
Die Altersabhängigkeit der Beanspruchung von Montagemitarbeitern

Kerstin Börner

Die Altersabhängigkeit der Beanspruchung von Montagemitarbeitern

Eine Feldstudie in
der Automobilindustrie

 Springer Vieweg

Kerstin Börner
Chemnitz, Deutschland

Dissertation Technische Universität Chemnitz, 2018 u.d.T. Kerstin Börner: "Die Altersabhängigkeit der Beanspruchung von Montagemitarbeitern – eine Feldstudie in der Automobilindustrie."

Diese Arbeit wurde von der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz als Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktoringenieur (Dr.-Ing.) genehmigt.

Tag der Einreichung: 29.06.2018
Betreuer: Prof. Dr. habil. Angelika C. Bullinger-Hoffmann
1. Gutachter: Prof. Dr. habil. Angelika C. Bullinger-Hoffmann
2. Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Egon Müller
Tag der Verteidigung: 23.08.2018

ISBN 978-3-658-26377-5 ISBN 978-3-658-26378-2 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-26378-2>

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

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Kurzfassung

Im Kontext des demografischen Wandels stehen Unternehmen vor der Herausforderung, trotz eines steigenden Durchschnittsalters der Belegschaft und einem größer werdenden Anteil älterer Mitarbeiter, die Produktivität und die Arbeitsfähigkeit zu erhalten. Ausgehend vom Belastungs-Beanspruchungs-Konzept bestimmen Belastungshöhe und Belastungsdauer, in Abhängigkeit von den individuellen Fähigkeiten der Mitarbeiter, deren Beanspruchung. Durch das alter(n)sbedingte Nachlassen vor allem physischer Fähigkeiten ist bei gleichbleibender Belastung modellbedingt eine Zunahme der Beanspruchung der älteren Mitarbeiter zu vermuten. Gerade in produzierenden Unternehmen, in deren Montagebereich ein hoher Anteil manuell körperlicher Tätigkeiten ausgeführt wird, kann von einer höheren Beanspruchung älterer Mitarbeiter ausgegangen werden. Die Beanspruchung von Mitarbeitern unterschiedlichen Alters wurde in einer quasiexperimentellen Feldstudie bei einem sächsischen Automobilhersteller in der Motorendmontage untersucht. An jeweils zwei Messtagen erfolgte bei 35 Montagemitarbeitern zwischen 21 und 60 Jahren über 8 Stunden in der Frühschicht und bei laufender Produktion die Messung objektiver und subjektiver Daten. Dazu gehörten die kontinuierliche Messung von Beanspruchungsparametern (Herz- und Atemfrequenz), die zeitgesteuerte Videoaufnahme von Montageprozessen und der Einsatz von Fragebögen (WAI, MCTQ, Beanspruchungsratings, NASA-TLX). Die Auswertung der Daten über klassische Analysemethoden und die Mehrebenenanalyse konnte zeigen, dass das Alter einen erheblichen Einfluss auf die Höhe und den Verlauf der Beanspruchung der Mitarbeiter hat und ältere Montagemitarbeiter hinsichtlich der objektiven Parameter höher beansprucht werden als jüngere Mitarbeiter. Die Kumulation der objektiven Beanspruchung über der Zeit und dem Alter konnte bereits im Schichtverlauf nachgewiesen werden. Die abgeleiteten Regressionsgleichungen zum Beanspruchungsverlauf ermöglichen die Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Praxis und somit einen altersgerechten und beanspruchungsinduzierten Mitarbeiterinsatz.

