

Auswirkungen der Austaktung einer Automobil-Montagelinie auf menschliche Leistungsfaktoren

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktoringenieurin (Dr.-Ing.)

von Dipl.-Kffr. Johanna Büttner
geb. am 27. November 1985 in Bialogard, Polen

genehmigt durch die Fakultät für Maschinenbau
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Gutachter:

Herr Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote
Frau Prof. Dr.-Ing. Barbara Deml

Promotionskolloquium am 14.09.2015

Danksagung

Als erstes möchte ich mich bei meiner Gutachterin Frau Prof. Dr.-Ing. Barbara Deml für ihre Betreuung während der letzten Jahre bedanken. Vielen Dank für die vielen unterstützenden Worte, die mich immer wieder voran gebracht haben und für Ihre Zuversicht, die mich immer wieder motiviert hat. Ohne Sie wäre meine erfolgreiche Promotion nicht möglich gewesen und dafür möchte ich mich ganz herzlich bedanken. Ebenso möchte ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinrich Grote danken für die Übernahme der Aufgabe des Co-Gutachters.

Mein Dank gilt auch meinem fachlichen Betreuer Herrn Sebastian Neveling für die Ermöglichung meines Dissertationsvorhabens bei der Volkswagen AG. Vielen Dank für die interessanten Gespräche und Ideen, die mir neue Blickwinkel eröffnet haben und die mir die Wichtigkeit meiner Forschungsarbeit verdeutlicht haben.

Die Dissertation und die darin enthaltende Studie wäre nicht möglich gewesen ohne die Teilnahme der Mitarbeiter der Cockpitmontage des Geschäftsfelds Kunststoff der Volkswagen AG in Wolfsburg. Bei allen Mitarbeitern, die an meiner Befragung teilgenommen haben, möchte ich mich noch einmal recht herzlich bedanken.

Ein Dank geht auch an die Doktoranden der Volkswagen AG und meine Freunde, die mich während meiner Promotion unterstützt und immer wieder motiviert haben. Ebenso möchte ich allen Mitarbeitern des Instituts für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg für den Austausch auf fachlicher Ebene danken.

Ganz besonderer Dank geht an meine Familie. Meine Eltern Anna und Rainer Waschitzki haben immer an mich geglaubt und mich fortwährend unterstützt. Ebenso möchte ich meinem Mann Marcus Büttner danken, dass er mir den Rücken frei gehalten hat und für mich da war, auch wenn es nicht immer leicht war. Abschließend danke ich meiner Tochter Zoé Büttner für die schönen ablenkenden Stunden.

Die Ergebnisse, Meinungen und Schlüsse dieser Dissertation sind nicht notwendigerweise die der Volkswagen AG.

I. Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
2	Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie - das Ganzheitliche Produktionssystem.....	15
3	Bisherige Forschungsergebnisse	19
4	Der Volkswagen Konzern und das Volkswagen Produktionssystem	29
4.1	Die Volkswagen Aktiengesellschaft.....	29
4.2	Das Volkswagen Produktionssystem	30
4.3	Das Geschäftsfeld Kunststoff	33
5	Der Untersuchungsgegenstand - die Cockpitmontage im Volkswagenwerk Wolfsburg	35
6	Methodisches Vorgehen – Strukturgleichungsmodellierung	43
6.1	Hypothesen- und Modellbildung.....	46
6.2	Operationalisierung der Konstrukte und Fragebogen- konstruktion.....	46
6.3	Nutzung von Item-Parcels.....	47
6.4	Güteprüfung reflektiver Messmodelle.....	48
6.4.1	Korrelationsanalyse und Explorative Faktorenanalyse	48
6.4.2	Konfirmatorische Faktorenanalyse	52
6.5	Modellschätzung mit AMOS und Evaluation des Gesamtmodells	55
6.5.1	Überprüfung der Daten	55
6.5.2	Prüfung der Gesamtgüte mittels Gütekriterien	59
6.5.3	Plausibilitätsprüfung und Modifikation der Modellstruktur	65
7	Aufstellung des Modells.....	69
7.1	Hypothesenbildung	69
7.2	Formulierung der Messmodelle.....	75
7.2.1	Messmodell für das Konstrukt Austaktung	76
7.2.2	Messmodell für das Konstrukt psychische Reaktionen.....	78
7.2.3	Messmodell für das Konstrukt physische Reaktionen	80
7.2.4	Messmodell für das Konstrukt Zufriedenheit	81
7.2.5	Messmodell für das Konstrukt Leistungsindikatoren.....	82
7.3	Fragebogen	83
7.4	Pretest	86
8	Ergebnisse der Hauptuntersuchung	89
8.1	Stichprobenbeschreibung	89
8.2	Inferenzstatistische Auswertung.....	91
8.2.1	Vergleich zwischen Eintakter und Achttakter	95
8.2.2	Vergleich zwischen Eintakter und Fünftakter	96
8.2.3	Vergleich zwischen Fünftakter und Achttakter.....	99
8.3	Güteprüfung der Messmodelle	100
8.3.1	Korrelationsanalyse und explorative Faktorenanalyse	101
8.3.2	Vorbereitungen für die konfirmatorische Faktorenanalyse	118

8.4	Konfirmatorische Faktorenanalyse und Evaluation des Gesamtmodells	120
8.4.1	Prüfung der Gesamtgüte des Modells	124
8.4.2	Plausibilitätsprüfung	130
8.5	Zusammenfassung und Ergebnisinterpretation	135
8.6	Modifikation der Modellstruktur	139
9	Mehrgruppen-Kausalanalyse	145
10	Berechnung der optimalen Zykluszeit.....	153
11	Erfassung psychischer Belastungen in der Cockpitmontage	157
12	Diskussion.....	163
13	Zusammenfassung und Ausblick	171
14	Literaturverzeichnis	179
15	Abbildungsverzeichnis.....	195
16	Tabellenverzeichnis	197
17	Anhang	199
17.1	Anhang A.....	199
17.2	Anhang B.....	209

II. Abkürzungsverzeichnis

AIC	Akaikes Informationskriterium
AME	Arbeitsbedingte muskuloskelettale Erkrankungen
AU	Arbeitsunfähigkeit
CFI	Comparative Fit Index
C.R.	Critical Ratio
EHB	Elektronische Hängebahn
GFI	Goodness of Fit
IFI	Inkremental Fit Index
Komm.	Kommissionierung
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
MA	Mitarbeiter
ML	Montagelinie
NFI	Normed Fit Index
RMSEA	Root-Mean-Square-Error of Approximation
RMR	Root Mean Square Residual
S.E.	Standard Error
SRMR	Standardized Root Mean Square Residual
TLI	Tucker-Lewis-Index
VM	Vormontage
VW	Volkswagen
WK	Warenkorb

1 Einleitung

Das Toyota Produktionssystem als japanische ganzheitliche Arbeitsorganisationsform hat durch eine Studie des Massachusetts Institute of Technology in den 90er Jahren in der Industrie viel Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Auch andere Unternehmen versuchten daraufhin durch die ansatzweise Einführung von Elementen dieses Ganzheitlichen Produktionssystems eine Verschlinkung ihrer Prozesse zu erreichen und somit ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Diese umfassenden Vorgaben zur Gestaltung effizienter Arbeits- und Montagesysteme sind ebenso unter dem Begriff Lean Production, was „schlanke Produktion“ bedeutet, bekannt (Womack, Jones & Roos, 1991). Ein wesentliches Element eines Produktionssystems ist die Taktzeit einer Montagelinie, welche der Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Dissertation sein soll. Die Taktzeit ist ein Begriff zur Bezeichnung eines Arbeitszyklus, d.h. die Zeit, die ein Mitarbeiter zur Verfügung hat um eine Tätigkeit zu verrichten. Nach Berggren, Bjorkman & Hollander (1992) sowie Björkman (1996) ist die vorgegebene Taktzeit, die im Rahmen des Ganzheitlichen Produktionssystems festgesetzt wird, typischerweise sehr kurz und die Tätigkeiten werden nach klar standardisierten Arbeitsfolgen abgearbeitet. In diesem Zusammenhang sind bereits mögliche negative Auswirkungen auf den Mitarbeiter zu erahnen.

Die Taktzeit ist von besonderem Interesse, da diese einen direkten Einfluss auf den Mitarbeiter hat. Zudem existieren in der Arbeitswissenschaft bislang keine umfassenden Untersuchungen, die sich gesamtheitlich mit den möglichen negativen Belastungsfolgen der Austaktung beschäftigen. Hierzu zählen die Auswirkungen auf die physische sowie die psychische Gesundheit, die Zufriedenheit und ausgewählte Leistungsindikatoren. Ziel der vorliegenden Dissertation ist, die möglichen negativen Belastungsfolgen der Austaktung zu analysieren. Dabei wurden drei unterschiedliche Taktungsformen auf zwei Montagelinien der Cockpitmontage des Geschäftsfelds Kunststoff im Volkswagen Werk Wolfsburg bei sonst gleichen Bedingungen analysiert und im Rahmen eines Mehrgruppenvergleichs einander gegenüber gestellt. Die Gegenüberstellung der Taktungsformen ist besonders von Interesse, da es sich bei der einen Taktungsform größtenteils um die Methode des Eintakters nach Vorgabe des Ganzheitlichen Produktionssystems handelt. Das bedeutet, dass der

1 Einleitung

Mitarbeiter einen standardisierten Arbeitsablauf mit der Länge von 60 Sekunden abarbeitet und dann wieder von vorne beginnt. Während einer Schicht wird bei dieser Taktungsform innerhalb des Teams rotiert. Dieses Rotationskonzept soll in diesem Zusammenhang ebenso kritisch hinterfragt werden. Die anderen beiden analysierten Taktungsformen hingegen weichen von dieser sehr strikten Vorgabe ab. Dabei handelt es sich zum einem um einen Achttakter und zum anderen um einen Fünftakter. Das bedeutet, dass der Mitarbeiter einen standardisierten Arbeitsablauf von acht Minuten bzw. fünf Minuten abarbeitet und dann wieder von vorne beginnt.

Im Rahmen des Ganzheitlichen Produktionssystems wird die durchgängige Einführung des Eintakters gefordert, wobei die Kürze dieser Taktlänge bereits in der Literatur häufig kritisch hinterfragt wird (Berggren u.a., 1992; Bjorkman, 1996; Engström, Jonsson & Medbo, 1996; Frieling, Kotzab, Enriquez-Diaz & Sytch, 2012). Durch die Auswirkungen der Austaktung auf die Gesundheit, wie zum Beispiel in Form von Fehlzeiten der Mitarbeiter, und Leistungsindikatoren, beispielsweise in Form von Fehlleistungen, entstehen dem Unternehmen direkte monetäre Verluste, die im Rahmen einer optimalen Austaktung verhindert werden können. In der vorliegenden Dissertation soll die Dauer der eingeführten Taktlängen genauer analysiert werden.

In Kapitel 2 werden die Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie beschrieben. In diesem Zusammenhang wird das Ganzheitliche Produktionssystem von Toyota mit den dazugehörigen Elementen erläutert. In Kapitel 3 werden bisherige Forschungsergebnisse zum Thema Austaktung und Ganzheitliches Produktionssystem ausführlich erklärt. In Kapitel 4 erfolgt eine Beschreibung des Volkswagen Konzerns und des Volkswagen Produktionssystems, dem eingeführten Ganzheitlichen Produktionssystem der Volkswagen Aktiengesellschaft. Die vorliegende Dissertation wurde in der Cockpitmontage des Geschäftsfelds Kunststoff der Volkswagen AG angefertigt, auf welches am Ende von Kapitel 4 eingegangen wird. In Kapitel 5 wird die Cockpitmontage als Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit ausführlich beschrieben. Dabei werden die unterschiedlichen Stichproben und Rahmenbedingungen erläutert. Die Strukturgleichungsmodellierung als methodisches Vorgehen wird in Kapitel 6 umfangreich beschrieben, dabei werden alle einzelnen Ablaufschritte ausführlich erklärt. In Kapitel 7 erfolgt die Aufstellung des Modells, basierend auf einer umfassenden Literaturrecherche, deren Ergebnisse ebenso erläutert werden. Die Durchführung der Strukturgleichungsmodellierung mit

1 Einleitung

den erhobenen Daten aus der Mitarbeiterbefragung wird in Kapitel 8 beschrieben. Anschließend wird eine Mehrgruppenkausalanalyse mit den drei unterschiedlichen Strichproben durchgeführt. In Kapitel 10 wird die Berechnung einer optimalen Taktzeit für die vorliegende Datenerhebung dargestellt. Parallel zu der Datenerhebung wurden im Rahmen eines zusätzlichen Projekts die psychischen Belastungen in der Cockpitmontage objektiv erfasst. Diese Ergebnisse dienen als Ergänzung zu den Ergebnissen der Strukturgleichungsmodellierung. Das letzte Kapitel fasst die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation zusammen und gibt einen Ausblick.

*2 Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie -
das Ganzheitliche Produktionssystem*

2 Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie - das Ganzheitliche Produktionssystem

„Sobald etwas - irgendetwas - produziert werden soll, muss es Regeln oder eine Systematik zur Produktion eines Gutes geben. Die Tatsache, ob die Mitarbeiter diese Regeln (dieses System) verstanden haben oder nicht hat einen entscheidenden Einfluss auf Produktqualität, Kosten, Arbeitssicherheit und alle anderen Bestimmungsgrößen von Erfolg oder Misserfolg“ (Toyota Motor Company zit. nach Oeltjenbruns, 2000, S.1).

Das TPS-Haus beschreibt das Zusammenwirken der verschiedenen Elemente des Toyota Produktionssystems. Es wurde bewusst die Darstellung eines Hauses gewählt, um die Analogie zu verdeutlichen, dass das Haus nur stabil ist, wenn seine einzelnen Elemente stabil sind. Ein einziger Schwachpunkt im Aufbau dieses Hauses würde das ganze System schwächen. Jedes der Elemente und das Zusammenspiel dieser sind von entscheidender Bedeutung für den Erfolg dieses Systems. Das TPS-Haus mit seinen verschiedenen Elementen ist in Abbildung 1 dargestellt.

Das Dach des Hauses bilden die Ziele. Dazu gehören beste Qualität, niedrige Kosten, kurze Durchlaufzeiten, Sicherheit und Arbeitsmoral. Diese Ziele werden durch die beiden äußeren Säulen Just-in-Time und Jidoka getragen. Die Säule Just-in-Time ist das bekannteste und am weitesten verbreitete Element des Toyota Produktionssystems. Ziel dieser Säule ist die Reduzierung jeglicher Lagerbestände, was durch die Elemente Taktzeit, kontinuierlicher Fluss, Pull-System, kurze Rüstzeiten und integrierte Logistik realisiert wird. Ziel der Säule Jidoka ist die Einführung eines selbsterkennenden Fehlersystems, sodass ein Mangel nie zum nachfolgenden Prozess getragen wird. Das Zentrum des Systems bilden die Menschen und die Eliminierung nicht werthaltiger Elemente. Das Fundament des Systems bilden die Elemente Produktionsnivellierung, stabile und standardisierte Prozesse, visuelles Management und die Philosophie des Toyota-Wegs. Zusammenfassend ist zu sagen, dass das TPS kein Werkzeugkasten ist, bei dem einzelne Elemente isoliert angewendet werden können. Das Zusammenwirken der Elemente ist von wesentlicher Bedeutung damit das ganze System funktionieren

2 Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie - das Ganzheitliche Produktionssystem

kann um einen entscheidenden Beitrag zum Erfolg eines Unternehmens beizutragen (Liker & Meier, 2007).

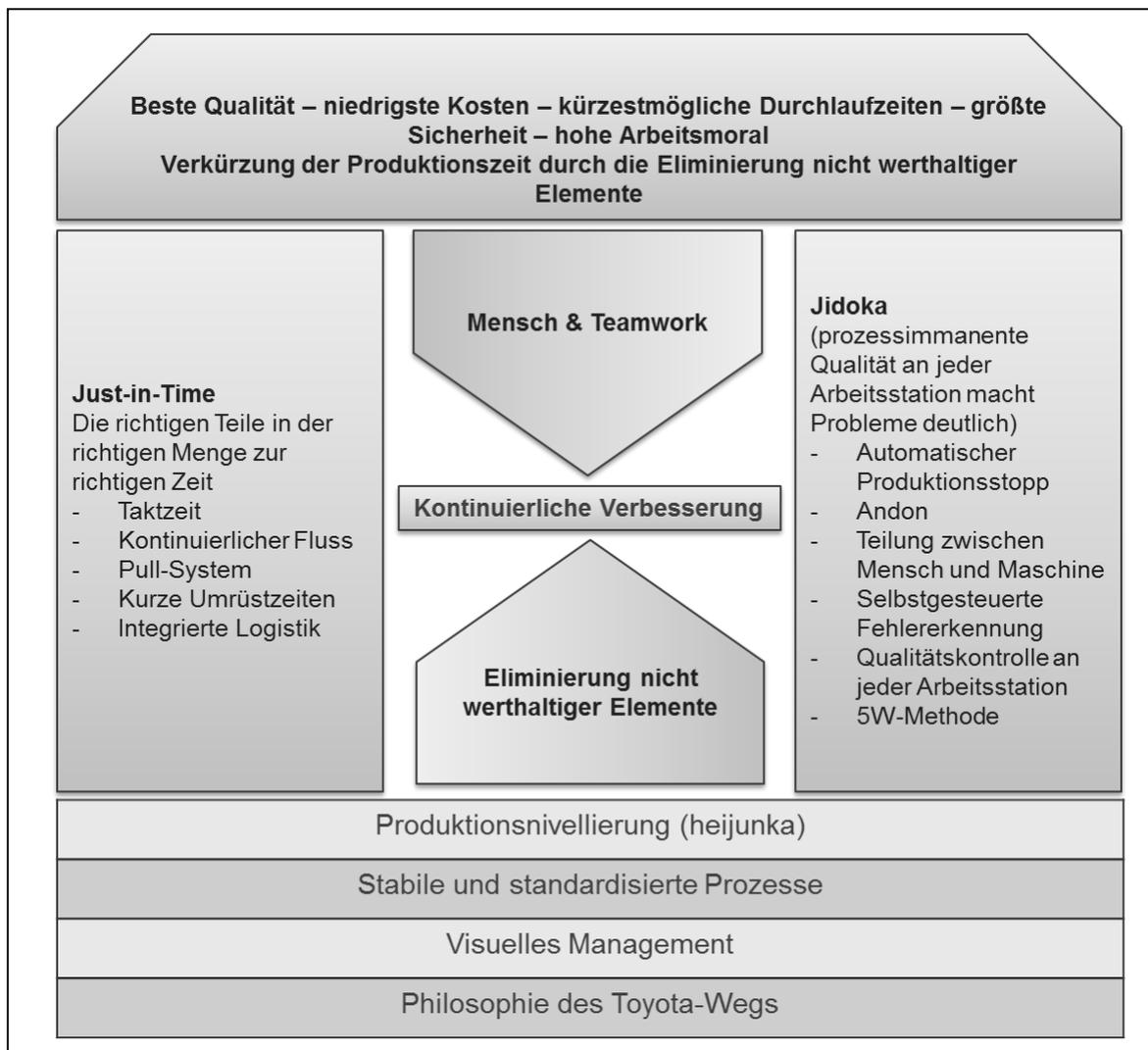


Abbildung 1: Das TPS-Haus (in Anlehnung an Liker, 2007, S.65).

