichnis.....	XVIII
Symbolverzeichnis.....	XXI
1 Einführung.....	1
1.1 Einleitung.....	1
1.2 Motivation.....	3
1.3 Zielstellung und Lösungsansatz.....	5
2 Theoretische Grundlagen.....	6
2.1 Das Arbeitssystem am Paradigma von Akkordarbeitsplätzen.....	6
2.1.1 Die elementare Causa für das Arbeitssystem – Die Arbeitsaufgabe.....	7
2.1.2 Der Arbeitsablauf in Form repetitiver Tätigkeiten.....	8
2.1.3 Existenzielle Ressourcen zur Fabrikation von Produktionsgütern	11
2.1.4 Betriebs- bzw. Arbeitsmittel als Systemelemente im Wertschöpfungsprozess.....	12
2.1.5 Der Mensch – Das aktive Element im Arbeitssystem.....	12
2.1.6 Umgebungseinflüsse/Umwelteinflüsse: Ein substanzieller Bestandteil unserer Mitwelt.....	13
2.1.7 Diversifikation von Informationsinhalten bzw. defektiven Erzeugnissen.....	21
2.2 Zeitstudienverfahren als betriebswirtschaftliches Instrumentarium.....	21
2.2.1 Bedaux-System.....	22
2.2.2 Einzelzeitmessverfahren nach REFA.....	25
2.2.3 Parallelen zwischen beiden Zeitstudienverfahren.....	27
2.3 Software-Ergonomie.....	29
3 Forschungsstand.....	31
3.1 Physiologische Belastung/Beanspruchung in der Arbeitsausführung....	31

3.2 Schichtsysteme und ihre Konsequenzen.....	34
3.2.1 Theorien zur Schichtarbeit.....	35
3.2.1.1 <i>Der Zirkadianrhythmus unseres Körpers</i>	36
3.2.1.2 <i>Schlafdauer/Schlafqualität</i>	38
3.2.1.3 <i>Destabilisierungstheorie</i>	40
3.2.2 Die Belastung für Frauen im Schichtsystem.....	42
3.3 Fehlerentwicklungsquote in Korrelation zur Tagesrhythmik.....	43
3.4 Arbeitswissenschaftliche Vorgehensweise zur Ermittlung physiologischer Belastungen.....	45
3.4.1 Recherchemethoden.....	45
3.4.1.1 <i>Arbeitsmedizinisches Datenmaterial</i>	45
3.4.1.2 <i>Staatliche Publikationen</i>	46
3.4.1.3 <i>Statistiken von Versicherungsträgern</i>	47
3.4.2 Fragebogenerhebung.....	49
3.4.3 Sammlung relevanter/arbeitswissenschaftlicher Methoden zur Ermittlung von physiologischen Belastungen/ Beanspruchungen.....	50
3.4.3.1 <i>BodyMap-Methode</i>	50
3.4.3.2 <i>Slesina</i>	51
3.4.3.3 <i>Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</i>	51
3.4.3.4 <i>Risikobewertung nach Kilbom</i>	52
3.4.3.5 <i>Leitmerkalmethode</i>	53
3.4.3.6 <i>CUELA-Verfahren</i>	54
3.4.3.7 <i>OWAS-Verfahren</i>	55
3.4.3.8 <i>NIOSH-Verfahren</i>	57
3.4.3.9 <i>Hand-Activity Level Threshold Limit Values (HAL TLVs)</i> ..	58
3.4.3.10 <i>OCRA-Index</i>	60
3.4.4 Zusammenfassung.....	61
4 Hypothesen	62
4.1 Formulierung der These zur Zeitgradvariation.....	62
4.2 Definition der Null- und Alternativhypothese zum erhöhten Ausschuss aufgrund von Nachtarbeit.....	63
4.3 Beschreibung einer Annahme bezüglich anthropometrischer Einflüsse.....	63