Die Dissertation leistet einen Beitrag für die zukünftige Entwicklung und Gestaltung altersdifferenzierter und altersgerechter Arbeitssysteme, sodass den Mitarbeitern ein gesundes Altern im Erwerbsleben ermöglicht und die Zielstellung der Arbeitswissenschaft in Bezug auf die Gestaltung menschengerechter Arbeit unterstützt wird.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemlage und Motivation	1
1.2	Zielstellung und Aufbau der Dissertation	2
2	Stand der Wissenschaft und Technik	5
2.1	Arbeitswissenschaftliche Grundlagen zur Belastung und Beanspruchung	5
2.1.1	Das Mensch-Maschine-System	7
2.1.1.1	Belastung durch die Arbeitsaufgabe	8
2.1.1.2	Belastung durch die Arbeitsorganisation	9
2.1.1.3	Belastung durch die Arbeitsumwelt und die Mensch-Maschine-Schnittstelle	10
2.1.2	Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept	11
2.1.2.1	Die Belastungen als Einflüsse im Mensch-Maschine-System	11
2.1.2.2	Der Mensch mit seinen individuellen Merkmalen	12
2.1.2.3	Die Beanspruchung als individuelle Reaktion auf die Belastung	14
2.1.3	Methoden zur Ermittlung der Belastung	16
2.1.4	Methoden zur Ermittlung der Beanspruchung	19
2.2	Altern und Alter	28
2.2.1	Alter(n)sbedingte Veränderung der Fähigkeiten des Menschen	29
2.2.2	Ausgewählte Modelle des Alterns	34
2.2.3	Ältere Mitarbeiter im Arbeitskontext	39
2.3	Fazit und Ableitung der Forschungsfrage	45
3	Quasiexperimentelle Feldstudie zur Beanspruchung von Montagemitarbeitern	49
3.1	Hypothesen der Studie	49
3.2	Anforderungen und Restriktionen der Versuchsumgebung	53
3.3	Versuchsdesign	58
3.3.1	Stichprobe	61
3.3.2	Arbeitsplätze	63
3.3.3	Messmethoden und -instrumente	65
3.3.4	Versuchsdurchführung	71
3.4	Datenanalyse	73
3.4.1	Rohdatenaufbereitung	75
3.4.2	Klassische Analysemethoden	78
3.4.3	Mehrebenenanalyse	79

4	Ergebnisse der empirischen Untersuchung.....	89
4.1	Ergebnisse der allgemeinen Daten.....	89
4.2	Ergebnisse auf Prozessebene.....	92
4.2.1	Ergebnisse der objektiven Beanspruchung (relHF) auf Prozessebene.....	92
4.2.1.1	Altersgruppen- und altersverlaufsbezogene Auswertung der relativen Herzfrequenz.....	92
4.2.1.2	Schichtverlaufsbezogene Auswertung der relativen Herzfrequenz.....	95
4.2.2	Ergebnisse der Leistung auf Prozessebene.....	98
4.3	Ergebnisse auf Arbeitsplatzebene.....	100
4.3.1	Ergebnisse der objektiven Beanspruchung (relHF) auf Arbeitsplatzebene.....	100
4.3.1.1	Altersgruppen- und altersverlaufsbezogene Auswertung der relativen Herzfrequenz.....	100
4.3.1.2	Schichtverlaufsbezogene Auswertung der relativen Herzfrequenz.....	104
4.3.2	Ergebnisse der objektiven Beanspruchung (PAQ) auf Arbeitsplatzebene.....	110
4.3.2.1	Altersgruppen- und altersverlaufsbezogene Auswertung des PAQ.....	110
4.3.2.2	Schichtverlaufsbezogene Auswertung des PAQ.....	114
4.3.3	Ergebnisse der subjektiven Beanspruchung auf Arbeitsplatzebene.....	119
4.3.3.1	Altersgruppen- und altersverlaufsbezogene Auswertung der subjektiven psychischen Beanspruchung.....	119
4.3.3.2	Altersgruppen- und altersverlaufsbezogene Auswertung der subjektiven physischen Beanspruchung.....	121
4.4	Diskussion der Ergebnisse.....	122
4.4.1	Diskussion des methodischen Vorgehens.....	123
4.4.2	Diskussion der Ergebnisse der allgemeinen Daten.....	126
4.4.3	Diskussion der Ergebnisse der objektiven Beanspruchung.....	127
4.4.4	Diskussion der Ergebnisse der Leistung.....	130
4.4.5	Diskussion der Ergebnisse der subjektiven Beanspruchung.....	131
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	133
5.1	Zusammenfassung.....	133
5.2	Ausblick für Wissenschaft und Praxis.....	134
5.2.1	Abgeleiteter wissenschaftlicher Forschungsbedarf.....	134
5.2.2	Empfehlungen für die Praxis.....	136

Literaturverzeichnis	139
Anlage A SPSS-Ausgaben Probanden	161
Anlage B MTM-Ergo-Analysen der Arbeitsplätze	163
Anlage C Messmethoden und -instrumente	165
Anlage D Versuchsdurchführung	187
Anlage E SPSS-Ausgaben der allgemeinen Daten	193
Anlage F SPSS- und HLM-Ausgaben auf Prozessebene	195
Anlage G SPSS- und HLM-Ausgaben auf Arbeitsplatzebene	217