In der vorliegenden Dissertation wird die Taktzeit einer Montagelinie als wesentliches Element des Produktionssystems umfassend betrachtet. Die Taktzeit ist ein wichtiges Element der Säule Just-in-Time. In diesem Zusammenhang unterscheidet man zwischen Kundentakt und Taktzeit. Der Kundentakt ist die Rate der Kundennachfrage, d.h. die Nachfrage des Marktes nach dem Produkt. Die Taktzeit ist ein Begriff zur Bezeichnung eines Arbeitszyklus, d.h. die Zeit, die ein Mitarbeiter zur Verfügung hat um seine Arbeit zu verrichten. Die Taktzeit entspricht im Idealfall dem Kundentakt, um auf diese Weise eine Unter- oder Überproduktion zu vermeiden. Durch die Optimierung der Taktzeit wird im gesamten Prozess die Gefahr von Verzug oder Produktionsüberschüssen beseitigt. Auf diese Weise werden

Verschwendungen eliminiert und die Effizienz gesteigert. Da die Taktzeit in der Regel bei einer Minute liegt, ist die Taktzeit, welche auf Montagelinien, die sich am Ganzheitlichen Produktionssystem orientieren, als sehr kurz einzustufen. Eine aktuelle Studie von Frieling u.a. (2012) besagt, dass die Taktzeitverkürzungen aufgrund der Einführung von Ganzheitlichen Produktionssystemen in Verbindung mit einer hohen Auslastung einhergehen. Hinzu kommt die streng vorgegebene Abarbeitung der Tätigkeiten, welche nach standardisierten Arbeitsfolgen erfolgen muss. Bezüglich der Auslastung einer Montagelinie stellen Adler, Goldoftas und Levine (1997) fest, dass im Rahmen von Ganzheitlichen Produktionssystemen die Mitarbeiter 57 Sekunden von einer Minute mit Arbeitstätigkeiten belegt werden. In traditionellen Systemen werden die Mitarbeiter hingegen mit 40 bis 45 Sekunden von einer Minute mit Arbeitsinhalt belegt.

In der Literatur werden unterschiedliche Ziele genannt, welche mit der Austaktung von Montagelinien einhergehen. Bicheno (2004) nennt als Ziel der Taktzeiteinführung die Reduzierung von Verschwendung und die Verbesserung des Produktwerts. Dennis (2002) bezieht sich in seiner Arbeit auf die Kundenorientierung, welche mit hoher Qualität, geringen Kosten und kurzen Produktionszeiten einhergeht. Monden (1998) und Shingo (1984) greifen jeweils in ihrer Arbeit nochmal die Reduzierung von Verschwendung und die Kostenreduktion auf. Feld (2001) nennt in seiner Arbeit das Ziel einer robusten Produktion.

Nach der strikten Ansicht von Womack, Jones und Roos (1990) sind die Elemente des japanischen Ganzheitlichen Produktionssystems unteilbar, nicht kombinierbar und nicht modifizierbar (Berggren, Bjorkman & Hollander, 1991). Es wird die gesamtheitliche Einführung aller Elemente gefordert, da ansonsten das System nach Womack u.a. (1990) nicht funktionieren kann. In diesem Zusammenhang werden keine Abwandlungen oder hybride Formen, welche in der Literatur zu finden sind (Bjorkman, 1996; LaBar, 1994), akzeptiert, die die negativen Auswirkungen, welche gegebenenfalls entstehen können, reduzieren könnten.

Die Begriffe Kundentakt, Taktzeit und Zykluszeit werden in der vorliegenden Arbeit synonym verwendet. Es sei an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass die vorliegende Dissertation sich ausschließlich mit der Taktzeit im Rahmen des Ganzheitlichen Produktionssystems befasst. Andere Elemente des Produktionssystems werden in diesem Zusammenhang nicht betrachtet.

*2 Rahmenbedingungen in der Automobilindustrie -
das Ganzheitliche Produktionssystem*

3 Bisherige Forschungsergebnisse

Als Basis für die vorliegende Dissertation dienen die Forschungsergebnisse von Rohmert (1984) in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Belastung und Beanspruchung in der Arbeitswissenschaft. Danach unterscheidet man zwischen Belastung und Beanspruchung, wobei die Begriffe Belastung mit Ursache und die Beanspruchung mit Wirkung gleichzusetzen sind. Belastungen wirken von außen auf jeden Menschen in gleichem Maße ein. Rohmert (1984) unterscheidet bei den Teilbelastungen zwischen Teilbelastungen aus der Arbeitsaufgabe (Arbeitsinhalt) und aus der situationsbedingten Arbeitsumgebung. Zu den Belastungen bezüglich der Arbeitsaufgabe zählen beispielsweise Zeitdruck und hohe Verantwortung. Zu den Belastungen aus der Arbeitsumgebung zählen beispielsweise Lärm und schlechtes Klima. Des Weiteren sind die Belastungen aus der Privatsphäre nicht zu vernachlässigen (Wenchel, 2004). Aufgrund von individuellen Leistungsvoraussetzungen empfindet jeder Mensch Belastungen unterschiedlich. Zu den Leistungsvoraussetzungen gehören zum Beispiel die persönliche Gesundheit, die Motivation, die Erfahrung und das Alter. Die Beanspruchung als Auswirkung der Belastung auf den Menschen führt somit auch zu unterschiedlichen Folgen. Unmittelbare negative Reaktionen sind Stress, Ermüdung, Monotonie und Leistungsabnahme. Mittel- bis langfristige negative Folgen sind beispielsweise Unzufriedenheit, Krankheit und Minderleistung (Wenchel, 2004).

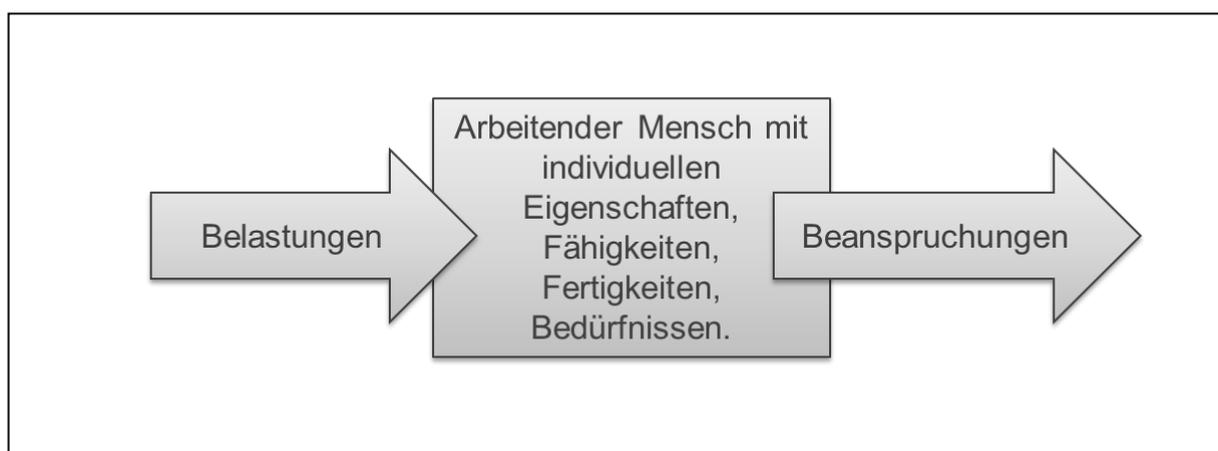


Abbildung 2: Allgemeiner Zusammenhang zwischen Belastung und Beanspruchung nach Rohmert (1984).

3 Bisherige Forschungsergebnisse

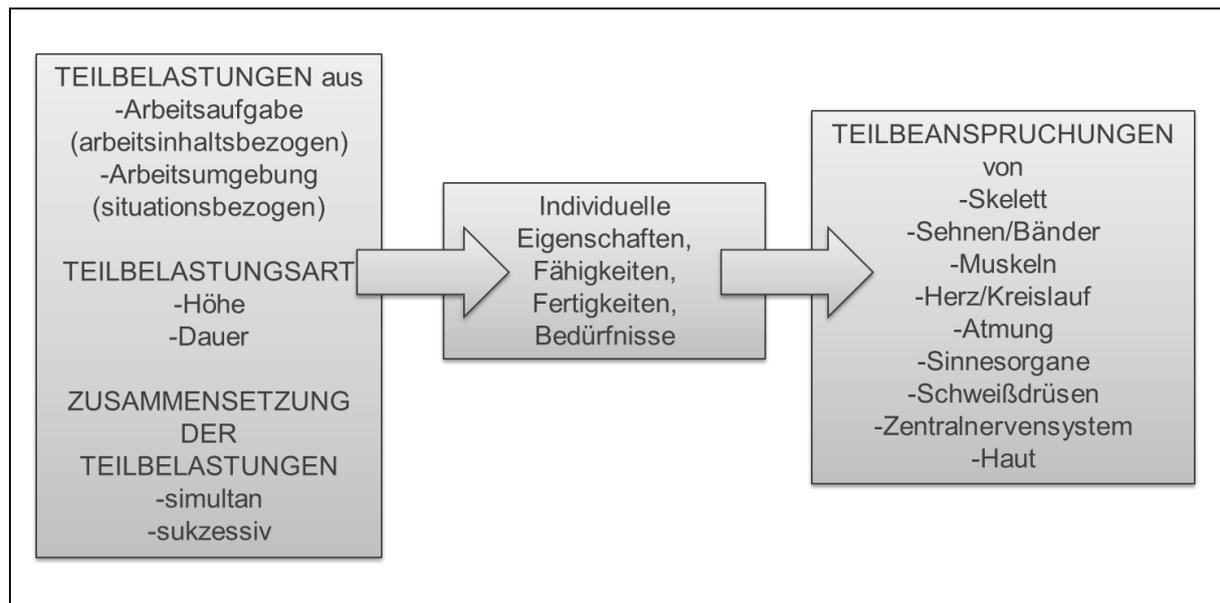


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Belastung und Beanspruchung nach Rohmert (1984).

In der vorliegenden Dissertation soll die Variable Austaktung im Rahmen des Ganzheitlichen Produktionssystems ausführlich betrachtet werden. Unter Austaktung versteht man die Zuordnung einzelner Montageschritte zu einer Arbeitsstation bzw. zu einzelnen Takten (Boysen, Fliedner & Scholl 2008). Die Austaktung einer Montagelinie ist somit nach Rohmert (1984) der Teilbelastung aus der arbeitsinhaltsbezogenen Arbeitsaufgabe zuzuordnen.

Nach den Studienergebnissen von Berggren u.a. (1992) sowie Bjorkman (1996) kann die Arbeitsaufgabe auf Fertigungslinien, die sich am Ganzheitlichen Produktionssystem orientieren, wie folgt charakterisiert werden: die Taktzeit ist typischerweise sehr kurz und die Tätigkeiten werden nach streng standardisierten Arbeitsfolgen abgearbeitet. Das hat wiederum einen gering wahrgenommenen Tätigkeitsspielraum und Zeitdruck zur Folge. Ebenso ist die Stückzahl streng vorgegeben, was zu einer Belastung für die Mitarbeiter werden kann.

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin führt seit 1978 in regelmäßigen Abständen eine Erwerbstätigenbefragung durch. Ziel dieser Befragungen ist, die Beschreibung der sich kontinuierlich verändernden Arbeitsaufgabe und den einhergehenden Belastungsfolgen. Dabei stehen allgemeine Fragen zum Arbeitsplatz, Fragen zur Arbeitsbelastung sowie gesundheitlichen Beschwerden im Fokus der Befragung. Im Rahmen der BIBB-BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2012 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wurden 19304 Erwerbstätige befragt. Anzumerken ist, dass die

3 Bisherige Forschungsergebnisse

Befragung nach Wirtschaftszweig und nicht branchenspezifisch erfolgte. Insgesamt wurden 5848 Erwerbstätige aus dem produzierenden Gewerbe (ohne Baugewerbe) befragt, was 30% der Befragten entspricht. Diese Ergebnisse sind nicht repräsentativ für die Automobilbranche mit ihren spezifischen Montagevorgängen, allerdings dienen sie als erste Hinweise auf die bedeutendsten Belastungen auf Erwerbstätige. Aus dieser Befragung geht hervor, dass 24,8% der Befragten häufig von einer in allen Einzelheiten vorgegebenen Arbeitsdurchführung betroffen sind, wobei sich 34,4% davon belastet fühlen. Häufig betroffen von ständig wiederkehrenden Arbeitsvorgängen sind etwa 48,4% der Befragten, wobei 17,7% dieser Befragten sich dadurch belastet fühlen. Ebenso antworteten 29,7% der Befragten damit, dass sie die Stückzahl, Leistung oder die Zeit häufig vorgegeben bekommen. Insgesamt fühlen sich davon 46,7% der Mitarbeiter belastet. Starker Termin- und Leistungsdruck wird bei 52,0% der Befragten angegeben, wobei sich 64,4% dieser Befragten dadurch belastet fühlen (Wittig, Nöllenheidt & Brenscheidt, 2012).

Wenn man die einzelnen Arbeitsmerkmale der Studie, wie die in allen Einzelheiten vorgegebene Arbeitsdurchführung, die ständig wiederkehrenden Arbeitsvorgänge, die häufig vorgegebene Stückzahl, Leistung oder Zeit sowie der vorherrschende starke Termin- und Leistungsdruck mit den Ergebnissen von Berggren u.a. (1992) sowie Bjorkman (1996) vergleicht, wird deutlich, dass die Arbeitsmerkmale miteinander übereinstimmen und daraus eine Belastung für die Mitarbeiter resultiert, welche nicht zu vernachlässigen ist.

Ebenso nennt die Arbeitsgruppe des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (2002) als Ursachen für Fehlbeanspruchung ein hohes Arbeitstempo und sich ständig wiederholende Bewegungen. Insgesamt betrachtet fühlt sich die Hälfte aller Beschäftigten psychischer Belastung ausgesetzt, die wiederum zu einer psychisch beeinträchtigenden Beanspruchung und Stress führt. In der Studie werden für Deutschland als Folgekosten psychischer Fehlbelastung ca. 10 Milliarden Euro genannt.

Nach Nachreiner und Wucherpfennig (1975) spricht man von Arbeit unter Zeitdruck, wenn eine Arbeit in einer fremdvorgegebenen Zeit durchgeführt werden muss, die den Mitarbeiter zwingt schneller zu arbeiten, als er es ohne diese Vorgabe tun würde. Als Indikator für Zeitdruck kann man die Arbeitsgeschwindigkeit heranziehen. Eine durchgängig hohe Arbeitsgeschwindigkeit kann den Mitarbeiter überfordern, da er sein Arbeitstempo nicht an Leistungsschwankungen anpassen kann.

3 Bisherige Forschungsergebnisse

Es existiert eine Reihe von Studien, die gegen eine Einführung von Ganzheitlichen Produktionssystemen sprechen. Diese empirischen Studien zeigen eine signifikante Erhöhung des physikalischen Arbeitsaufwandes und somit einen negativen Einfluss von Lean Production auf (Siehe Fucini & Fucini, 1990, Garrahan & Stewart, 1992, Stewart & Garrahan, 1995). Lewchuck und Robertson (1996) stellen in ihrer Studie ebenso fest, dass Mitarbeiter in Fabriken, die ein Ganzheitliches Produktionssystem eingeführt haben, Tätigkeiten mit wenig Kontrolle über ihre Arbeitsbedingungen, ihre Aufgaben und ihr Arbeitstempo ausüben. Die Aufgaben können dafür in kurzer Zeit erlernt werden, was als Vorteil für diese Form der Arbeitsorganisation hervorgehoben wird. Des Weiteren stellen sie fest, dass die Arbeitsbelastung hoch ist und ebenso wie das Arbeitstempo weiterhin ansteigt. Die Arbeit an sich ist als anstrengend zu charakterisieren und das Gesundheitsrisiko für die Mitarbeiter ist ebenfalls als hoch einzustufen. Landsbergis, Cahill und Schnall (1999) verweisen ebenfalls auf die negativen Folgen der steigenden Arbeitsgeschwindigkeit und Arbeitsanforderungen als Folge der Einführung von Ganzheitlichen Produktionssystemen.

Eine aktuellere Studie von Frieling u.a. (2012) besagt, dass die Taktzeitverkürzungen aufgrund der Einführung von Ganzheitlichen Produktionssystemen in Verbindung mit einer hohen Auslastung von bis zu 97 Prozent den Beschäftigten keine Möglichkeiten für kurze Arbeitsunterbrechungen bieten. Des Weiteren bietet der hohe Standardisierungsgrad den Mitarbeitern wenig Spielraum und ist im Rahmen der immer älter werdenden Belegschaft besonders kritisch zu bewerten. Darüber hinaus weisen sie darauf hin, dass in bisherigen Studien nicht festgestellt worden ist, dass Montagefehler mit der Länge der Taktzeit korrelieren, was aus Sicht der Produktionsplaner häufig als Grund für die Einführung der kurzen Taktzeiten genannt wird (Frieling, 1997).

Auch andere Studien bestätigen den Zusammenhang zwischen der Taktzeit und dem damit einhergehenden Stress. Cox (1985) und Melamed, Ben-Avi, Luz und Green (1995) besagen, dass die Taktzeit als Index für die Repetitivität einer Tätigkeit dient. Sie definieren den Grad der Repetitivität einer Tätigkeit als die inverse Funktion der Taktzeit. Das bedeutet, dass umso kürzer die Taktzeit ist, desto höher ist die Repetitivität einer Tätigkeit. Melamed u.a. (1995) stellen in diesem Zusammenhang fest, dass Stress vom Grad der Repetitivität und somit von der Taktzeit abhängig ist. Conti, Angelis, Cooper, Faragher und Gill (2006) bestätigen in ihren Untersuchungen, dass Stress mit einer verkürzten Taktzeit einhergeht. Ebenso

3 Bisherige Forschungsergebnisse

stellen sie in ihrer Untersuchung fest, dass Stress positiv mit dem Arbeitstempo und der Intensität korreliert. Darüber hinaus besagen sie, dass Fehlzeiten und psychologische Leiden nur von kurzzyklischen, repetitiven Tätigkeiten beeinflusst werden. Meijman und Mulder (1998) betonen in ihrer Studie ebenso den Zusammenhang zwischen Taktzeit und psychischen Reaktionen. Sie besagen, dass steigender Zeitdruck zu einer mentalen Anstrengung führt, was wiederum zu einer ermüdungsbedingten psychischen Fehlbeanspruchungsfolge führen kann (Wendsche, Wegge & Obst, 2012). Richter (2000) stellt in ihrer Studie ebenso fest, dass ein erhöhter erlebter Tätigkeitsspielraum mit positivem Beanspruchungserleben und verbesserter Gesundheit einhergeht. Erhöhte Arbeitsintensität hingegen führt zu verstärkten gesundheitlichen Beschwerden und zu einer erhöhten psychischen Fehlbeanspruchung. Kvarnström (1996) besagt darüber hinaus, dass diese körperliche Überforderung bei geistiger Unterforderung, aufgrund einer zu kurzen Taktzeit, zu einer sinkenden Zufriedenheit führt und auch negative Auswirkungen auf die Leistung der Mitarbeiter (z.B. Leistungsschwankungen) hat.