4.4 Beurteilungsgrad der Leitmerkalmethode „manuelle Arbeit“ (E).....	64
5 Untersuchungsmethodik/Empirik.....	65
5.1 Empirische Parameterstudie mittels Versuchsplanung (DoE).....	65
5.2 Ausgewählte Methoden zur Erhebung der physiologischen Belastung/Beanspruchung.....	68
5.2.1 CUELA-Verfahren in Kombination mit Elektromyografie.....	71
5.2.2 Leitmerkalmethode „manuelle Arbeit (E)“.....	79
5.2.3 Spezifisches Interview zur Lokalisierung von physiologischen Beschwerden während der Akkordarbeit in Schichtsystemen.....	80
6 Interpretation der Untersuchungsergebnisse.....	80
6.1 CUELA-Verfahren.....	81
6.1.1 Beurteilung der Körperhaltung, der Winkelgeschwindigkeit und der Mittenfrequenz.....	81
6.1.2 Zusammenfassung.....	107
6.1.3 Elektromyografische Kraftanalyse.....	109
6.1.3.1 <i>Unterarm (Antebrachium)</i>	110
6.1.3.2 <i>Kapuzenmuskel (Musculus Trapezius)</i>	116
6.1.4 Mikropause.....	120
6.1.5 Herzschlagfrequenz.....	121
6.1.5.1 <i>DLG-Verhalten in Korrelation der Herzschlagfrequenz und der Zeitgradvariation</i>	122
6.1.6 Zusammenfassung.....	130
6.2 LMM-Methodik für manuelle Arbeitsprozesse (Expertenmethode).....	130
6.3 Praxisrelevanter Abgleich zwischen beiden Verfahren.....	131
7 Bilanz zum Interview der Akkordarbeit in Kombination mit Schichtsystemen.....	132
8 Überprüfung der Hypothesen.....	139
8.1 These zur Zeitgradvariation.....	140
8.2 Hypothesenüberprüfung zum erhöhten Ausschuss während der Nacharbeit.....	141
8.3 Darstellung von anthropometrischen Differenzen.....	143
8.4 Nachweis des Beurteilungsgrades der Leitmerkalmethode „manuelle Arbeit“ (E).....	145
8.5 Zusammenfassung.....	146

9 Handlungsempfehlungen zur systematischen Reduzierung der physiologischen Belastung/Beanspruchung.....	147
9.1 Jobrotation und Neustrukturierung der Reihenfolge.....	147
9.2 Schichtzeitmodelle mit arbeitswissenschaftlichem Fokus.....	149
9.3 Korrektive Ergonomie.....	151
9.4 Zusammenfassung.....	152
10 Entwicklung eines Modells zur Analyse der Gesamtbelastung/-beanspruchung der oberen Extremitäten an Akkordarbeitsplätzen....	154
10.1 Modellparameter.....	161
10.2 Softwaregestaltung.....	167
11 Zusammenfassung und Ausblick.....	168
12 Literaturverzeichnis.....	171
13 Anhang.....	181
13.1 Morbidität unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren.....	181
13.2 Zeitgradspezifizierung bzw. Zeitgradüberwachung im Unternehmen	182
13.3 Detaillierter Algorithmus zu den experimentellen Untersuchungen aus Abbildung 5.2.....	183
13.4 Terminplanung der experimentellen Untersuchungen.....	185
13.5 Probandenvergleich nach dem Modell der Gesamtbelastungs-/beanspruchungsanalyse.....	186
13.6 Lineare Abhängigkeit der Winkelgeschwindigkeit, der Mittelfrequenz und der Körperkraft.....	188
13.7 Spezifizierung von Punktwerten für Einflussfaktoren während der Arbeitsausführung.....	191
13.8 Punktwertdefinition zur Mikropause.....	192
13.9 Manuelles Berechnungsbeispiel zur Gesamtbelastung/ -beanspruchung im Vergleich zum Softwaremodell.....	193
13.10 Berechnung der Annahme- und Ablehnungsbereiche zu den jeweiligen Hypothesen aus Kapitel 8.....	206
13.11 Interview über Beschwerden am Bewegungsapparat.....	207