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Struktureller Aufbau der Dissertation	3
Abbildung 2:	Das Mensch-Maschine-System	7
Abbildung 3:	Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept	11
Abbildung 4:	Zusammensetzung der Gesamtbelastung aus Teilbelastungen.....	12
Abbildung 5:	Tätigkeitsbezogene Belastungen	16
Abbildung 6:	Herzfrequenz bei wechselnder körperlicher Arbeit.....	22
Abbildung 7:	Die asynchronen Verläufe von körperlichem, geistigem und seelisch-sozialem Altern.....	29
Abbildung 8:	Physische Leistungsfähigkeit von Frauen und Männern in Abhängigkeit vom Alter ..	31
Abbildung 9:	Entwicklung psychischer Funktionen mit dem Alter	32
Abbildung 10:	Kompensation von Einschränkungen der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit durch Wissen und Erfahrung.....	39
Abbildung 11:	Bevölkerungspyramiden 2015 – 2060	40
Abbildung 12:	Erwerbsquote bei Arbeitnehmern ab 45 Jahren in Prozent	41
Abbildung 13:	Individuelle Verteilung der Arbeitsfähigkeit im Altersgang	42
Abbildung 14:	Arbeitsanforderungen und Leistungsfähigkeit.....	43
Abbildung 15:	Wirkzusammenhänge von Belastung und Beanspruchung	44
Abbildung 16:	Präzisierung der Forschungshypothese bez. Belastung, Beanspruchung und Alter ..	49
Abbildung 17:	Visualisierung der Hypothesen zur objektiven Beanspruchung	53
Abbildung 18:	Untersuchungsaspekte und Anforderungen an die Versuchsumgebung	55
Abbildung 19:	Symbolbild einer manuellen, getakteten Fließmontage	57
Abbildung 20:	Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept als Messkonzept des Quasiexperiments	59
Abbildung 21:	Boxplot des Alters der Probanden (links) und Boxplot der Altersgruppen (rechts)....	61
Abbildung 22:	Boxplot der Montageerfahrung der Probanden in Jahren	62
Abbildung 23:	Schwungscheibenarbeitsplätze HAP 140 (links) und HAP B34 (rechts) an zwei Montagelinien	63
Abbildung 24:	Ausgleichsarbeitsplätze HAP 100 (links) und HAP A36 (rechts) an zwei Montagelinien	65
Abbildung 25:	Datenlogger-Einheit (links) und Brustgurt (rechts) des Zephyr BioHarness™-Systems.....	66
Abbildung 26:	Struktureller Aufbau des Aquila-Komplett-Systems.....	67
Abbildung 27:	Monitorarstellung der Quadsplit-Funktion	67
Abbildung 28:	Auszug aus dem Protokoll einer Beobachtung	69
Abbildung 29:	Schematische Darstellung der Messmethoden und -instrumente.....	71
Abbildung 30:	BioFeedback eines Studienteilnehmers	73
Abbildung 31:	Schematische Darstellung der Zeitblöcke für die Datenauswertung am Beispiel des Messtages A.....	75
Abbildung 32:	Herzfrequenzwerte eines Messtages.....	76