Des Weiteren kann ein Zusammenhang zwischen der Taktzeit und der Entstehung von muskuloskelettalen Erkrankungen bestehen. Es existiert eine Reihe von Studien, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Arbeitsplatzanforderungen und muskuloskelettalen Erkrankungen, wie Beschwerden des Rückens, des Nackens sowie der Schulter und dem Hand-Arm-Bereich, befassen (Hoogendoorn, Bongers, de Vet, Douwes, Koes, Miedema, Ariens & Bouter, 2000a; Hoogendoorn, Bongers, de Vet, Houtman, Ariens, Van Machelen & Bouter, 2001; Kerr, Frank, Shannon, Norman, Wells, Neumann & Bombardier, 2001; Ariens, Bongers, Douwes, Miedema, Hoogendoorn, Van der Wal, Bouter & Van Mechelen, 2001a; Ariens, Bongers, Hoogendoorn, Houtman, Van der Wal & Van Mechelen, 2001b; Fredriksson, Alfredsson, Thorbjörnsson, Punnett, Toomingas, Torgén & Kilbom, 2000; Östergren, Hanson, Balogh, Ektor-Anderson, Isacsson, Ørbaek, Winkel, Isacsson & Group, 2001; Malchaire, Piette & Cock, 2001b). Viele dieser Studien beziehen sich dabei auf die ergonomischen Defizite eines Systems, wie beispielsweise die Körperhaltungen und Lastenhandhabungen, die im Rahmen der Tätigkeit ausgeführt werden müssen (Neumann, 2004).

Deutlich weniger Studien, wie beispielsweise die Studie von Silverstein, Lawrence und Armstrong (1987), befassen sich mit den resultierenden Risiken für muskuloskelettale Erkrankungen aufgrund der eingeführten Taktzeit. Kuorinka und

3 Bisherige Forschungsergebnisse

Forcier (1995) besagen in ihrer Studie, dass kurzzyklische, repetitive Tätigkeiten die Entstehung von muskuloskelettalen Erkrankungen fördern. Eine aktuellere Studie von Schlick, Bruder und Luczak (2010) bestätigt diese Ergebnisse. Nach Schlick u.a. (2010) ist die Montagearbeit bei den energetisch-effektorischen Arbeitsformen einzuordnen. Die Untersuchung dieser Arbeitsform ist deswegen relevant, da unnötig hohe Beanspruchungen häufig subjektiv nicht unmittelbar spürbar sind. Es treten erst langfristig Schädigungen und Erkrankungen auf (z.B. Muskel- und Skelett-Erkrankungen und Sehnenscheidenentzündungen). Nach Milde und Ponto (2005) sind Muskel-Skelett-Erkrankungen der häufigste Grund für Arbeitsunfähigkeit und damit für Unternehmen mit hohen Kosten verbunden. Der BKK-Gesundheitsreport 2013 bestätigt dieses Ergebnis. Mit rund einem Viertel (26,5 %) aller Arbeitsunfähigkeitstage (AU-Tage) stellen die Muskel- und Skelett-Erkrankungen die Ursache für die meisten AU-Tage (441 von 1.661 AU-Tagen je 100 Mitglieder) im Jahr 2012 dar. Dieses Ergebnis wird ebenso von Badura, Ducki, Schröder, Klose und Meyer (2013) bestätigt. Sie besagen in ihrem Fehlzeiten-Report 2013, dass 23 Prozent aller Arbeitsunfähigkeitstage ursächlich auf Muskel- und Skelett-Erkrankungen zurückzuführen sind. Zu der nächstgrößeren Krankheitsgruppe und somit zum ersten Mal zweithäufigste Ursache für eine Arbeitsunfähigkeit gehören die psychischen Störungen mit 244 AU-Tagen je 100 BKK Pflichtmitglieder. Da die Taktzeit sowohl Auswirkungen auf muskuloskelettale Erkrankungen als auch auf psychologische Leiden hat, sind die erhobenen Zahlen im BKK-Gesundheitsreport als repräsentativ einzustufen. Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Taktzeit einen Einfluss auf unterschiedliche Variablen hat, wie beispielsweise Stress, psychologische Leiden, Fehlzeiten und muskuloskelettale Erkrankungen.

Vor dem Hintergrund des demografischen Wandels sind diese Zusammenhänge umso kritischer zu bewerten. In Deutschland führt eine hohe Lebenserwartung in Verbindung mit einer niedrigen Geburtenrate, wie in allen industrialisierten Nationen, zu einer alternden Bevölkerung (Höpflinger, 2009). Diese alternde Bevölkerung führt in Kombination mit Rationalisierungs- und Einsparmaßnahmen der Unternehmen dazu, dass das Alter von Firmenbelegschaften deutlich steigt und diese Unternehmen vor neue Aufgaben stellt (Buck, Kistler & Mendius, 2002; Prasch, 2010). Nach Prasch (2010) überwiegt in der Serienmontage der physische Leistungsanteil für den Mitarbeiter. Allerdings sind die physischen Fähigkeiten des Menschen während des Alterungsprozesses als nicht konstant einzustufen. In

3 Bisherige Forschungsergebnisse

diesem Zusammenhang steigt mit zunehmendem Alter die „Wahrscheinlichkeit für den Eintritt von bleibenden Schäden oder Beeinträchtigungen aus Krankheiten, Unfällen, kumulierten Belastungen“ (Prasch, 2010, S.5). Folglich steigt die Bedeutung des demografischen Wandels für die Produktion deutlich an (Prasch, 2010). Die Konsequenz dieser Entwicklung sollte die Gestaltung besserer, altersgerechter Arbeitsplätze sein, um der Herausforderung einer alternden Firmenbelegschaft zu begegnen.

Wenn ein Arbeitnehmer „auf Grund von Krankheit seine zuletzt ausgeübte Tätigkeit nicht mehr, oder nur unter Gefahr der Verschlimmerung der Erkrankung ausführen kann“ (Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung, 2004) spricht man von Arbeitsunfähigkeit. Als Folge von Arbeitsunfähigkeit ergeben sich für das Unternehmen Produktionsausfälle, welche monetär erfasst werden können. Die Produktionsausfallkosten werden nachfolgend an einem fiktiven Beispiel erörtert. Angenommen es ergaben sich im Jahr 2012 für die Volkswagen AG durchschnittlich 16,5 AU-Tage pro Mitarbeiter. Auf 50.000 Mitarbeiter aus dem Leistungslohnbereich hochgerechnet würde dies 2260,27 Erwerbsunfähigkeitsjahren entsprechen, was wiederum einem Verlust von circa 135 Mio. Euro entspricht. Auf dieser Basis würde ein AU-Tag pro Arbeitnehmer einen Betrag von circa 164,38 Euro kosten. Es sei allerdings darauf hinzuweisen, dass die Anzahl an AU-Tagen für Muskel- und Skelett-Erkrankungen sowie für psychische Störungen weitaus höher liegt als die im Beispiel durchschnittlich angenommen 16,5 AU-Tage. Im Durchschnitt verursachen Muskel- und Skelett-Erkrankungen 19,9 AU-Tage je Fall, wohingegen psychische Störungen 39,4 AU-Tage je Fall verursachen. Es wird in diesem Zusammenhang deutlich, welches Ausmaß die Produktionsausfallkosten annehmen können und welches Präventionspotenzial für das Unternehmen abgeleitet werden kann.

Tabelle 1: Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit
(eigene Darstellung nach BAuA, 2010, S.1).

Ausfallzeiten
50.000 Arbeitnehmer (Leistungslohn) x 16,5 AU-Tage → 825.000 AU-Tage → 2260,27 Erwerbsunfähigkeitsjahre
Schätzung der Produktionsausfallkosten anhand der Lohnkosten (Produktionsausfall)
2260,27 Erwerbsunfähigkeitsjahre x 60.000 Euro → 135.616.438 Euro (ausgefallene Produktion durch Arbeitsunfähigkeit) → 2712,33 Euro (Produktionsausfall je Arbeitnehmer) → 164,38 Euro (Produktionsausfall je Arbeitsunfähigkeitstag)

Zusammenfassend ist zu sagen, dass eine Reihe von Studien existiert, welche die negativen Belastungsfolgen aufgrund der Einführung von kurzen Taktzeiten im Rahmen des Ganzheitlichen Produktionssystems erkannt haben. Es liegen ebenso Studien vor, die in diesem Zusammenhang Empfehlungen für die Arbeitsgestaltung geben. Zu diesen Studien gehören zum einen die Studie von Engström u.a. (1996) und zum anderen die Studie von Kvarnström (1996). Nach Kvarnström (1996) ist es besser durch eine angemessene Taktlänge ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Ausbringung und Qualität zu schaffen und dem Mitarbeiter die Möglichkeit zu geben, innerhalb gewisser Grenzen einen eigenen Arbeitsrhythmus zu entwickeln. Dadurch steigen die Motivation und die Zufriedenheit der Mitarbeiter und mittelfristig auch die Produktivität. Engström u.a. (1996) kommen zu dem Ergebnis, dass eine längere Zykluszeit mit parallelen Montagesystemen mit einer höheren Effizienz einhergeht als das strenge Festhalten an der Einführung von kurzen Taktzeiten in Serienmontagelinien, welche zu starken Belastungen der Mitarbeiter führen. Sie weisen allerdings darauf hin, dass die nötigen Voraussetzungen wie technische und administrative Gegebenheiten zuvor selbstverständlich geschaffen werden müssen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, welche Taktzeit als angemessen betrachtet werden kann. Es besteht ein erster Ansatz von Kapellusch, Kapellusch und Garg (2012) bei welchem eine ergonomische Zykluszeit in Abhängigkeit von Risikofaktoren, die eine Muskel- oder Skelett-Erkrankung fördern berechnet wird. Sie nutzen in diesem Zusammenhang zwei quantitative Methoden zur ergonomischen Beurteilung eines Arbeitsplatzes. Zum einen nutzen sie die Revised NIOSH Lifting Equation (RNLE) Methode und zum anderen den Strain Index zur Beurteilung von

3 Bisherige Forschungsergebnisse

muskuloskelettalen Erkrankungen der oberen Extremitäten. Sie setzen die tatsächliche Zykluszeit (Process Cycle Time) in Beziehung zu einer ergonomischen Zykluszeit (Ergonomic Cycle Time), welche sich aus den Ergebnissen der beiden quantitativen Methoden durch Integration in einem Algorithmus ergibt. Die ergonomische Zykluszeit ist die Zeit, die benötigt wird um einen Arbeitsgang ohne Schädigungen durchzuführen. Diese Zykluszeit beinhaltet die Regenerationszeit, welche benötigt wird, um sich von der Arbeitsaufgabe zu erholen und ist umso länger, je körperlich anstrengender die Arbeitstätigkeit ist. Die Differenz dieser beiden Zykluszeiten wird als ergonomische Pufferzeit (Ergonomic Slack Time) bezeichnet und diese gibt einen Hinweis auf ergonomische Defizite. Eine positive ergonomische Pufferzeit deutet darauf hin, dass die Zykluszeit weiter verkürzt werden kann ohne, dass die Arbeitsaufgabe als kritisch eingestuft werden muss. Eine negative ergonomische Pufferzeit deutet auf einen kritischen Arbeitsplatz hin und sollte angepasst werden. In diesem ersten Ansatz werden aber nur die Risikofaktoren für das Zustandekommen von muskuloskelettalen Erkrankungen integriert. Es sei darauf hinzuweisen, dass ebenso Risikofaktoren für das Zustandekommen von psychischen Erkrankungen integriert werden sollten.

Es wird deutlich, dass eine Reihe von Studien auf die negativen Belastungsfolgen aufgrund einer Taktzeitverkürzung im Rahmen der Einführung von Ganzheitlichen Produktionssystemen hinweisen. Die damit auftretenden Produktionsausfallkosten weisen auf ein erhebliches Optimierungspotential hin. Einzelne Zusammenhänge wurden bereits in der Literatur identifiziert, allerdings fehlt eine umfassende Betrachtung der wirkenden Zusammenhänge ausgehend von der Austaktung einer Montagelinie, was in der vorliegenden Dissertation erfolgen soll. Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung der taktgebundenen Montagetätigkeit, speziell im Hinblick auf die Variable Austaktung. Es soll untersucht werden inwieweit diese Variable einen entscheidenden Einfluss auf andere relevante Variablen, wie die psychische als auch die physische Gesundheit, Zufriedenheit sowie ausgewählte Leistungsindikatoren hat.

4 Der Volkswagen Konzern und das Volkswagen Produktionssystem

Die vorliegende Dissertation wurde in Zusammenarbeit mit der Volkswagen Aktiengesellschaft angefertigt. In Kapitel 4 erfolgt aus diesem Grund eine kurze Beschreibung der Volkswagen Aktiengesellschaft und des Volkswagen Produktionssystems, dem eingeführten Ganzheitlichen Produktionssystem der Volkswagen AG. In diesem Zusammenhang werden die Ziele und verwendete Methoden kurz erläutert. Die vorliegende Dissertation wurde insbesondere in der Cockpitmontage des Geschäftsfelds Kunststoff der Volkswagen AG angefertigt, auf welches in Kapitel 4.3 eingegangen wird. In Kapitel 5 wird umfassend auf die Cockpitmontage als Untersuchungsgegenstand eingegangen.

4.1 Die Volkswagen Aktiengesellschaft

Die Volkswagen Aktiengesellschaft gehört zu den führenden Automobilherstellern weltweit. Das Unternehmen wurde 1937 in Wolfsburg als „Gesellschaft zur Vorbereitung des Volkswagens mbh“ gegründet. Der Konzern hat seinen Hauptsitz weiterhin in Wolfsburg. Neben der Kernmarke Volkswagen gehören weitere 11 Marken zum Konzern, dazu zählen Audi, Seat, Skoda, MAN, Bugatti, Bentley, Lamborghini, Porsche, Ducati, Volkswagen Nutzfahrzeuge und Scania. Im Jahr 2012 wurden circa 280 verschiedene Modelle produziert und der Volkswagen Konzern beschäftigte ca. 550.000 Mitarbeiter. Im Jahr 2012 wurden insgesamt 9.255.384 Fahrzeuge gebaut, was durchschnittlich 37.700 Fahrzeugen am Tag entspricht. Produziert wird in 106 Fertigungsstätten weltweit, dazu gehören unter anderem die Werke in Chattanooga (USA), Shanghai (China) und Puebla (Mexiko). Der Jahresumsatz des Konzerns betrug im Jahr 2012 rund 192,7 Milliarden Euro mit einem Jahresüberschuss von 21,88 Milliarden Euro (Volkswagen AG, 2013a). Im Jahr 2014 wurden bereits circa 335 verschiedene Modelle in 119 Fertigungsstätten mit rund 592.600 Beschäftigten produziert. Insgesamt wurden im Jahr 2014 10.213.000 Fahrzeuge, was einer durchschnittlichen Produktion von 40.626 Fahrzeugen pro Tag entspricht, gebaut. Der Umsatz lag in 2014 bei 202,5 Milliarden Euro (Volkswagen AG, 2015).

Die vorliegende Dissertation wurde in der Cockpitmontage des Geschäftsfelds Kunststoff der Volkswagen AG angefertigt. Dieses Geschäftsfeld gehört zum Vorstandsbereich der sogenannten Komponentenfertigung. Die Komponente ist innerhalb der Marke Volkswagen ein eigener Vorstandsbereich und umfasst die Hausanfertigung von Komponenten. Insgesamt besteht der Vorstandsbereich aus den Kraftfahrzeugkomponenten Kunststoff, Motor, Getriebe, Fahrwerk, Sitze und Gießerei. Die Komponente wurde im Jahr 2006 gegründet und umfasst die oben genannten sechs Geschäftsfelder an 10 Standorten. Es werden insgesamt 37.650 Mitarbeiter in der Komponente beschäftigt (Volkswagen AG, 2012a).

4.2 Das Volkswagen Produktionssystem

Die Volkswagen AG verfolgt eine eigens definierte Strategie um die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu steigern und somit die Beschäftigung langfristig zu sichern. Für die Marke Volkswagen handelt es sich um die Strategie Mach18. Ziel ist es, Volkswagen zur innovativsten Volumenmarke der Welt zu machen. Dieses Ziel soll durch Kundenzufriedenheit, hohe Qualität und einwandfreie Prozesse geschehen. In diesem Zusammenhang soll eine Kapitalrendite von 21% erwirtschaftet werden und es sollen 6,6 Millionen Fahrzeuge abgesetzt werden. Zudem soll Volkswagen Top-Arbeitgeber werden. Um diese Ziele bis 2018 zu erreichen, ist es notwendig, dass VW die Produktionsprozesse optimiert. In diesem Zusammenhang müssen die Kosten gesenkt und die Qualität erhöht werden (Volkswagen AG, 2014). Die zentrale Maßnahme zur Umsetzung von Mach18 ist die Einführung eines Ganzheitlichen Produktionssystems im Rahmen des Volkswagen Weges. Dieser Weg beschreibt die Art und Weise, wie das Unternehmen in Zukunft konzernweit die Arbeit gestalten will. Dazu gehören unter anderem die allgemeine Organisation und die Prozessoptimierung. Im Rahmen der Prozessoptimierung soll Verschwendung gänzlich eliminiert werden. Entscheidende Themenfelder im Rahmen des Volkswagen Weges sind unter anderem Effizienz, Produktivität und Qualität. Darüber hinaus befasst sich der Volkswagen Weg mit der Zusammenarbeit und Ergonomie. Das Ziel ist es, Autos mit höchster Qualität und Wirtschaftlichkeit für die Kunden zu entwickeln. Die Umsetzung dieses Ziels erfolgt durch den kontinuierlichen Verbesserungsprozess, die so genannte KVP-Kaskade. Diese Kaskade besteht aus vier Wellen, welche sich auf alle Geschäftsbereiche beziehen. Die ersten beiden Wellen betreffen die Prozessoptimierung im eigentlichen Sinne,

4 Der Volkswagen Konzern und das Volkswagen Produktionssystem

wobei die erste sich auf die Produktion, den so genannten direkten Bereich, bezieht. Die zweite Welle bezieht sich auf den indirekten Bereich, welcher nicht in den direkten Leistungserstellungsprozess mit eingebunden ist, wie zum Beispiel die Verwaltung und Forschung und Entwicklung. Die dritte und vierte Welle betreffen die Produktoptimierung. In der dritten Welle soll das Produkt vor „Start of Production“ (SOP) betrachtet und optimiert werden, sodass eine kostenintensive Optimierung zum späteren Zeitpunkt nicht notwendig ist und die vierte Welle bezieht sich auf das externe Lieferantenmanagement und die Logistikkette. Diese Kaskade eröffnet den Weg zum wertschöpfungsorientierten, synchronen Unternehmen, welcher über sieben Stufen mit aufeinander aufbauenden Inhalten in jedem dieser vier Bereiche erfolgt.

Das Volkswagen-Produktionssystem ist ein wesentliches Element des Volkswagen-Weges, welches durch die KVP-Kaskade schrittweise eingeführt wird. Das Volkswagen Produktionssystem kann analog zum TPS-Haus als Haus dargestellt werden, in dem die Grundlagen das Fundament des Hauses bilden. Zu diesen gehören die Arbeitsorganisation, der Umweltschutz, die konsequente Eliminierung jeglicher Verschwendung, die Standardisierung von Prozessen und eine nivellierte und geglättete Produktion. Standards dienen zur Sicherstellung von Qualität, an denen die Prozessoptimierung ansetzt. Durch die Visualisierung werden Abweichungen vom Standard sichtbar gemacht und der Prozess erhält auf diese Weise Transparenz. Auf diesen Grundlagen bauen die vier Säulen des Hauses auf. Die erste Säule bezieht sich auf den Takt, welcher besagt, dass der Kundentakt als gleichmäßiger Schrittmacher fungieren soll. Volkswagen definiert im Rahmen des Volkswagen Weges die Taktzeit als gleichmäßiger Rhythmus zur Herstellung von Produkten in allen Gewerken der Produktion. Die Taktzeit wird von der Kundennachfrage bestimmt und entspricht somit dem Kundentakt. Die Taktzeit ergibt sich, indem man die verfügbare Netto-Arbeitszeit durch das vom Markt benötigte Produktionsvolumen teilt (Volkswagen AG, 2012b). Dieser Takt gibt an in welchem Zeitabstand der Kunde das Produkt abrufen will. Ziel ist es, in diesem Takt zu produzieren. Durch den Kundentakt wird ein routinierter Arbeitsablauf ermöglicht, welcher einen direkten Einfluss auf die Qualität hat. Die zweite Säule nimmt Bezug auf den Fluss der Produktion. Die Reduzierung der Durchlaufzeit und die Entwicklung einer kontinuierlichen Fließfertigung werden als Ziele dieser Säule vermittelt. Zusätzlich werden durch die Fließfertigung Qualitätsprobleme, zum

4 Der Volkswagen Konzern und das Volkswagen Produktionssystem

Beispiel durch Unterbrechung des Produktionsflusses, aufgezeigt. Die Einführung von ziehenden Prozessen ist Bestandteil der dritten Säule. Bei dieser Form der Steuerung, dem so genannten Pull-Prinzip, sollen Teile nur dann gefertigt werden, wenn sie direkt benötigt werden. Es soll ein standardisierter Puffer eingeführt werden, welcher die Produktion auf Lager ersetzen soll. Durch ein Unter- und Überschreiten des Puffers werden Qualitätsprobleme ebenso sofort aufgezeigt. Die letzte Säule bezieht sich auf perfekte Prozesse. Durch diese Säule wird eine Null-Fehler-Qualität und Effizienz gefordert. In diesem Zusammenhang soll unter anderem eine so genannte Reißleine eingeführt werden, welche gezogen werden muss, sobald der Prozess vom Standard abweicht. Diese Maßnahme dient zur Visualisierung von Fehlern. Auf diese Weise werden Fehler unmittelbar sichtbar gemacht und der Mitarbeiter ist dazu verpflichtet diesen Fehler sofort zu beheben. Die vier Säulen ermöglichen eine wertschöpfungsorientierte, synchrone Produktion. Im Rahmen von KVP-Workshops werden die Inhalte der Säulen den Mitarbeitern vermittelt, sodass diese aktiv an der Prozessoptimierung in ihren Bereichen teilnehmen.

Begründet durch den demografischen Wandel wird das Thema Ergonomie für alle produzierenden Unternehmen zunehmend wichtiger. Diese Entwicklung wird durch globale gesetzliche Regelungen als auch durch Rahmentarifverträge innerhalb der Unternehmen gefördert. Der Begriff Ergonomie kommt aus dem Altgriechischen und setzt sich zusammen aus dem Wort *ergon*, was mit Arbeit übersetzt werden kann, und dem Wort *nomos*, was mit Gesetz übersetzt werden kann. Zusammenfassend ist zu sagen, dass sich das Thema Ergonomie mit der optimalen Gestaltung von Arbeit befasst. In diesem Zusammenhang werden die Arbeitsaufgabe, die Mensch- und Maschine-Interaktion sowie Umwelteinflüsse analysiert und optimiert. Ergonomie bedeutet in der Arbeitsgestaltung das Schaffen eines optimalen Zusammenwirkens von Menschen, Betriebsmitteln und Arbeitsgegenständen durch die zweckmäßige Organisation der Arbeitssysteme bei gleichzeitiger Miteinbeziehung der Leistungsfähigkeit und Bedürfnisse des Mitarbeiters (Volkswagen AG, 2013b).

Im Rahmen des Volkswagen Weges ist die Ergonomie bei der Volkswagen AG ebenso ein wichtiges Thema und ist bei den Grundlagen des Volkswagen Produktionssystems einzuordnen. Es wird bei der Volkswagen AG eine gesamtheitliche Betrachtung angestrebt und infolgedessen kooperieren verschiedene Abteilungen miteinander, um Standards zu entwickeln und zu

etablieren. Hierzu zählen das Gesundheitswesen, der Betriebsrat, der Arbeitsschutz sowie die zuständige Abteilung „Konzern Produktionsergonomie“. Die Volkswagen AG hat sich das Ziel gesetzt in Rahmen der ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung menschengerechte Arbeitsplätze zu schaffen, um die Gesundheit und Einsatzfähigkeit der Mitarbeiter unter der Berücksichtigung des demografischen Wandels langfristig zu erhalten. Dabei soll die Wirtschaftlichkeit von Arbeitsplätzen verbessert werden. Eine optimale ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen erfordert die Berücksichtigung von Mensch, Technik und Organisation. Beim Menschen müssen in diesem Zusammenhang Belastungsgrenzen und Qualifikationen betrachtet werden. Zur Technik gehören beispielsweise die Arbeitsplatzgestaltung und die Produktgestaltung. Schichtmodelle und Teamarbeit zählen zu den organisatorischen Faktoren, welche in die Betrachtung miteinbezogen werden sollten (Volkswagen AG, 2013c).

4.3 Das Geschäftsfeld Kunststoff

Die vorliegende Dissertation wurde, wie zuvor erwähnt, in der Cockpitmontage des Geschäftsfelds Kunststoff der Volkswagen AG angefertigt. Im Werk Wolfsburg wird eine Vielzahl von Kunststoff-Bauteilen gefertigt. Der Fertigungsbereich der Komponente Kunststoff wird in zwei Bereiche unterteilt. Der erste Bereich setzt sich aus der Kunststoffkraftstoffbehälter-Tankfertigung, der Instrumententafelfertigung, dem Spritzguss und der Türverkleidung-Montage zusammen. Zu den gefertigten Bauteilen im Bereich gehören die Türverkleidung für den Golf und Golf Plus, die Instrumententafel für den Golf, Golf Plus und Tiguan, den Kunststoffkraftstoffbehälter-Tank für den Golf, Golf Plus, Tiguan und Touran, die Säulen für den Golf Plus und die C-Säule für den Golf. Diese Bauteile werden zum Teil an andere Volkswagen Werke ausgeliefert. Zu den Kunden dieser Bauteile gehören unter anderem das Werk Zwickau, sowie die Werke in China und Russland. Der zweite Bereich setzt sich aus den Vormontagen, der Cockpitmontage, der Stoßfänger-Montage und der Frontend-Montage zusammen. Des Weiteren gehören zu diesem Bereich die Lackiererei und die Stoßfänger-Spritzgießerei. In Abbildung 5 sind die gefertigten Bauteile des Geschäftsfelds Kunststoff dargestellt.

4 Der Volkswagen Konzern und das Volkswagen Produktionssystem

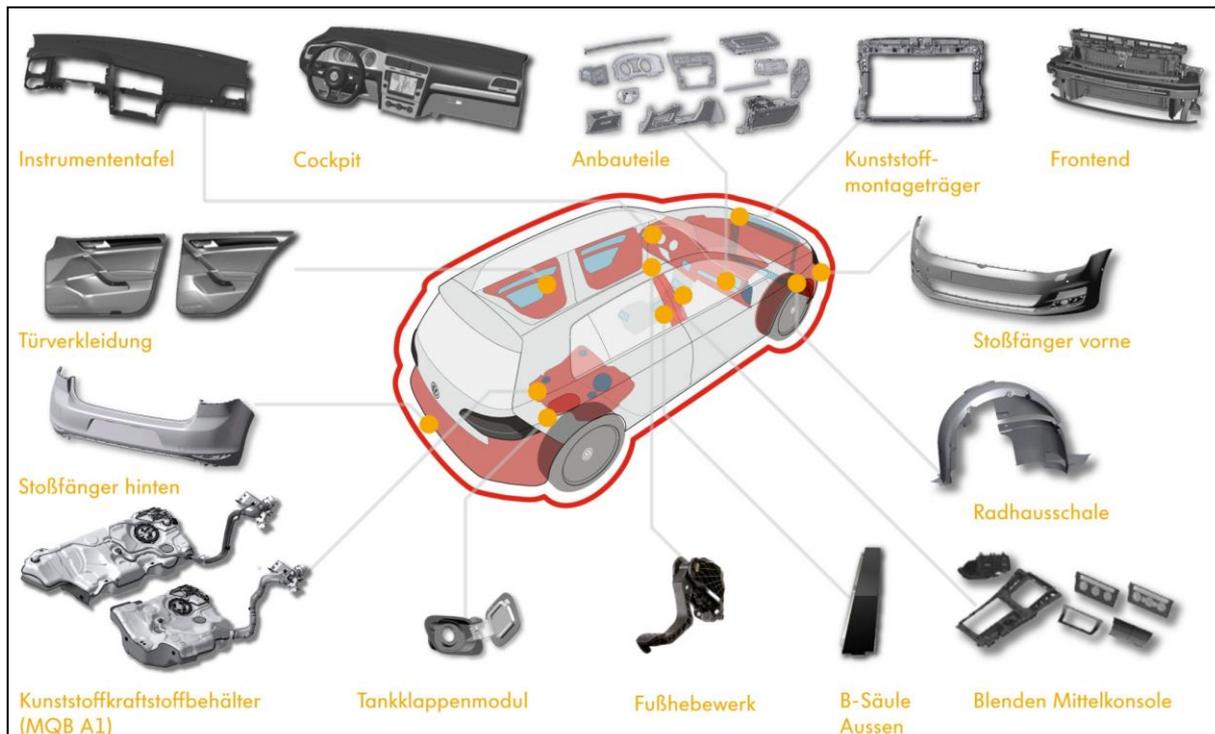


Abbildung 4: Gefertigte Teile des Geschäftsfelds Kunststoff.

5 Der Untersuchungsgegenstand - die Cockpitmontage im Volkswagenwerk Wolfsburg

Im Volkswagenwerk in Wolfsburg existieren insgesamt vier Cockpitmontagelinien. Drei dieser Montagelinien gehören zum Geschäftsfeld Kunststoff. Auf der Montagelinie 1 wird das Cockpit des Tiguan gefertigt. Auf der Montagelinie 2 wird neben dem Cockpit für den Golf auch das für den Golf Plus im Modell-Mix gefertigt und auf der Montagelinie 3 wird ebenso das Cockpit für den Golf gefertigt. Zum Zeitpunkt der Datenerhebung im Juli und August 2012 wird das sechste Modell des Golfs gefertigt, wobei zum Ende dieses Jahres die Umstellung auf den Golf 7 erfolgte. Ebenso gehört zur Cockpitmontage die sogenannte Elektronische Hängebahn (EHB). Dieses Team kommissioniert die Teile für die Montagelinien und übernimmt die vorbereitenden Tätigkeiten für die Montagelinien, wozu unter anderem die Vormontage des Handschuhkastens gehört. Die Montagelinien 2 und 3 und die EHB bilden den Untersuchungsgegenstand für die vorliegende Dissertation. Insgesamt arbeiten in diesen drei Bereichen 310 Mitarbeiter, wozu Volkswagen-Mitarbeiter als auch Zeitarbeitnehmer gehören. Insgesamt arbeiten 255 Montagemitarbeiter in den drei Bereichen. Des Weiteren sind 57 Mitarbeiter als Teamsprecher, Prüfer, Anlagenführer oder Fertigsteller tätig. Die Mitarbeiter arbeiten in einem Drei-Schicht-System und montieren ca. 2282 Cockpits am Tag, was ca. 380 Cockpits pro Montagelinie pro Tag entspricht. Der Kundentakt des Cockpits an den nachgelagerten Bereich beträgt auf beiden Montagelinien jeweils eine Minute, d.h. der Kunde ruft jede Minute ein Cockpit ab. Auf der EHB beträgt die tatsächliche Taktzeit 30 Sekunden, da ein Mitarbeiter beide Montagelinien mit Teilen versorgt. Eine Übersicht über die Cockpitmontage mit den drei betrachteten Bereichen ist in der nachfolgenden Abbildung zu finden.

5 Der Untersuchungsgegenstand - die Cockpitmontage im Volkswagenwerk Wolfsburg

zum nachgelagerten Bereich transportiert. Auf der Montagelinie wird ein Cockpit automatisch über ein sogenanntes Schubskid bewegt, auf dem die Mitarbeiter mit dem Cockpit mitfahren. Die Mitarbeiter der Montagelinien 2 und 3 müssen, im Gegensatz zu den Mitarbeitern der Montagelinie 1, nicht mit dem Cockpit mitlaufen, was die Montage erschweren würde.

In der Voruntersuchung wurden die Teams der Montagelinie 1 befragt. In der Hauptuntersuchung wurden die drei unterschiedlichen Teams auf den Montagelinien 2 und 3 befragt. Ebenso wurden die Mitarbeiter des Teams EHB befragt, wobei die Vergleichbarkeit nicht gegeben wäre und diese Gruppe in der vorliegenden Dissertation nicht miteinbezogen wurde. Jede Gruppe arbeitet die einzelnen Montageschritte nach einem streng standardisierten Arbeitsablauf ab. Die Gruppen unterscheiden sich nicht in ihrer Auslastung, jedoch in ihrer Austattung. Auf der Montagelinie 2 und 3 bestanden zum Zeitpunkt der Befragung die Gruppen „Eintakter“, „Achtakter“ und „Fünftakter“.

Der Kundentakt beträgt, wie zuvor erwähnt, eine Minute, das bedeutet, dass jede Minute ein Cockpit an den nachgelagerten Bereich geliefert werden muss. Im Rahmen des Volkswagen Produktionssystems sollte auf den Montagelinien ganzheitlich der Eintakter eingeführt werden. Im Eintakter arbeitet der Mitarbeiter an der Montagelinie einen standardisierten Arbeitsablauf mit der Länge von einer Minute ab und beginnt anschließend von vorne. Ein Team besteht aus einer festen Anzahl von Arbeitsstationen. Zwischen diesen Arbeitsstationen, welche alle eine Länge von einer Minute haben, wird innerhalb einer Schicht rotiert. Wie oft bei diesen Stationen rotiert wird, hängt von der Größe der Teams ab. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass das Ziel der Rotation eine Entlastung des Mitarbeiters, über die Schicht betrachtet, ist. Im Rahmen des Eintakters sind alle Arbeitstakte auf den betrachteten Montagelinien als kurzzyklisch und repetitiv einzustufen. Ebenso werden in allen Arbeitsschritten der Hand-Arm-Bereich und der obere Rücken belastet, sodass es bei dieser Form der Rotation innerhalb des Teams zu keiner Entlastung im eigentlichen Sinne kommen kann. Bei den untersuchten Montagelinien existieren drei unterschiedliche Team-Größen. Zum einen eine Team-Größe von acht Mitarbeitern (Team Anbauteile), von zehn Mitarbeitern (Team Kabel) und von neun Mitarbeitern (Team Instrumententafel). Zum Zeitpunkt der Datenerhebung war die gesamtheitliche Einführung des Eintakters noch nicht abgeschlossen, sodass

5 Der Untersuchungsgegenstand - die Cockpitmontage im Volkswagenwerk Wolfsburg

innerhalb der Teams neben dem Eintakter die Taktung Achttakter und Fünftakter bestand. Im sogenannten Achttakter arbeitet der Mitarbeiter einen standardisierten Arbeitsablauf von acht Minuten ab und beginnt anschließend wieder von vorne. Ein Team besteht aus einer festen Anzahl von Mitarbeitern, die in der Regel der Taktungslänge entsprechen. So arbeiten im Achttakter acht Montagemitarbeiter. Bei dieser Form der Austaktung wird nicht rotiert, da der Mitarbeiter die unterschiedlichen Arbeitstakte kontinuierlich durchläuft. Die acht Minuten Arbeitsinhalt sind ebenso wie die unterschiedlichen Takte beim Eintakter als repetitiv einzustufen und bieten keinerlei Abwechslung bzw. Entlastung für den Mitarbeiter. Auch hier sind vor allem der Hand-Arm-Bereich und der obere Rücken bei den durchgeführten Arbeitstätigkeiten belastet. Im Fünftakter arbeitet der Mitarbeiter einen standardisierten Arbeitsablauf von fünf Minuten ab und beginnt anschließend wieder von vorne. Zusätzlich wird bei dem Fünftakter in einem Zweier-Team zusammen gearbeitet. Abbildung 7 zeigt die schematische Darstellung der Montagelinie 2. Die Montagelinie 3 ist analog dazu aufgebaut. Auf der Montagelinie 2 arbeitet das Team Anbauteile im Achttakter, wohingegen auf der Montagelinie 3 dieses Team im Eintakter arbeitet. Im Achttakter auf der Montagelinie 2 wird zusätzlich noch das Cockpit für den Golf Plus montiert. Dabei ist jedes dritte montierte Cockpit auf der Montagelinie ein Golf Plus. Eine Übersicht über die befragten Teams und Taktungen ist in Tabelle 2 zu finden.

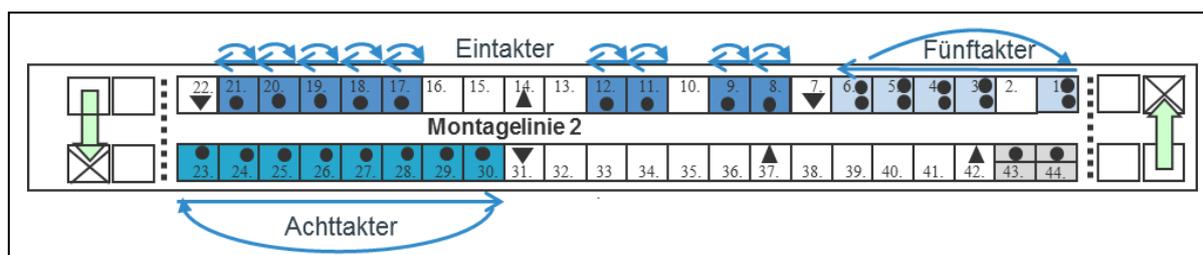


Abbildung 6: Layout Montagelinie 2 und befragte Teams.

Tabelle 2: Übersicht über die befragten Teams und Taktungen.

Team	Taktung	Station
Kabel Montagelinie 2	Fünftakter	1,3,4,5,6
Kabel Montagelinie 3	Fünftakter	1,3,4,5,6
Instrumententafel Montagelinie 2	Eintakter	8,9,11,12,17,18,19,20,21
Instrumententafel Montagelinie 3	Eintakter	8,9,11,12,17,18,19,20,21
Anbauteile Montagelinie 2	Achttakter	23-30
Anbauteile Montagelinie 3	Eintakter	23-30

Im Rahmen der Einführung des neuen Golfmodells sollten alle Teams beider Montagelinien gesamtheitlich auf den Eintakter umgestellt werden. Die Gruppe des Achttakters, die bereits den Eintakter über eine bestimmte Zeitperiode implementiert hatte, bewertete diese Umstellung als negativ und arbeitete weiterhin die Arbeitsstationen gesamtheitlich in acht Minuten ab. Die Mitarbeiter gaben in Mitarbeitergesprächen an, dass die Arbeit im Eintakter stressiger ist und sie sich unter Druck gesetzt fühlten. Im Rahmen der Dissertation sollte überprüft werden, ob dieses subjektive Empfinden auch empirisch überprüft werden kann. Diese Fragestellung war der Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit.