Abbildung 33: Ausschnitt aus den Rohdaten der Herzfrequenzwerte eines Probanden mit Bereichen persönlicher Verteilzeit, prozessbedingter Wartezeit und Wechsel der Körperhaltung	77
Abbildung 34: Verschiedene Zusammenhänge auf unterschiedlichen Ebenen	80
Abbildung 35: Datenstruktur einer Wiederholungsmessung bei Hierarchisch Linearen Modellen ...	81
Abbildung 36: Einfache lineare Regression (links) und Beispiel für mehrere Regressionsgleichungen für mehrere Probanden (rechts)	82
Abbildung 37: Ausprägungen von Konstante und Anstieg für Modelle der 1. Ebene	83
Abbildung 38: Verteilung der Chronotypen (n = 55.000) in der Bevölkerung (links) und in der untersuchten Stichprobe (rechts)	89
Abbildung 39: Verteilung der Raucher (Zigaretten pro Tag) unter den Probanden	90
Abbildung 40: Boxplot für Lärm und Temperatur an den Messtagen	91
Abbildung 41: Streudiagramm der WAI-Werte der Stichprobe.....	91
Abbildung 42: Mittelwerte der relHF_s für den Arbeitsprozess Schwungscheibenmontage in den Altersgruppen	93
Abbildung 43: Verlauf der relHF_s über den Arbeitsprozess Schwungscheibenmontage Block 12 Tag A für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters	97
Abbildung 44: Verlauf der relHF_s über den Arbeitsprozess Schwungscheibenmontage Block 34 Tag B für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters	98
Abbildung 45: Mittelwerte der Montagezeit für den Arbeitsprozess Schwungscheibenmontage in den Altersgruppen	99
Abbildung 46: Mittelwerte der relHF für den Messtag A in den Altersgruppen	102
Abbildung 47: Mittelwerte der relHF für den Messtag B in den Altersgruppen	102
Abbildung 48: Verlauf der relHF am Arbeitsplatz Schwungscheibe Block 12 Tag A für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters.....	106
Abbildung 49: Verlauf der relHF über den Messtag A für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters.....	107
Abbildung 50: Verlauf der relHF am Arbeitsplatz Schwungscheibe Block 34 Tag B für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters.....	108
Abbildung 51: Verlauf der relHF über den Messtag B für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters.....	110
Abbildung 52: Mittelwerte des PAQ für den Messtag A in den Altersgruppen	112
Abbildung 53: Mittelwerte des PAQ für den Messtag B in den Altersgruppen	112
Abbildung 54: Verlauf des PAQ am Arbeitsplatz Schwungscheibe Block 12 Tag A für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters.....	116
Abbildung 55: Verlauf des PAQ über den Messtag A für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters.....	117
Abbildung 56: Verlauf des PAQ am Arbeitsplatz Schwungscheibe Block 34 Tag B für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters.....	118
Abbildung 57: Verlauf des PAQ über den Messtag B für Montagemitarbeiter unterschiedlichen Alters.....	119

Abbildung 58: Mittelwerte der negativen Faktoren der Beanspruchungsratings in den Altersgruppen	120
Abbildung 59: Mittelwerte der physischen Beanspruchung des NASA-TLX in den Altersgruppen ..	121
Abbildung 60: Subjektiver Vergleich der Untersuchungsarbeitsplätze	122

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Auswirkung der Konstellation von Belastung und Belastbarkeit	15
Tabelle 2:	Grundtypen von Arbeitsaufgaben	16
Tabelle 3:	Bewertungsverfahren der physischen Belastung	17
Tabelle 4:	Methoden der Beanspruchungsermittlung und -beurteilung.....	20
Tabelle 5:	Klassifikation der Intensität von Aktivitäten bez. der relativen Herzfrequenz	24
Tabelle 6:	Vor- und Nachteile von Messsystemen zur Herzfrequenzmessung	25
Tabelle 7:	Tendenzielle Verläufe ausgewählter alter(n)sbedingter Veränderungen menschlicher Fähigkeiten	29
Tabelle 8:	Verteilung der Häufigkeiten der Probanden bez. der BMI-Klassifikation	62
Tabelle 9:	Beispielhafter Ablauf eines Messtages	72
Tabelle 10:	Übersicht zu den Hypothesen mit Eingangsparametern, Analyseebene und Auswertungsmethode.....	74
Tabelle 11:	Übersicht zu Arbeitszeiten und Bezeichnung der Analyseabschnitte	75
Tabelle 12:	Beispiel für die HLM-Ausgabe zum Nullmodell: Final estimation of variance components.....	84
Tabelle 13:	Beispiel für die HLM-Ausgabe zum Modell mit der Variable Zeit	85
Tabelle 14:	Beispiel für die HLM-Ausgabe zur Prüfung des Einflusses des Prädiktors Alter auf Konstante und Anstieg.....	86
Tabelle 15:	Korrelationen zwischen Chronotyp und Stimmung vor der Schicht.....	90
Tabelle 16:	ANOVA und Bonferroni-Post-Hoc-Test für die relHF_s in den MZP	92
Tabelle 17:	Kruskal-Wallis-Test und Paarweiser Vergleich für die relHF_s in den MZP	93
Tabelle 18:	Korrelationen: Alter und relHF_s für den Arbeitsprozess Schwungscheibenmontage.....	94
Tabelle 19:	Partialkorrelationen: Alter und relHF_s für den Arbeitsprozess Schwungscheibenmontage.....	94
Tabelle 20:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für die relHF_s im Block 12 Tag A.....	96
Tabelle 21:	Konstanten und Koeffizienten für die Regressionsgleichung der relHF_s im Arbeitsprozess Schwungscheibenmontage	96
Tabelle 22:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für die relHF_s im Block 34 Tag B	97
Tabelle 23:	ANOVA und Bonferroni-Post-Hoc-Test für die relHF am Arbeitsplatz	100
Tabelle 24:	Kruskal-Wallis-Test und Paarweiser Vergleich für die relHF am Arbeitsplatz.....	101
Tabelle 25:	Korrelationen: Alter und relHF am Messtag A (oben) und Messtag B (unten)	103
Tabelle 26:	Partialkorrelationen: Alter und relHF am Messtag A (oben) und Messtag B (unten)	103
Tabelle 27:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für die relHF im Block 12 Tag A.....	105