Wie in Kapitel 4.2 erwähnt, ist das Thema Ergonomie bei Volkswagen von wesentlicher Bedeutung. In diesem Zusammenhang wurden im Rahmen der Einführung des neuen Golfmodells vielzählige ergonomische Verbesserungen in der Cockpitmontage durchgeführt. Zu den Verbesserungen gehören die Einführung von Hebehilfen für das Heizklimagerät sowohl an den Montagelinien als auch bei der Kommissionierung, die Optimierung von Entnahmehöhen, die Einführung von neuen Schraubern und Hubtischen sowie eine Reihe von Verbesserungen hinsichtlich der Produktergonomie, wozu unter anderem die produktseitige Anpassung des Handschuhkastens zu nennen ist. Die Änderung des Produktes ist zum Teil mit hohen Kosten verbunden und erfordert einen mehrjährigen Vorlauf. Vor allem bei Teilen, die in verschiedenen Automodellen verbaut werden (Plattform-Teile), ist die Zustimmung der zuständigen Abteilungen einzuholen und erfordert einen hohen Koordinierungsaufwand. In Bezug auf das Cockpit erwies sich die Änderung oder der Entfall von Clipsen und Steckverbindungen als komplexes Thema und konnte durch die Eigenschaften des Bauteils und die Vorgaben, welche beispielsweise hinsichtlich

5 Der Untersuchungsgegenstand - die Cockpitmontage im Volkswagenwerk Wolfsburg

der Qualität und Sicherheit eingehalten werden müssen, nicht in dem Umfang optimiert werden, welcher zu Beginn des Projekts geplant worden ist.

Nach Landau (2011) kommt es in der Automobilindustrie zu verschiedenen Risikofaktoren, welche auch in der Cockpitmontage trotz der vielzähligen ergonomischen Verbesserungen zu beobachten sind. Dazu gehören unter anderem repetitive Tätigkeiten mit hohen Betätigungsfrequenzen, welche durch kurze Taktzeiten gefördert werden. Des Weiteren gehören dazu erzwungene Körperhaltungen, Arbeit mit erhöhter Kraftanstrengung sowie der Einsatz des Hand-Arm-Systems als Werkzeug, wozu das Klopfen, Hämmern, Drehen, Drücken von Clipsen und Steckverbindungen zählen. Hinzu kommen Kraft- und Druckeinwirkungen bei der Bedienung von Arbeitsmitteln, wozu beispielsweise die Handhabung von Schraubern zählt sowie manuelle Lastenhandhabungen, wozu das Heben, Tragen und Ziehen von Teilen über 10kg zählen.

Nach Landsbergis u.a. (1999) ist die Montagetätigkeit in der Automobilbranche mit hohen Anforderungen und einer niedrigen Kontrolle, was dem Tätigkeitsspielraum des Mitarbeiters entspricht, verbunden. Das Job-Demand-Control Modell von Karasek (1979) beinhaltet diese beiden Dimensionen. Zu den Arbeitsanforderungen zählen unter anderem der Zeitdruck und der Arbeitsinhalt. Karasek besagt, dass je höher die Anforderungen an den Mitarbeiter sind und je weniger Tätigkeitsspielraum er im Rahmen seiner Arbeit besitzt, desto mehr Stress und gesundheitliche Belastungen auftreten werden. Wenn im Rahmen von Lean Production die Arbeitsanforderungen in Form von Taktzeitverkürzungen steigen, sollte in diesem Zusammenhang der Tätigkeitsspielraum des Mitarbeiters ebenso betrachtet werden und gegebenenfalls erweitert werden.

Einen weiteren Hinweis für den bestehenden Handlungsbedarf liefern die Abweichungen vom vorgegebenen Fehlzeiten-Zielwert für die zwei Montagelinien, welche in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt sind. Der Zielwert errechnet sich in Relation zum Alter und der Leistungsfähigkeit aller Mitarbeiter der jeweiligen Montagelinie. Es wird deutlich, dass der Zielwert auf beiden Montagelinien deutlich überschritten wird. Auf der Montagelinie 2 ergibt sich im Jahr 2011 sowie im Jahr 2012 ein schlechterer Durchschnittswert als für die Montagelinie 3.

5 Der Untersuchungsgegenstand -
die Cockpitmontage im Volkswagenwerk Wolfsburg

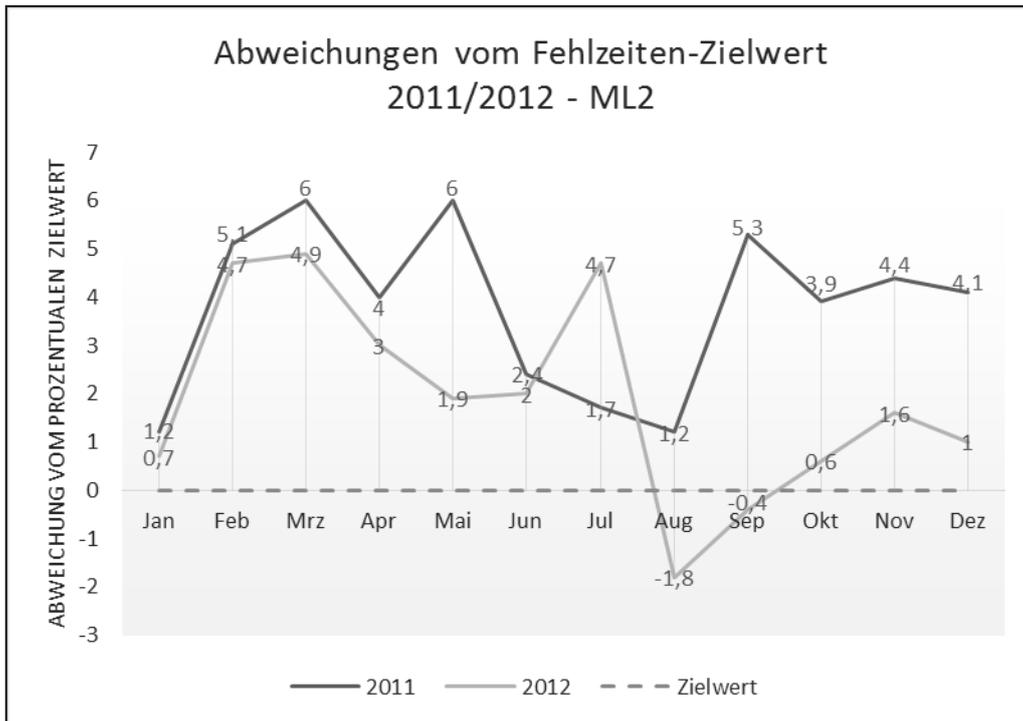


Abbildung 7: Abweichungen vom Fehlzeiten-Zielwert 2011/2012 auf der Montagelinie 2.

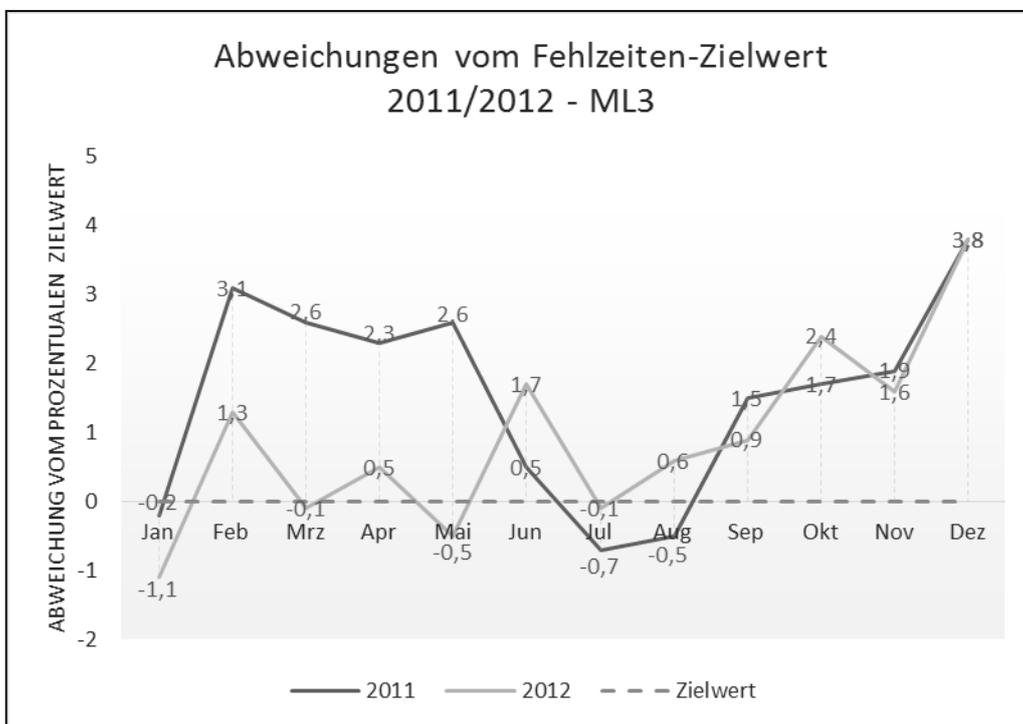


Abbildung 8: Abweichungen vom Fehlzeiten-Zielwert 2011/2012 auf der Montagelinie 3.

5 Der Untersuchungsgegenstand - die Cockpitmontage im Volkswagenwerk Wolfsburg

Einen zusätzlichen Hinweis für den bestehenden Handlungsbedarf liefert die Anzahl an leistungsgewandelten Mitarbeitern für die zwei Montagelinien. Als leistungsgewandelte Mitarbeiter bezeichnet man Mitarbeiter, die aufgrund ihrer physischen oder psychischen Beeinträchtigungen die Arbeitsanforderungen nicht mehr voll erfüllen können. Im Mai 2012 hatten rund ein Drittel der Stammmitarbeiter der Cockpitmontage eine Tätigkeitseinschränkung und mussten in diesem Zusammenhang ordnungsgemäß eingesetzt werden. Im Vergleich zu anderen Bereichen der Volkswagen AG ist dieser Wert als hoch einzustufen. Darüber hinaus war ebenso eine Vielzahl von jüngeren Mitarbeitern bereits betroffen.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die objektiv beobachtbaren Risikofaktoren mit den subjektiv berichteten Empfinden der Mitarbeiter übereinstimmen. Ebenso deuten die Fehlzeiten und die Anzahl an leistungsgewandelten Mitarbeitern auf einen Handlungsbedarf in der Cockpitmontage hin, der in den nachfolgenden Kapiteln empirisch analysiert werden soll.

6 Methodisches Vorgehen – Strukturgleichungsmodellierung

Als Methode wird die Strukturgleichungsmodellierung herangezogen, mittels welcher Hypothesen empirisch geprüft werden können (Weiber & Mühlhaus 2010). Strukturgleichungsmodelle prüfen „a priori festgelegte Modelle auf ihre Passung mit der empirischen Kovarianzmatrix, berücksichtigen dabei auch Relationen bzw. Beziehungen (Pfade) zwischen den latenten Variablen und zusätzlich auch Messfehler in den unabhängigen Variablen“ (Raykov & Marcoulides zit. nach Bühner, 2011, S.380). Die Strukturgleichungsmodellierung erfolgt in mehreren Schritten. Als Ausgangspunkt für die Strukturgleichungsmodellierung dient das Aufstellen einer empirisch prüfbar Theorie. Daran anschließend werden auf Basis der aufgestellten Theorie Hypothesen abgeleitet, welche dann mittels der Strukturgleichungsmodellierung empirisch überprüft werden können (Weiber & Mühlhaus, 2010). Die Hypothesenbildung erfolgt durch umfassende theoretische und sachlogische Überlegungen und Literaturrecherchen, wodurch ein Pfaddiagramm aufgestellt werden kann, welches zur Visualisierung des aufgestellten Hypothesensystems dient. Im zweiten Schritt wird das aufgestellte Modell genauer spezifiziert. Ein Modell besteht aus latenten Modellkonstrukten und manifesten Indikatoren. Die Modellkonstrukte werden auch als latente Variablen bezeichnet, da diese nicht direkt beobachtbar bzw. messbar sind. Durch die aufgestellten Hypothesen werden die Zusammenhänge zwischen den jeweiligen latenten Konstrukten, im so genannten Strukturmodell, festgesetzt. Diese müssen im darauffolgenden Schritt durch manifeste Indikatoren, welche beobachtbar und somit messbar sind, näher spezifiziert werden. Die Beziehung zwischen den latenten Modellkonstrukten und den manifesten Indikatoren werden in einem Messmodell spezifiziert. Es werden somit empirische Beobachtungswerte für die latenten Modellkonstrukte ermittelt.

Die Darstellung der latenten Variablen erfolgt durch Ellipsen im Strukturmodell. Die manifesten Variablen werden hingegen als Rechteck dargestellt und Messfehlervariablen werden durch Kreise gekennzeichnet. Kausale Beziehungen werden durch gerichtete Pfeile gekennzeichnet. Es besteht ebenso die Möglichkeit auch ungerichtete (nicht kausal interpretierbare) Beziehungen in das Modell zu

integrieren. Diese werden durch gekrümmte Doppelpfeile dargestellt (Backhaus, Erichson & Weiber, 2011; Bühner, 2011; Weiber & Mühlhaus, 2010). Ein beispielhaftes Pfaddiagramm ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

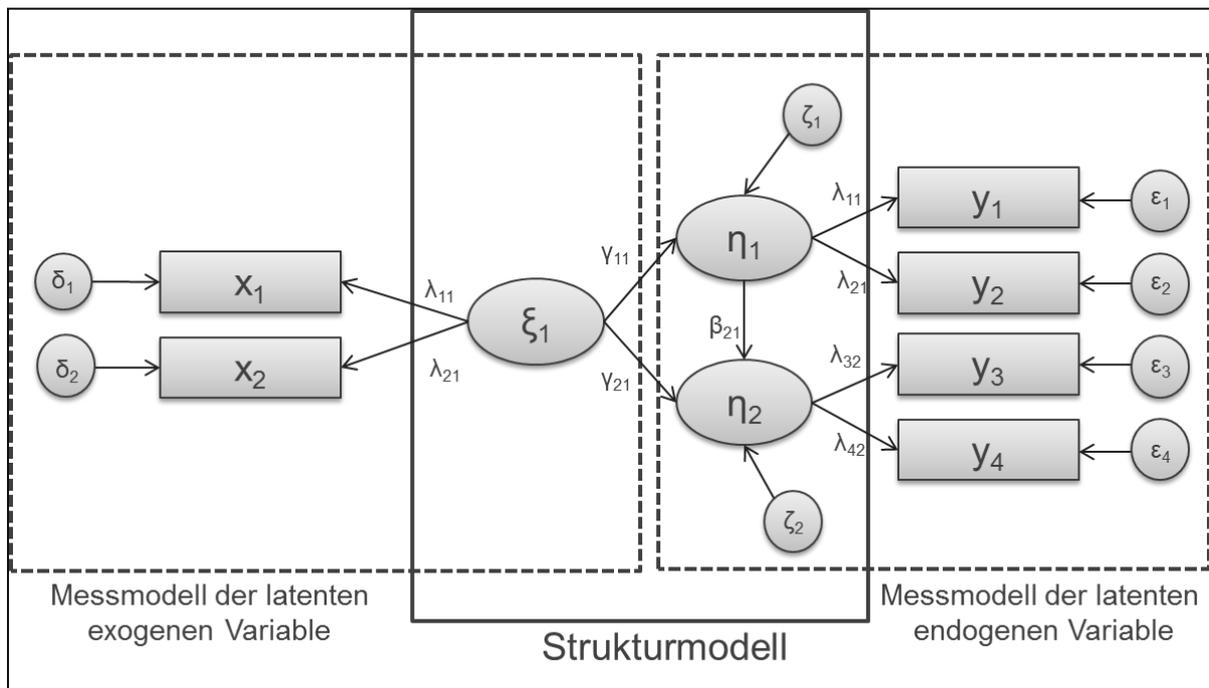


Abbildung 9: Pfaddiagramm (Beispiel).

Als nächster Schritt erfolgt die Generierung von Items für die jeweiligen manifesten Indikatoren, welche durch umfassende Inhalts- und Dokumentenanalysen erhoben werden. Dabei können bestehende Items bzw. ganze Skalen aus der Literatur genutzt werden, allerdings besteht ebenso die Möglichkeit Items selbst zu generieren. Bei der Erstellung von Items besteht zum einen die Möglichkeit pro Indikator ein Einzelitem und zum anderen mehrere Items pro Indikator abzufragen. In diesem Zusammenhang spricht man von einer Multi-Item-Messung. Im Anschluss können diese homogenen Items zu einem Item-Parcel zusammengefasst werden, was durch die Bildung von Mittelwerten oder Summenwerten über verschiedene einzelne Items erfolgt (Bühner, 2011). Diese Vorgehensweise wird in Kapitel 6.3 näher beschrieben. Die aufgestellten Skalen müssen im Anschluss auf ihre Reliabilität und Validität überprüft werden.

Im Rahmen der Strukturgleichungsmodellierung werden die Zusammenhänge, welche im Pfaddiagramm zu erkennen sind, in ein Gleichungssystem überführt. In der vorliegenden Dissertation wurde das Programm AMOS verwendet. Dieses Programm berechnet die Gleichungssysteme und dessen Parameter automatisch auf

Basis des eingegebenen Pfaddiagramms. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle nur kurz auf die Formulierung des Gleichungssystems eingegangen. Weiber und Mühlhaus (2010) haben in diesem Zusammenhang Regeln zur Formulierung des Gleichungssystems zusammengestellt. So besagen sie, dass für jede abhängige Variable (x , y und η) genau eine Gleichung zu formulieren ist, wobei lineare Beziehungen zwischen den Gleichungen unterstellt werden. Die mittels AMOS errechneten Pfadkoeffizienten repräsentieren die Pfeile des Pfaddiagramms. Deren Größe geben die Stärke des jeweiligen Zusammenhangs an. So ergibt sich für das Pfaddiagramm in Abbildung 10 beispielhaft folgendes lineares Gleichungssystem mit acht Gleichungen (Beispiel nach Weiber & Mühlhaus (2010), S.41):

Für das Strukturmodell ergeben sich zwei Gleichungen: (1) $\eta_1 = \gamma_{11}\xi_1 + \zeta_1$ und (2) $\eta_2 = \beta_{21}\eta_1 + \gamma_{21}\xi_1 + \zeta_2$. Für das reflektive Messmodell der latenten endogenen Variablen ergeben sich vier Gleichungen: (3) $y_1 = \lambda_{11}\eta_1 + \varepsilon_1$; (4) $y_2 = \lambda_{21}\eta_1 + \varepsilon_2$; (5) $y_3 = \lambda_{32}\eta_2 + \varepsilon_3$; (6) $y_4 = \lambda_{42}\eta_2 + \varepsilon_4$. Für das reflektive Messmodell der latenten exogenen Variable ergeben sich zwei Gleichungen: (7) $x_1 = \lambda_{11}\xi_1 + \delta_1$ und (8) $x_2 = \lambda_{21}\xi_1 + \delta_2$.

Die benötigten Daten für die empirische Überprüfung eines aufgestellten Modells werden mittels einer Mitarbeiterbefragung erhoben. Es bestehen unterschiedliche Möglichkeiten Mitarbeiterbefragungen durchzuführen. Im vorliegenden Fall wurde die Befragung mittels eines Fragebogens in Papierform durchgeführt. In Bezug auf die Anonymität wird einer Befragung in Papierform mehr Vertrauen seitens der Mitarbeiter entgegen gebracht (Liebig & Müller, 2005). Zu den anderen Möglichkeiten der Mitarbeiterbefragung gehören die Online-Befragung und das Interview. Die gültig beantworteten Fragebögen werden anschließend per Hand in Excel bzw. SPSS eingegeben. Fragebögen, in denen widersprüchliche Antworten beispielsweise in Bezug auf die Angaben zur Person und Teamzugehörigkeit gegeben werden, werden vorab aus der Analyse ausgeschlossen. Anschließend erfolgen die Güteprüfung der Messmodelle, auf die in Kapitel 6.4 eingegangen wird, sowie die Modellschätzung mit AMOS, die in Kapitel 6.5 behandelt wird. Als letzter Schritt erfolgen die Evaluation des Gesamtmodells und die Ergebnisinterpretation (Kapitel 6.5.2 und Kapitel 6.5.3).

6.1 Hypothesen- und Modellbildung

Nach dem Aufstellen einer empirisch prüfbar Theorie erfolgt die Ableitung von Hypothesen. Hypothesen beinhalten „widerspruchsfreie und aus der betrachteten Theorie begründbare Aussagen, deren Gültigkeit in der Wirklichkeit aber nur vermutet wird“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.3). Nach Bortz und Döring (2006) können Hypothesen als wissenschaftlich bezeichnet werden, wenn diese einen Bezug zu einem realen Sachverhalt aufweisen, welcher sich empirisch untersuchen lässt. Ebenso sollte eine Hypothese allgemeingültig sein und sie sollte im Rahmen eines sinnvollen Konditionalsatzes aufgestellt werden, was bedeutet, dass Hypothesen mit den Aussagen „wenn-dann“ oder „je-desto“ gebildet werden sollten. Als vierten Punkt nennen sie, dass der Hypothese potenziell widersprochen, d.h., dass sie falsifiziert werden kann.

6.2 Operationalisierung der Konstrukte und Fragebogenkonstruktion

Da die hypothetischen Modellkonstrukte, wie zuvor erwähnt, nicht direkt messbar sind, müssen diese durch manifeste Indikatoren definiert, d.h. operationalisiert werden. Hierbei dienen umfassende Inhalts- und Dokumentenanalysen als Grundlage für die Generierung von Indikatoren, welche das Konstrukt gut beschreiben sollen.

Im nächsten Schritt muss die Messkonzeption definiert werden. Hierbei unterscheidet man zwischen reflektiven und formativen Messmodellen. Bei reflektiven Messmodellen, welche in der vorliegenden Dissertation genutzt wurden, entsprechen die Modellkonstrukte der Ursache und die Indikatoren der Wirkung des Konstruktes. Ziel ist es, die Konsequenzen der Konstrukte so ganzheitlich wie möglich zu definieren. Da das aus praktischer Sicht nicht durchführbar ist, wird aus diesem Grund eine hohe Indikatoren-Korrelation und Austauschbarkeit zugelassen, da alle Indikatoren Folgen eines Konstruktes darstellen und somit auf einen gemeinsamen Nenner zurückzuführen sind (Weiber & Mühlhaus, 2010). Eberl (2004) empfiehlt die Anwendung dreier Entscheidungsfragen. Wenn das Konstrukt kausal für die Indikatoren ist und alle Indikatoren bei Änderung der Richtung eines Indikators ihre Richtung ebenso ändern sowie alle Indikatoren beliebig austauschbar sind, dann kann man davon ausgehen, dass es sich bei dem Messmodell um ein reflektives Modell handelt.

Als nächster Schritt erfolgt die Generierung von Items, welche ebenso durch umfassende Inhalts- und Dokumentenanalysen aufgestellt werden. Dabei können bestehende Items bzw. ganze Skalen aus der Literatur genutzt werden, allerdings besteht ebenso die Möglichkeit Items selbst zu generieren. Die aufgestellten Skalen müssen im Anschluss auf ihre Reliabilität und Validität überprüft werden, was in Kapitel 6.4 erläutert wird.

6.3 Nutzung von Item-Parcels

Der Begriff Item-Parcel bezeichnet die Bildung von Mittelwerten oder Summenwerten über verschiedene einzelne homogene Items (Bühner, 2011). Die Bildung von Item-Parcels erfolgt in der Regel dadurch, dass zum einen viele abgefragte Items existieren und weiterhin viele Indikatoren das jeweilige Modellkonstrukt beschreiben sollen (Schermelleh-Engel & Werner, 2009; Borg & Staufenbiel, 2007). So kann ein Modell, welches aus 15 Einzelitems bestand, durch diese Vorgehensweise durch drei Indikatoren, den Item-Parcels mit jeweils fünf Items, reduziert werden. Durch dieses Vorgehen werden die Indikatoren reliabler und das Modell wird insgesamt betrachtet einfacher (Borg & Staufenbiel, 2007). Zusätzlich wird diese Vorgehensweise beim Vorhandensein von nur kleinen Stichproben empfohlen (Bagozzi & Edwards, 1998; Bagozzi & Heatherton, 1994; Little, Cunningham, Shahar & Widaman, 2002). Nach Hall, Snell und Singer Foust (1999) sowie Schermelleh-Engel und Werner (2009) liegen weitere Vorteile des Item-Parcellings darin, dass die Genauigkeit der Schätzungen und die Güte des Modellfits optimiert werden. Nach Little u.a. (2002) führt die Aggregation von Items dazu, dass das Item-Parcel reliabler gegenüber der Verwendung von Einzelitems ist. Zum einen ist die Verteilung dieser günstiger und zum anderen wird der Stichprobenfehler geringer. Die einzelnen Item-Parcels werden anschließend mittels Cronbachs-Alpha auf Reliabilität geprüft.

In diesem Zusammenhang sollte ebenso die empfohlene Anzahl der Indikatoren pro Modellkonstrukt betrachtet werden. In einer durchgeführten Metastudie von Peter (1979) wurde festgestellt, dass in rund der Hälfte der Untersuchungen eine Anzahl von drei bis sechs Indikatoren je Modellkonstrukt erhoben wird. Weiber und Mühlhaus (2010) schlagen vor, dass Modellkonstrukte aus methodischer Sicht bei reflektiven Messmodellen in einem Mehr-Konstrukt-Modell mindestens mit jeweils zwei Indikatoren gemessen werden sollten.

6.4 Güteprüfung reflektiver Messmodelle

In den folgenden Unterkapiteln wird eine Zusammenfassung über die zur Auswertung verwendeten statistischen Verfahren gegeben. Bei der Anwendung reflektiver Messmodelle muss eine Reihe von Kriterien erfüllt sein, dazu gehört die Prüfung von Reliabilität und Validität des Messinstruments. Unter Reliabilität versteht man die Genauigkeit eines Messinstruments und die Validität bezeichnet „das Ausmaß, mit dem ein Messinstrument auch das misst, was es messen sollte“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.103). Nach Fornell (1982) unterscheidet man die Gütekriterien nach erster und zweiter Generation. Die Gütekriterien der ersten Generation beruhen auf Korrelationsberechnungen zur Überprüfung der Reliabilität und werden in Kapitel 6.4.1 beschrieben. Als Voraussetzung für die Anwendung dieser Kriterien wird die Eindimensionalität der Konstrukte gefordert, die im Rahmen einer explorativen Faktorenanalyse für das jeweilige Konstrukt überprüft werden kann. Die Kriterien der zweiten Generation basieren auf der Anwendung der konfirmatorischen Faktorenanalyse und in diesem Zusammenhang ist auch die Überprüfung der Validität möglich. Die Reliabilitätsprüfung erfolgt sowohl für die Indikatorebene als auch für die Konstruktebene und wird in Kapitel 6.4.2 dargestellt. Im Allgemeinen dient die konfirmatorische Faktorenanalyse zur Überprüfung einer a priori aufgestellten Faktorenstruktur, wohingegen die explorative Faktorenanalyse dazu dient Faktoren zu identifizieren (Bühner, 2011).

6.4.1 Korrelationsanalyse und Explorative Faktorenanalyse

Mittels einer explorativen Faktorenanalyse kann die Faktorenstruktur eines entwickelten Instruments überprüft beziehungsweise „entdeckt“ werden. Das Ziel der Faktorenanalyse ist, die „Zusammenhänge der Items untereinander durch eine geringere Anzahl dahinter liegender homogener Faktoren zu erklären“ (Bühner, 2011, S. 296). Die explorative Faktorenanalyse gehört somit zu den Struktur-entdeckenden Verfahren und überprüft im vorliegenden Fall die Eindimensionalität der betrachteten Konstrukte, welche im ersten Schritt erfolgen soll. Dies geschieht durch die Anwendung einer isolierten explorativen Faktorenanalyse für jeweils nur ein Konstrukt (Weiber & Mühlhaus, 2010). Eine gemeinsame explorative Faktorenanalyse für alle Konstrukte ist nicht notwendig, da bereits im Vorfeld bekannt ist, wie viele Faktoren das Modell beschreiben und wie diese zueinander in

Beziehung stehen sowie welche Items sie spezifizieren (Bühner, 2011). Die Überprüfung auf Eindimensionalität erfolgt unter Einbeziehung einiger Kennzahlen mit SPSS.

Im ersten Schritt muss geprüft werden, ob die explorative Faktorenanalyse bei den vorliegenden Messindikatoren angewendet werden darf. Dies wird mit den folgenden Kriterien überprüft: Measure of Sampling Adequacy (MSA), Kommunalitäten, Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium (KMO-Kriterium) und Bartlett-Test. Es wird empfohlen mehrere Prüfkriterien bei der Analyse der Variablen anzuwenden (Backhaus, Erichson, Plinke & Weiber, 2008; Bühner, 2011). Der Measure of Sampling Adequacy gibt an „in welchem Umfang eine Variable mit den übrigen Variablen als „zusammengehörend“ anzusehen ist“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.107) und überprüft somit die Eignung jedes einzelnen Items. Die Kommunalität einer Variable gibt hingegen an, „wie viel Prozent der Variablenstreuung durch die extrahierten Faktoren erklärt werden kann“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.107). Beide Kriterien liegen im Intervall zwischen dem Wert null und eins und sollten nicht kleiner als 0,5 sein. Im ersten Fall würde das bedeuten, dass die Variablen nur wenig miteinander gemeinsam haben und im zweiten Fall würde es bedeuten, dass nur ein geringer Anteil der Varianz durch die Variable erklärt werden würde. In beiden Fällen sollte die Variable aus der weiteren Analyse ausgeschlossen werden. Hinsichtlich des MSA sind Werte zwischen 0,80 und 0,89 als gut und Werte $\geq 0,90$ als sehr gut einzustufen (Bühner, 2011; Brosius, 2011). Als weitere Kriterien für die Überprüfung der gesamten Variablenmenge werden das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium und der Bartlett-Test genannt. Beide Kriterien geben Auskunft darüber, wie die Variablen miteinander zusammenpassen. Die Überprüfung der Eignung der Korrelationsmatrix für die Durchführung der Faktorenanalyse erfolgt mittels des KMO-Kriteriums. Nach Kaiser und Rice (1974) sollte das KMO-Kriterium nicht kleinere Werte als 0,6 aufweisen. Nach Bühner (2011) und Brosius (2011) sind auch hier Werte zwischen 0,80 und 0,89 als gut und Werte $\geq 0,90$ als sehr gut einzustufen. Bühner (2011) empfiehlt die Anwendung des Bartlett-Tests zur Überprüfung auf bedeutsame Korrelationen zwischen den Items, womit die Minimalanforderungen zur Durchführung der Faktorenanalyse gegeben wären. Der Test „prüft die globale Nullhypothese, dass alle Korrelationen der Korrelationsmatrix gleich null sind“ (Bühner, 2011, S. 347). Der Bartlett-Test wird signifikant, wenn dieser den Wert null annimmt. Wenn in diesem Zusammenhang die Nullhypothese

nicht abgelehnt werden kann, dann sind die Items unkorreliert und die explorative Faktorenanalyse sollte nicht angewendet werden.

Wenn die explorative Faktorenanalyse bei den vorliegenden Messindikatoren des Modellkonstrukts angewendet werden darf, muss im nächsten Schritt eine Extraktionsmethode ausgewählt werden. Zu den wichtigsten Extraktionsmethoden zählt die Hauptachsenanalyse, deren Anwendung empfohlen wird, wenn die Itemvarianzen in weniger Komponenten linear zerlegt werden können und eine Beschreibung erfolgen soll (Bühner, 2011). Neben dieser Methode existieren noch die Maximum-Likelihood-Faktorenanalyse und die Hauptkomponentenanalyse. Bühner (2011) empfiehlt die Anwendung der Maximum-Likelihood-Analyse, „wenn die Korrelationen der Items durch weniger Faktoren erklärt werden sollen und das Ergebnis mit einer konfirmatorischen Faktorenanalyse kreuzvalidiert werden soll“ (Bühner, 2011, S. 349). Die Maximum-Likelihood Faktorenanalyse setzt voraus, dass die beobachteten Variablen multinormalverteilt sind, die Erwartungswerte der Faktoren und der Residualvariablen gleich null sind, sowohl die Residualvariablen untereinander als auch die Faktoren mit den Residualvariablen unkorreliert sind. Das Ziel einer Hauptkomponentenanalyse hingegen liegt lediglich in der Reduktion von Daten. Nach der Wahl der Methode kann die Anzahl der zu extrahierenden Faktoren bestimmt oder explizit vorgegeben werden. Weiber und Mühlhaus (2011) empfehlen die Anwendung des weit verbreiteten Kaiser-Kriteriums. Nach Kaiser (1974) wird die Anzahl an Faktoren gewählt, deren Eigenwerte größer als 1 sind, was bedeutet, dass nur die Faktoren ausgewählt werden, „die mehr Varianz erklären können als eine einzelne standardisierte Indikatorvariable selbst, die (nach Standardisierung) eine Varianz von 1 besitzt“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S. 107). Im darauffolgenden Schritt kann die Faktorenlösung rotiert werden. Durch die Rotation kann eine Einfachstruktur der Ladungen erreicht werden, welche die Interpretation deutlich erleichtert. Eine Faktorenanalyse führt im Idealfall zu dieser Einfachstruktur (Thurstone, 1947). In diesem Fall laden nur bestimmte Variablen hoch auf einem Faktor und sehr niedrig auf allen anderen Faktoren. Diese Einfachstruktur liegt vor, wenn jedes Item lediglich auf einem Faktor sehr hoch und auf den restlichen Faktoren nur gering lädt. Welche Rotationsform gewählt werden sollte, hängt von den Zielen des Anwenders ab. Wenn ein Set aus Indikatoren inhaltlich demselben Konstrukt zugewiesen ist und die Faktoren untereinander korrelieren dürfen, sollte die schiefwinklige Rotationsform Promax gewählt werden. Wenn die ermittelten

Faktoren unabhängig und somit unkorreliert voneinander sein sollen, so ist die Anwendung der orthogonalen Varimax-Rotation empfehlenswert.

Als zweites erfolgt die Überprüfung der Indikator- und Konstruktreliabilität. Im Rahmen dieser Reliabilitätsüberprüfungen können eine Reihe von Gütekriterien, die auf Korrelationsberechnungen basieren, herangezogen werden. Eines der wichtigsten Gütekriterien, ist die Berechnung des Cronbachs-Alpha. Die Berechnung dieses Wertes wird als Standardmethode zur Schätzung der Reliabilität herangezogen. Bühner (2011) sowie Bortz und Döring (2006) empfehlen immer die Verwendung des Cronbachs-Alpha-Wertes, womit die interne Konsistenz berechnet werden kann. Hierbei werden „Korrelationen zwischen allen möglichen Testhälften berechnet“ (Bühner, 2011, S. 166). Churchill (1979) sagt, dass Cronbachs-Alpha die absolut erste Maßzahl der Wahl ist, um die Qualität eines Instruments zu beurteilen. Cronbachs-Alpha ist eine Maßzahl für die interne Konsistenz bzw. Zuverlässigkeit einer Skala und zeigt an, wie gut die Fragen einer Skala miteinander in Beziehung stehen (interrelatedness) (Cortina, 1993). Cronbachs-Alpha kann sowohl auf Indikatorebene als auch auf Konstruktebene angewendet werden. Alpha-Werte über 0,6 deuten auf eine ausreichende interne Konsistenz und Alpha-Werte über 0,8 deuten auf eine gute interne Konsistenz hin (George & Mallery, 2002). Nunally (1978) empfiehlt nur Item- und Indikatorsets zu verwenden, bei denen der Alpha-Wert größer als 0,7 ist. Nach Bortz und Döring (2006) sind Cronbachs-Alpha-Werte zwischen 0,80 und 0,90 als mittelmäßig und Werte größer als 0,90 als hoch zu bewerten. Umso mehr sich Cronbachs-Alpha dem Wert 1 nähert, desto höher ist die interne Konsistenz-Reliabilität (Weiber & Mühlhaus, 2010). Weiber und Mühlhaus (2010) weisen allerdings darauf hin, dass sehr hohe Werte nahe 1 dafür sprechen könnten, dass die Items inhaltlich oder bzw. und sprachlich deckungsgleich sind. Eine Bewertung über die Cronbachs-Alpha-Werte ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Der Nachteil von Cronbachs-Alpha liegt darin, dass der Alpha-Wert stark mit der Indikatorzahl ansteigt (Homburg & Giering, 1996).

Tabelle 3: Cronbachs-Alpha-Werte.

Cronbachs-Alpha-Werte	Bewertung
≤ 0,5	inakzeptabel
> 0,5	schlecht
> 0,6	fragwürdig
> 0,7	akzeptabel
> 0,8	gut
> 0,9	exzellent

Auf Indikatorebene können mittels der Item-to-Total-Korrelation, auch als korrigierte Item-Skala-Korrelation bekannt, Indikatoren identifiziert werden, die wenig zur Konstruktmessung beitragen, wodurch die interne Konsistenz eines Konstruktes verbessert werden kann. Es wird hierzu die Korrelation eines Indikators mit der Summe der Indikatoren eines Konstruktes berechnet. Als Cutoff-Wert ist hier ein Wert kleiner 0,5 zu nennen (Weiber & Mühlhaus, 2011). Es werden sukzessiv Indikatoren mit der niedrigsten Item-to-Total-Korrelation aus der weiteren Analyse ausgeschlossen bis der Reliabilitätswert einen geeigneten Wert annimmt. Diese Vorgehensweise ist legitim, da es sich bei einem reflektiven Messmodell um beliebig austauschbare Indikatoren handelt (Churchill, 1979b; Bollen & Lennox, 1991).

Nach Weiber und Mühlhaus (2010) können des Weiteren auf Konstruktebene der Beta-Koeffizient und die Inter-Item-Korrelation angewendet werden. Der Beta-Koeffizient prüft, ob den Daten ein genereller Faktor bzw. eine Dimension zugrunde liegt. Dieser Koeffizient ist in der Literatur allerdings nicht weit verbreitet. Nach Rossiter (2002) wird ein Wert im Bereich von 0,7 als angemessen betrachtet. Die Inter-Item-Korrelation hingegen „stellt dabei die durchschnittliche Korrelation aller Items dar, die einem Konstrukt zugewiesen sind“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S. 112). Werte die über dem Cutoff-Wert von 0,3 liegen, weisen auf eine adäquate Konstruktmessung hin.