Tabelle 28:	Konstanten und Koeffizienten für die Regressionsgleichung der relHF für die Arbeitsplätze Schwungscheibe, Ausgleich und Messtag A.....	105
Tabelle 29:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für die relHF am Messtag A	106
Tabelle 30:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für die relHF im Block 34 Tag B.....	107
Tabelle 31:	Konstanten und Koeffizienten für die Regressionsgleichung der relHF für die Arbeitsplätze Ausgleich, Schwungscheibe und Messtag B.....	108
Tabelle 32:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für die relHF am Messtag B	109
Tabelle 33:	ANOVA und Bonferroni-Post-Hoc-Test für den PAQ am Arbeitsplatz	111
Tabelle 34:	Kruskal-Wallis-Test und Paarweiser Vergleich für den PAQ am Arbeitsplatz	111
Tabelle 35:	Korrelationen: Alter und PAQ am Messtag A (oben) und Messtag B (unten).....	113
Tabelle 36:	Partialkorrelationen: Alter und PAQ am Messtag A (oben) und Messtag B (unten)..	113
Tabelle 37:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für PAQ im Block 12 Tag A.....	115
Tabelle 38:	Konstanten und Koeffizienten für die Regressionsgleichung des PAQ für die Arbeitsplätze Schwungscheibe, Ausgleich und Messtag A.....	115
Tabelle 39:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für PAQ am Messtag A	116
Tabelle 40:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für PAQ im Block 34 Tag B.....	117
Tabelle 41:	Konstanten und Koeffizienten für die Regressionsgleichung des PAQ für die Arbeitsplätze Ausgleich, Schwungscheibe und Messtag B.....	118
Tabelle 42:	Prüfung der Voraussetzungen und Einzelmodelle für PAQ am Messtag B	118
Tabelle 43:	Bivariate Korrelationen zwischen Alter und der subjektiv erlebten psychischen Beanspruchung am Arbeitsplatz Schwungscheibe.....	120
Tabelle 44:	Bivariate Korrelationen zwischen Alter und der subjektiv erlebten physischen Beanspruchung am Arbeitsplatz Schwungscheibe.....	122
Tabelle 45:	Übersicht über die Hypothesen der empirischen Studie	122

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
ANOVA	ANalysis Of VAriance
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMI	Body Mass Index
DEGS	Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
EAWS	Ergonomic Assessment Worksheet
EMG	Elektromyographie
(H)AP	(Hand)Arbeitsplatz
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
k. A.	keine Angabe
LMM	Leitmerkalmethode
min	Minute
MCTQ	Munich ChronoType Questionnaire
MW	Mittelwert
MZP	Messzeitpunkt
NASA-TLX	NASA Task Load Index
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
o. J.	ohne Jahr
PAQ	Puls-Atem-Quotient
REFA	Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. (ursprünglich: Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung)
RKI	Robert Koch Institut
SD	Standardabweichung
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
WAI	Work Ability Index
WHO	World Health Organization

Symbol	Maßeinheit	Bezeichnung
HF	min ⁻¹	Herzfrequenz pro Minute
HF _{max}	min ⁻¹	Maximale Herzfrequenz pro Minute
relHF	%	relative Herzfrequenz
relHF_s	%	relative Herzfrequenz im Arbeitsprozess Schwungscheibenmontage