6.4.2 Konfirmatorische Faktorenanalyse

Mittels der konfirmatorischen Faktorenanalyse werden theoretisch fundierte Modelle auf ihre empirische Passung mit Daten getestet und im zweiten Schritt mit alternativen Modellen verglichen (Bühner, 2011). Das Ziel dieser Analyse ist, „die

empirische Varianz-/ Kovarianzmatrix durch die geschätzten Parameter (Ladungen, Kovarianzen und Fehlervarianzen) der linearen Gleichungen so gut wie möglich zu reproduzieren“ (Bühner, 2011, S. 381). Die konfirmatorische Faktorenanalyse gehört zu den Struktur-prüfenden Verfahren (Weiber & Mühlhaus, 2010). Es findet im Gegensatz zur explorativen Faktorenanalyse keine Suche nach einer Itemstruktur mithilfe der Itemkorrelationen statt, sondern es erfolgt die Passung der Kovarianzmatrix mit einem weniger komplexen Modell (Bühner, 2011). Im Rahmen der konfirmatorischen Faktorenanalyse muss ebenso eine Reliabilitäts- und Validitätsprüfung erfolgen. Die Prüfung reflektiver Messmodelle erfolgt mit den Kriterien der zweiten Generation, welche auf der Anwendung der konfirmatorischen Faktorenanalyse basieren. Die konfirmatorische Faktorenanalyse wird mit dem Programm AMOS durchgeführt und ermöglicht Berechnung der Indikatorreliabilität und Faktorreliabilität. Die Reliabilitätsprüfung erfolgt somit sowohl für die Indikatorebene als auch für die Konstruktebene. Die Indikatorreliabilität entspricht der Squared Multiple Correlation und gibt an, welcher Anteil der Varianz eines Indikators durch das Konstrukt erklärt wird. Hierbei sollte die Indikatorreliabilität Werte größer als 0,4 annehmen. Nach Homburg und Giering (1996) ist die Anforderung eine signifikant von Null verschiedene Ladung und ist somit deutlich weniger restriktiv zu beurteilen und stellt damit eine Mindestanforderung dar (Hildebrandt & Temme, 2006; Weiber & Mühlhaus, 2010). Die Faktorreliabilität entspricht der Indikatorreliabilität auf Konstruktebene und ist vergleichbar mit Cronbachs-Alpha einem „Maß der Reliabilität über die Gesamtsumme aller Indikatoren, die ein Konstrukt bilden“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.122). Bagozzi und Yi (1988) empfehlen für die Faktorreliabilität Werte größer als 0,6 (Weiber & Mühlhaus, 2010). Des Weiteren besteht zusätzlich die Möglichkeit die durchschnittlich je Faktor extrahierte Varianz (DEV) zu berechnen. „Diese gibt an, wie viel Prozent der Streuung des latenten Konstruktes über die Indikatoren durchschnittlich erklärt wird“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.122). Als Cutoff-Wert ist hier ein Wert größer 0,5 zu nennen.

Die zuvor beschriebenen Reliabilitätsprüfungen dienen als Grundvoraussetzungen für die Prüfung der Validität. In der Literatur werden drei unterschiedliche Arten der Validität unterschieden. Dazu gehören die Inhaltsvalidität, die Kriteriumsvalidität sowie die Konstruktvalidität. Inhaltsvalidität liegt vor, wenn die Indikatoren eines Konstruktes das Modellkonstrukt angemessen repräsentieren. Es kann davon

ausgegangen werden, dass bei einer sorgfältigen Auswahl der Indikatoren sowie hinreichend hohen Interkorrelationen zwischen den Indikatoren das Vorliegen von Inhaltsvalidität bestätigt werden kann. Kriteriumsvalidität liegt vor, wenn zwischen der Messung eines Konstruktes und einem gewählten Außenkriterium eine hohe Korrelation vorliegt. Die Überprüfung der Kriteriumsvalidität gestaltet sich sehr aufwendig, da für die Außenkriterien ebenso eine Konstruktkonzeptualisierung, Operationalisierung sowie Reliabilitäts- und Validitätsprüfung erfolgen muss. Die Konstruktvalidität setzt sich zusammen aus der nomologischen Validität, Konvergenzvalidität und Diskriminanzvalidität. Nomologische Validität liegt vor, wenn das Modell eine hohe Anpassungsgüte aufweist. Ebenso sind inhaltlich begründbare Zusammenhänge ein Indiz für das Vorliegen von nomologischer Validität. Von Konvergenzvalidität spricht man bei der Übereinstimmung von zwei Messungen mit unterschiedlichen Messmethoden. Der Einsatz von zwei unterschiedlichen Messmethoden gestaltet sich in der Praxis häufig als nicht durchführbar. In diesem Zusammenhang können die Faktorreliabilitäten herangezogen werden. Wenn die Reliabilitäten der Faktoren alle über dem Wert von 0,5 liegen, so spricht dies dafür, dass das Nichtvorhandensein konvergenter Validität abgelehnt werden kann. Als letztes ist die Diskriminanzvalidität zu nennen. Wenn sich die Messungen verschiedener Modellkonstrukte signifikant voneinander unterscheiden, liegt Diskriminanzvalidität vor. In diesem Zusammenhang sind der Chi-Quadrat-Differenztest und die weit verbreitete Diskriminanzvalidität nach Fornell und Larcker zu nennen (Weiber & Mühlhaus, 2010). Beim Chi-Quadrat-Differenztest wird die Differenz zwischen den Chi-Quadrat-Werten des unrestringierten und restringierten Modells analysiert. Beim restringierten Modell wird die Faktorkorrelation zwischen zwei Konstrukten auf eins gesetzt. Durch diese Fixierung wird die Nullhypothese formuliert, dass diese beiden betrachteten Konstrukte dasselbe messen. Beim Vorhandensein von Diskriminanzvalidität liegt der Differenzwert bei einem 5%-Signifikanzniveau oberhalb von 3,841. Somit muss der Chi-Quadrat-Wert des restringierten höher und damit schlechter ausfallen als für das unrestringierte Modell. Für jede vorhandene Kovarianz zwischen zwei Konstrukten muss der Wert gesondert auf eins fixiert werden und eine weitere konfirmatorische Faktorenanalyse gerechnet werden. Bei der Diskriminanzvalidität nach Fornell und Larcker wird die durchschnittlich extrahierte Varianz eines Faktors mit jeder quadrierten Korrelation, die dieser Faktor mit einem anderen Faktor aufweist, verglichen. Beim Vorliegen von

Diskriminanzvalidität ist die durchschnittlich extrahierte Varianz des Faktors größer als die quadrierte Korrelation zwischen den betrachteten Faktoren.

Es kann das Vorhandensein von Validität bestätigt werden, wenn neben der Reliabilität der Messungen auch die Inhaltsvalidität und Konstruktvalidität in Form von Diskriminanzvalidität vorliegt.

6.5 Modellschätzung mit AMOS und Evaluation des Gesamtmodells

Bevor eine Modellschätzung erfolgen kann, müssen die Daten überprüft werden (Kapitel 6.5.1). Im ersten Schritt erfolgt die Analyse von fehlenden Werten und Ausreißern. Als zweiter Schritt muss bei der Anwendung einiger iterativer Schätzverfahren die Prüfung auf Multinormalverteilung durchgeführt werden. Zu den wichtigsten und am häufigsten verwendeten Methoden gehört das Maximum-Likelihood-Schätzverfahren. Für die Anwendung dieser Methode werden die univariate Normalverteilung sowie die multivariate Normalverteilung mittels des Mardia-Tests in AMOS überprüft. In Kapitel 6.5.2 wird eine Vielzahl von Gütekriterien erläutert, mittels welcher die Güte eines Modells bewertet werden kann, wobei nach globalem und lokalem Modell-Fit unterschieden wird. Als letzter Schritt erfolgen nach der Durchführung der Modellschätzung die Plausibilitätsprüfung sowie die Beurteilung der geschätzten Parameter (Kapitel 6.5.3).

6.5.1 Überprüfung der Daten

Im ersten Schritt werden fehlende Werte und Ausreißer untersucht. Fehlende Werte entstehen durch das Nicht-Beantworten einzelner Fragen durch einen Probanden. Bezüglich der fehlenden Werte wurde die klassische Mittelwertimputation gewählt. Fehlende Werte von Probanden innerhalb einer Subskala wurden durch den Mittelwert der übrigen beantworteten Items ersetzt. Die Items wurden im nachfolgenden Schritt zu einem Item-Parcel zusammengefasst. Fehlten bei einem Probanden hingegen ganze Subskalen, wurde dieser Proband aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Die Betrachtung der fehlenden Werte im vorliegenden Fall ergab, dass fehlende Werte dem Typen „Missing completely at random (MCAR)“ zuzuordnen sind, das bedeutet, dass die fehlenden Werte rein zufällig auftreten und in keinem anderen Zusammenhang zu den anderen Werten stehen. Würden hingegen fehlende Werte vom Typ „Not missing at random (MCAR)“ auftreten, müsste der Grund für den vorliegenden Ausfallmechanismus mittels geeigneter

Methoden identifiziert werden (Weiber & Mühlhaus, 2010). Die Analyse von Ausreißern erfolgt mit der Analyse der Mahalanobis-Distanz. Ausreißer sind Werte, welche „aus sachlogischer Sicht, als ungewöhnlich, nicht plausibel und widersprüchlich zu bezeichnen sind“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.145). Es können unterschiedliche Ursachen für das Auftreten von Ausreißern identifiziert werden. Zum einen können Fehler bei der Eingabe der Daten aufkommen, insbesondere bei der manuellen Übertragung von Werten. Des Weiteren können Ausreißer durch die tatsächlich gegebenen Antworten der Probanden entstehen, welche sachlogisch erklärbar sind. Und als drittes können echte Ausreißer identifiziert werden, welche dadurch gekennzeichnet sind, das sie sachlogisch nicht erklärbar sind. Des Weiteren können univariate und multivariate Ausreißer identifiziert werden. Als univariate Ausreißer werden einzelne ungewöhnliche Werte eines erhobenen Merkmals bezeichnet. Von multivariaten Ausreißern spricht man, wenn die Kombination der Werte mehrerer Merkmale eines Probanden ungewöhnlich ist (Weiber & Mühlhaus, 2010). Multivariate Ausreißer können nur mittels der Mahalanobis-Distanz identifiziert werden wenn das Vorliegen einer Normalverteilung bestätigt werden kann. Diese Distanz prüft, wie weit der jeweilige betrachtete Fall vom Datenzentrum entfernt ist. In AMOS werden diese Distanzen der Größe nach sortiert und geben Aufschluss über das Vorhandensein von Ausreißern. Weist die Auflistung einen „Knick“ auf oder werden Fälle identifiziert, deren Mahalanobis-Distanz einen deutlich höheren Wert aufweisen, so sollten diese Fälle näher betrachtet werden und gegebenenfalls aus der Analyse ausgeschlossen werden, da diese Fälle Auswirkungen auf die Normalverteilung der Daten haben (Weiber & Mühlhaus, 2010). Insgesamt sollten die Werte in der Spalte p1 einen Wert kleiner als 0,05 annehmen, wohingegen in der p2-Spalte kleine Werte kleiner 0,1 auf die Existenz eines Ausreißers hinweisen (Arbuckle, 1997).

Im Rahmen der Modellschätzung mit AMOS können unterschiedliche iterative Schätzverfahren gewählt werden. In diesem Zusammenhang muss die Auswahl eines geeigneten Schätzverfahrens vorab erfolgen, da auf Basis von den zur Verfügung stehenden Schätzalgorithmen in AMOS unterschiedliche Anforderungen an den Stichprobenumfang und die Verteilung der Daten existieren (Siehe Tabelle 4). In der Literatur wird ein Stichprobenumfang (N) als ausreichend bewertet, wenn dieser fünf Mal so groß ist wie die Anzahl der zu schätzenden Parameter (t), wenn also $N > 5t$ gilt (Loehlin 1987; Boomsma, 1983; Bagozzi & Yi, 1988; Bentler, 1985;

Weiber & Mühlhaus, 2010). Bagozzi (1981) bezeichnet einen Stichprobenumfang allgemein als ausreichend, wenn $N-t > 50$. Bühner (2011) empfiehlt eine Stichprobengröße von mindestens 100 Personen, wobei eine Stichprobengröße von 250 Personen optimal wäre.

Tabelle 4: Anforderungen und Eigenschaften iterativer Schätzverfahren (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.56).

Kriterium	Maximum-Likelihood	Generalized Least Squares	Unweighted Least Squares	Scale Free Least Squares	Asymptotically Distribution-Free
Annahme einer Multi-Normalverteilung	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein
Skaleninvarianz	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja
Stichprobengröße (N) (t=Parameterzahl)	$\geq 5t$ oder $N-t > 50$	$\geq 1,5t(t+1)$			
Inferenzstatistiken	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja

Zu den wichtigsten und am häufigsten verwendeten Methoden gehört das Maximum-Likelihood-Schätzverfahren. Für die Anwendung dieser Methode muss eine multivariate Normalverteilung der Daten vorliegen. Wenn diese Voraussetzung nicht erfüllt wird, kommt es zu starken Verzerrungen der Parameterschätzungen und der Modellgüte (Backhaus et al., 2011; Byrne, 2001; Bühner, 2011). Die Prüfung auf Multinormalverteilung wird unterteilt in Prüfung auf univariate Normalverteilung und Prüfung auf multivariate Normalverteilung. Beide Prüfungen erfolgen direkt in AMOS und sind unter dem Register „Test for normality and outliers“ im Textoutput zu finden (Bühner, 2011; Weiber & Mühlhaus, 2010).

Die Prüfung auf univariate Normalverteilung erfolgt mittels der Schiefe- und Wölbungskoeffizienten für die einzelnen Variablen. Die Prüfung auf multivariate Normalverteilung erfolgt mittels des Mardia-Tests und ist in der letzten Zeile „Multivariate“ zu finden. Um die Annahme der univariaten Normalverteilung zu bestätigen, sollten bei einer konservativen Sichtweise die Werte für die

Schiefekoeffizienten (skew) und Wölbungskoeffizienten (kurtosis) betragsmäßig nicht über dem Wert 1 liegen (Temme & Hildebrandt, 2009). In der Literatur existieren auch weniger strenge Annahmen, so sprechen West, Finch und Curran (1994) erst von Verletzungen der univariaten Normalverteilung bei Werten betragsmäßig größer 2 für den Schiefekoeffizienten und Werten betragsmäßig größer 7 für den Wölbungskoeffizienten.

Des Weiteren kann man den C.R.-Wert sowohl bei der Plausibilitätsprüfung von Parametern als auch bei der Prüfung auf Multinormalverteilung hinzuziehen. Bei dem C.R.-Wert handelt es sich um eine Prüfgröße, welche den geschätzten Parameterwert durch den Standardfehler der Schätzung, den so genannten S.E.-Wert, teilt. Mit dieser Größe wird unter einer Multinormalverteilungsannahme durch die Anwendung eines t-Test die Nullhypothese geprüft, „dass die geschätzten Werte sich nicht signifikant von Null unterscheiden“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.180). C.R.-Werte, die absolut größer als 1,96 bei strenger Auslegung bzw. größer als 2,57 bei moderat strenger Auslegung liegen, weisen darauf hin, dass die Nullhypothese verworfen werden kann. In diesem Fall liefern diese Parameter bezüglich der Plausibilitätsprüfung einen wesentlichen Beitrag zur Bildung der vorliegenden Modellstruktur (Byrne, 2010; Bühner, 2011; Weiber & Mühlhaus, 2010).

Bei der Prüfung auf multivariate Normalverteilung erfolgt die Analyse des „Multivariate“- Wertes, wie zuvor erwähnt, in der letzten Zeile. In Bezug auf die Multinormalverteilungsannahme weist ein kleiner C.R.-Wert hier auf eine moderate Verletzung der Annahme auf multivariate Normalverteilung hin. Bei moderat strenger Auslegung des C.R.-Werts weist ein Wert größer als 1,96 und bei moderat strenger Auslegung ein Wert größer als 2,57 auf eine Verletzung der Annahme auf Normalverteilung hin (Byrne, 2010; Bühner, 2011; Weiber & Mühlhaus, 2010). Byrne (2010) fordert in diesem Zusammenhang einen Wert kleiner fünf, da in der Praxis die strenge Forderung nach Normalverteilung der Daten häufig als zu restriktiv angesehen wird, wird empfohlen, nur die Stärke der Verletzung zu prüfen. Nach Bollen (1989) kann beim Vorhandensein einer nur moderaten Verletzung, die Methode des Maximum-Likelihood-Schätzverfahren angewendet werden.

Es können verschiedene Probleme im Rahmen der Modellschätzung auftreten. Wenn im Rahmen der Schätzung Residualvariablen einen negativen Wert annehmen, spricht man in diesem Fall von einem Heywood Case. Nach Weiber und Mühlhaus (2010) stellen diese Fälle unplausible Parameterschätzungen (negative

Vorzeichen) oder Kommunalitäten (größer eins) dar. Als Grund hierfür sind zu kleine Stichproben oder die Folge, wenn das Modell aus zu vielen Modellparametern besteht, zu nennen. Bühner (2011) nennt als weitere Ursachen für diese Fehlermeldungen eine Fehlspezifikation des Modells oder wenn für eine Matrix keine inverse Matrix gebildet werden kann. Als letzten Grund führt er die Tatsache auf, dass eine Determinante einer Matrix null wird. Der Grund hierfür liegt wiederum bei Ausreißerwerten, fehlenden Werten oder bei der Verletzung der Normalverteilungsannahme.

6.5.2 Prüfung der Gesamtgüte mittels Gütekriterien

Es existiert eine Vielzahl von Gütekriterien mittels der die Güte eines Modells bewertet werden kann (Siehe Tabelle 5). Nach Bühner (2011) unterscheidet man nach globalem und lokalem Modell-Fit. Er empfiehlt die Anwendung des Chi-Quadrat-Tests zur Überprüfung des globalen Modell-Fits, die Hinzunahme ausgewählter Fit-Indizes zur Beurteilung des lokalen Modell-Fits sowie die Anwendung von Signifikanztests für einzelne zu schätzende Modellparameter.

Die Anwendung eines globalen inferenzstatistischen Signifikanztests gibt Aufschluss darüber, ob die Annahmen des Gesamtmodells verworfen werden müssen oder beibehalten werden können. Zu den wichtigsten inferenzstatistischen Gütekriterien zählt der Chi-Quadrat-Test. Dieser Test prüft die Nullhypothese, welche besagt, dass die modelltheoretische Kovarianzmatrix (Σ), die sich aus den Parameterschätzungen des erhobenen Modells ergibt, der empirischen Kovarianzmatrix (S), welche aus der Stichprobe geschätzt wurde, entspricht (Bühner, 2011). Das Ziel der Strukturgleichungsmodellierung liegt in der Minimierung der Zielfunktion $F = (S - \Sigma)$. Diese Zielfunktion wird auch als Diskrepanzfunktion bezeichnet, da sie die Differenz zwischen S und Σ miteinander in Beziehung bringt. Je nach Anwendungsfall und ausgewähltem Schätzalgorithmus berechnet sich diese Diskrepanzfunktion unterschiedlich. Eine genaue Auflistung der möglichen Schätzverfahren und der dazugehörigen zu minimierenden Diskrepanzfunktion ist in Weiber und Mühlhaus (2010) zu finden.

Der Chi-Quadrat-Wert berechnet sich, indem das errechnete Minimum der verwendeten Diskrepanzfunktion mit dem Stichprobenumfang minus eins multipliziert wird. Umso kleiner die Differenz zwischen S und Σ ist, desto geringer fällt der Chi-Quadrat-Wert aus. Je geringer der Chi-Quadrat-Wert, desto besser ist die

Gesamtgüte des vorliegenden Modells (Weiber & Mühlhaus, 2010; Bühner, 2011). In diesem Zusammenhang ist ebenso der dazugehörige p-Wert zu analysieren. Ein signifikanter p-Wert von null besagt, dass die Nullhypothese empirische und modelltheoretische Kovarianzmatrizen sind gleich, somit $S=\Sigma$, verworfen werden muss, da eine Ablehnung mit einer Wahrscheinlichkeit von $p = 0,000$ ein Fehler wäre (Weiber & Mühlhaus, 2010). Somit weist ein nicht signifikanter Chi-Quadrat-Wert auf einen exakten Modell-Fit hin (Bühner, 2011). Es ist allerdings anzumerken, dass dieser Test nur bei multinormalverteilten Daten angewendet werden kann und wenn ein ausreichend großer Stichprobenumfang vorliegt. Byrne (2001) weist auf die Sensibilität des Chi-Quadrat-Wertes hin. Die Folge ist, dass dieser Wert bei großen Stichproben wenig Aussagekraft über den Modellfit besitzt. Darüber hinaus führt die Anwendung dieses Tests im Fall von großen Stichproben fast immer zu einem signifikanten Ergebnis und somit zur Verwerfung des zu schätzenden Modells, da durch die Sensibilität des Tests auch nur kleine Abweichungen zur Ablehnung der Nullhypothese führen. Ebenso sind die strengen Grundvoraussetzungen für den Test häufig nicht gegeben, sodass dieser Wert nur als deskriptiver Wert genutzt werden sollte und häufig kritisiert wird (Weiber & Mühlhaus, 2010; Bühner, 2011).

Wenn die Annahme auf Multinormalverteilung nicht erfüllt werden kann, besteht die Möglichkeit einen korrigierten p-Wert für den Chi-Quadrat-Test mittels des Bollen-Stine-Bootstraps zu berechnen. Im Rahmen des Bollen-Stine-Bootstraps werden die Daten transformiert, sodass das Modell an die Daten angepasst wird. Der korrigierte p-Wert gibt ebenso wie der p-Wert des Chi-Quadrat-Tests an, inwieweit das spezifizierte Modell korrekt ist. Eine genauere Erläuterung des Bollen-Stine-Bootstraps ist in Byrne (2001) zu finden und soll in der vorliegenden Dissertation nicht detailliert beschrieben werden.

Als weiteres inferenzstatistisches Gütekriterium kann eine Abwandlung des Chi-Quadrat-Tests angewendet werden. Dabei wird der Chi-Quadrat-Wert durch die Anzahl der Freiheitsgrade geteilt. Ein weiteres inferenzstatistisches Gütekriterium, welches verbreitete Anwendung findet, ist der Root-Mean-Square-Error of Approximation (RMSEA) von Steiger und Lind. Dieser Index prüft, wie gut ein Modell die Realität approximiert. Der RMSEA bezieht den Chi-Quadrat-Wert, die Anzahl der Freiheitsgrade sowie den Stichprobenumfang in seiner Berechnung mit ein. Der RMSEA ist insgesamt betrachtet weniger streng formuliert als der Chi-Quadrat-Wert, welcher die „absolute Richtigkeit eines Modells testet“ (Weiber & Mühlhaus, 2010).

Ebenso existiert im Rahmen der konfirmatorischen Faktorenanalyse die Möglichkeit lokale Signifikanztests für einzelne zu schätzende Modellparameter durchzuführen. Diese prüfen die Nullhypothese, dass der berechnete Modellparameter von null nicht verschieden ist. Diese Nullhypothese wird im Rahmen einer Critical-Ratio-Teststatistik geprüft. In diesem Zusammenhang wird der betrachtete Modellparameter durch seinen Standardfehler geteilt. Fällt in diesem Zusammenhang der berechnete C.R.-Wert betragsmäßig größer als 1,96 aus, müsste die Nullhypothese verworfen werden und der berechnete Modellparameter ist signifikant von null verschieden.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit Fit-Indizes zur Beurteilung der Güte eines Modells heranzuziehen. Diese haben den Vorteil, dass sie die Modellgüte unabhängig von der Stichprobengröße bewerten (Bühner, 2011). Die betrachteten Fit-Indizes können danach unterschieden werden, mit welchem Modell sie Vergleiche heranziehen. Bühner (2011) bezeichnet Fit-Indizes, die einen Vergleich zwischen dem aufgestellten Modell (Default model) mit einem Independence Model, welches auch als Basismodell bezeichnet werden kann, vornehmen, als inkrementelle oder komparative Fitmaße. Das Independence Model beschreibt das schlechtmöglichste Modell, bei dem alle Parameter auf null fixiert sind. In diesem Modell müssen nur die Varianzen der beobachteten Variablen geschätzt werden (Kline, 2005; Thompson, 2004; Hair, Black, Babin, Anderson & Tatham, 2006). In diesem Zusammenhang werden von Bühner (2011) folgende Gütekriterien genannt: Normed Fit Index (NFI) und Comparative Fit Index (CFI). Der NFI setzt die Minimalwerte der Diskrepanzfunktionen des aufgestellten Modells sowie des Basismodells miteinander in Beziehung. Der CFI bezieht zusätzlich noch die Freiheitsgrade des jeweiligen Modells in die Berechnung mit ein. Des Weiteren nennen Weiber und Mühlhaus (2010) in diesem Zusammenhang den Tucker-Lewis-Index (TLI) und Inkremental Fit Index (IFI). Der TLI setzt die Chi-Quadrat-Werte dividiert durch die jeweilige Anzahl der Freiheitsgrade miteinander in Beziehung. Der IFI setzt hingegen die Differenz der Chi-Quadrat-Werte in Beziehung zum Chi-Quadrat-Wert des Basismodells subtrahiert durch die Freiheitsgrade des Default models.

In Abgrenzung dazu existiert ein so genanntes Saturated model, bei dem das Modell die Stichprobenvarianz exakt repliziert. Somit beschreibt das saturierte Modell die Daten perfekt und es existiert eine Reihe von Fit-Indizes, welche sich auf den Vergleich mit diesem Modell beziehen. Diese Fit-Indizes werden als absolute Fit-

Indizes bezeichnet. Diese Kriterien geben an, wie gut ein a-priori festgelegtes Modell die Daten im Vergleich zu einem perfekten saturierten Modell reproduziert (Bühner, 2011). In diesem Zusammenhang nennen Weiber und Mühlhaus (2010) den Root Mean Square Residual (RMR) und Standardized Root Mean Square Residual (SRMR). Der RMR betrachtet die „Summe der quadratischen Abweichungen zwischen den Varianzen bzw. Kovarianzen der empirischen und der modelltheoretischen Matrizen S und Σ “ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.165) und setzt sie mit der Anzahl der insgesamt betrachteten Indikatoren in Verbindung. Der Effekt beim RMR, dass die Skalierung der Indikatoren die Höhe der Varianzen bzw. Kovarianzen beeinflusst, wird bei der Anwendung des SRMR vermieden.

Ebenso können die Fit-Indizes nach ihrer Absicht eingeteilt werden, was bedeutet, inwiefern sie aufzeigen, dass ein Modell gut oder schlecht ist. Hierbei existiert zum einen der Goodness-of-Fit-Index (GFI), welcher prüft, wie gut ein Modell die Daten beschreibt. Der GFI gehört zu den deskriptiven Gütekriterien und bezieht sich auf keinen Vergleich zwischen dem Default mit dem Independence oder Saturated model und ist somit den deskriptiven Gütekriterien zuzuordnen. Der GFI setzt den Minimalwert der Diskrepanzfunktion des betrachteten Modells in Verbindung mit einem Wert der Diskrepanzfunktion, welcher bei dem Fall resultiert, dass die modelltheoretische Varianz-Kovarianzmatrix gleich null gesetzt wird. Dieser Index ist unabhängig von der Stichprobengröße, allerdings wird dieser Index durch die Modellkomplexität beeinflusst. Zum anderen existieren so genannte Badness-of-Fit-Indizes, wozu der zuvor beschriebene RMSEA zählt. Ebenso kann der RMSEA bei den inferenzstatistischen Gütekriterien, wie der Chi-Quadrat-Test eingeordnet werden (Weiber & Mühlhaus, 2010).

Nach Weiber und Mühlhaus (2010) können unterschiedliche Modelle zusätzlich mittels der Anwendung des Akaikes Informationskriterium (AIC) miteinander verglichen werden. Das AIC zählt zu den relativen globalen Anpassungsmaßen. Der AIC gibt an, welches Modell im Modellvergleich besser ist. Der AIC berechnet sich, indem zum Chi-Quadrat-Wert des jeweiligen Modells die zweifache Anzahl der Modellparameter addiert wird. Es wird das Modell ausgewählt, welches den geringsten Wert und somit bei gleichem Genauigkeitsgrad die geringste Komplexität aufweist (Bozdogan, 1987). Es gibt aber keinen Hinweis darauf, wie gut das betrachtete Modell ist (Homburg & Baumgartner, 1995).

Tabelle 5: Prüfung des Modellfits (eigene Darstellung nach Bühner (2011) sowie Weiber und Mühlhaus (2010)).

Globaler Modellfit (interferenzstatistisch)	<ul style="list-style-type: none"> – Chi-Quadrat-Test – P-Wert – Chi-Quadrat/df
Signifikanztests für einzelne Parameter	<ul style="list-style-type: none"> – Critical-Ratio-Teststatistik
Lokaler Modellfit	<ul style="list-style-type: none"> – Inkrementelle Fitmaße: NFI, CFI, TLI, IFI – Absolute Fitmaße (deskriptiv): RMR, SRMR – Goodness-of-Fit: GFI (deskriptiv) – Badness-of-Fit: RMSEA (interferenzstatistisch)

In Tabelle 6 sind die einzelnen Gütekriterien mit den empfohlenen Cutoff-Werten aus der Literatur dargestellt. Dabei sind die in der Literatur am häufigsten verwendeten Cutoff-Werte mit einem * gekennzeichnet.

Tabelle 6: Verwendete Gütekriterien (in Anlehnung an Weiber & Mühlhaus, 2010).

Gütekriterium	Cutoff Wert	Literatur
Inferenzstatistische Gütekriterien		
Chi ² /df:	≤ 3*	Homburg & Giering (1996)
	≤ 2,5	Homburg & Baumgartner (1995)
	≤ 2	Byrne (1989)
RMSEA	≤ 0,05-0,08*	Browne & Cudeck (1993), Bühner (2011)
	≤ 0,06	Hu & Bentler (1999)
Absolute Fitmaße		
SRMR	0,09	Hu & Bentler (1999)
	≤ 0,08 (bei einem Kriterium)	Hu & Bentler (1999)
	≤ 0,10*	Homburg, Klarmann & Pflesser (2008)
RMR	Nahe dem Wert 0	Weiber & Mühlhaus (2010)
Inkrementelle Fitmaße zum Modellvergleich		
IFI	0,96	Hu & Bentler (1999)
	≥ 0,95 (bei einem Kriterium)	Hu & Bentler (1999)
CFI	0,96	Hu & Bentler (1999)
	≥ 0,95	Carlson & Mulaik (1993)
	≥ 0,90*	Homburg & Baumgartner (1995)
TLI	≥ 0,90*	Homburg & Baumgartner (1995)
	≥ 0,95	Hu & Bentler (1999)

Die strenge Anwendung von Cutoff-Werten ist in der Literatur stark umstritten (Barrett, 2007), da diese Werte häufig zu restriktiv für die Anwendung in der Praxis sind und oftmals nicht erfüllt werden können. Bei der Anwendung von Gütekriterien wird empfohlen, unterschiedliche Kriterien heranzuziehen, welche in der zuvor abgebildeten Tabelle aufgelistet worden sind (Weiber & Mühlhaus, 2010). So stellt Barrett (2007) in Bezug auf die sehr strenge Auslegung von Cutoff-Werten allerdings kritisch die Frage, was die Konsequenz wäre ein Modell mit einem CFI von 0,90 anstatt von 0,95 zu akzeptieren.

Beauducel und Wittmann (2005) empfehlen in ihrer Arbeit die kombinierte Anwendung von Chi-Quadrat-Test mit dazugehörigem p-Wert sowie die Anwendung des CFI, RMSEA und SRMR. Die Arbeit und somit die empfohlenen Cutoff-Werte

von Hu und Bentler (1999) werden allerdings häufig als Standardwerte zugrunde gelegt. Als beste Kombination für Stichprobengrößen zwischen 150 und 5000 nennen sie die Anwendung von TLI, IFI, RNI oder CFI und SRMR, da diese Anwendung zu einer Minimierung der Fehlerhäufigkeit führt. Sie empfehlen bei einem geringen Stichprobenumfang ($n \leq 250$), eine Kombination IFI, CFI mit SRMR aus anzuwenden. Eine Kombination aus TLI und RMSEA wird in diesem Fall nicht als sinnvoll erachtet (Hu & Bentler, 1999; Weiber & Mühlhaus, 2010).

Weiber und Mühlhaus (2010) besagen, dass ein Modell als gut bezeichnet werden kann, wenn es die empirische Varianz-Kovarianzmatrix möglichst gut vorhersagen kann, was durch die absoluten Fit-Indizes interpretiert werden kann. Des Weiteren sollte ein Modell eine große Modellsparsamkeit aufweisen, was bedeutet, dass es mit möglichst wenigen Parametern aufgestellt werden sollte. Als letzten Punkt nennen sie die Tatsache, dass das Modell besser als das Basismodell sein soll, was durch die Interpretation der inkrementellen Fitmaße aufgezeigt wird. Die Berechnung der einzelnen Fit-Indizes wird in Weiber und Mühlhaus (2010) detailliert beschrieben und wird in der vorliegenden Dissertation nicht weiter betrachtet.

6.5.3 Plausibilitätsprüfung und Modifikation der Modellstruktur

Als nächstes erfolgt die Prüfung auf Plausibilität und die Beurteilung der geschätzten Parameter. Des Weiteren kann eine Modifikation der Modellstruktur erfolgen. Hinsichtlich der Plausibilität deuten negative Varianzen, Kommunalitäten größer eins sowie Korrelationen größer eins auf Fehlspezifikationen des Modells hin und sollten in diesem Zusammenhang betrachtet werden. Für weitere Beurteilungen hinsichtlich der Plausibilität werden zum einen die unstandardisierte (Regression Weights) und zum anderen die standardisierte Lösung (Standardized Regression Weights) herangezogen. Die Regressionsgewichte sind bei der standardisierten Lösung um unterschiedliche Skalierungen der Messvariablen, die gegebenenfalls resultieren, bereinigt (Weiber & Mühlhaus, 2010). Die errechneten Regressionsgewichte der standardisierten Lösung entsprechen den Pfadkoeffizienten.

Im ersten Schritt wird geprüft, ob die geschätzten Parameter hinsichtlich der Vorzeichen mit den aufgestellten Hypothesen übereinstimmen. Dazu erfolgt ein direkter Vergleich zwischen den aufgestellten Hypothesen und den Pfadkoeffizienten.

Neben den unstandardisierten und standardisierten Regressionsgewichten kann mit Hilfe der berechneten C.R.-Werte, wie zuvor erwähnt, die Nullhypothese geprüft werden, ob die geschätzten Werte sich signifikant von Null unterscheiden. Ein C.R.-Wert, welcher absolut über 1,96 weist darauf hin, dass die geschätzten Parameter zur Erklärung des Modells beitragen. Ebenso berechnet AMOS die Wahrscheinlichkeit P eines zweiseitigen Tests, dass ein Modellparameter in der Population Null ist (Weiber & Mülhhaus, 2010). Liegt die Wahrscheinlichkeit P unter 0,001 werden bei dem dazugehörigen Parameter drei Sterne (***) angezeigt. Das bedeutet, dass die geschätzten Modellparameter mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1% signifikant von Null verschieden sind. Parallel dazu erfolgt die Analyse der S.E.-Werte. Diese Werte zeigen an, „mit welcher Streuung bei den jeweiligen Parameterschätzungen zu rechnen ist“ (Weiber & Mülhhaus, 2010, S.180). Weisen die Standardfehler der Schätzung sehr hohe Werte auf, so kann davon ausgegangen werden, dass die Schätzungen der Parameter nicht sehr zuverlässig sind. Diese Werte besagen allerdings nichts über die Stärke des Zusammenhangs. Aus diesem Grund wird im zweiten Schritt die Größe der standardisierten Regressionsgewichte zwischen den jeweiligen Konstrukten betrachtet. Die Pfadkoeffizienten sollten hierbei hinreichend große Werte annehmen, wobei nach Weiber und Mülhhaus (2010) ein Wert größer 0,5 als ausreichend betrachtet wird. Weniger restriktiv ist die Vorgabe von Chin (1998a). Jener besagt, dass standardisierte Regressionsgewichte betragsmäßig über 0,2 als bedeutungsvoll angesehen werden können.

Im nächsten Schritt wird geprüft, ob die Anpassungsgüte des Modells mittels einer möglichen Erweiterung oder Vereinfachung der Komplexität verbessert werden kann. Die Überprüfung der Vereinfachung der Komplexität erfolgt wiederum über die Analyse der S.E.- und C.R.-Werte der Regressionsgewichte (Weiber & Mülhhaus, 2010). Es besteht die Möglichkeit die Modellgüte zu verbessern, indem die Pfade zu den Indikatoren, welche einen kleineren C.R.-Wert als 1,96 aufweisen, aus dem Modell entfernt werden. Ebenso besteht die Möglichkeit die Pfade zu entfernen, die S.E.-Werte größer als 0,09 annehmen. Im Zusammenhang mit einer möglichen Komplexitätsreduktion des Modells werden die Werte in der standardisierten residualen Kovarianzmatrix betrachtet (Weiber & Mülhhaus, 2010). Die dazugehörigen Varianzen bzw. Kovarianzen findet man im Programm AMOS unter dem Register Standardized Residual Covariances. Die berechneten S.R.-Werte

geben an, ob sich ein Residuum signifikant von null unterscheidet. Werte die außerhalb der angenommenen Signifikanzgrenzen liegen, sprechen für das Bestehen eines signifikanten Residuums und für eine schlechte Modellanpassung (Bühner, 2011). Umso mehr S.R.-Werte außerhalb der angenommenen Signifikanzgrenzen liegen, desto schlechter kann die Modellanpassung beurteilt werden. Es existieren in der Literatur unterschiedliche Auslegungen bezüglich der Signifikanzgrenzen. Nach Bollen (1989) zeigt sich eine schlechte Modellanpassung dadurch, wenn die S.R.-Werte überwiegend betragsmäßig größer 2 sind. Byrne (2010) empfiehlt erst bei einem Wert von betragsmäßig größer als 2,58 von einer starken Abweichungen zu sprechen. Liegen die S.R.-Werte hingegen überwiegend innerhalb der Signifikanzgrenzen, kann davon ausgegangen werden, dass das Modell eine gute Anpassung an die Realität darstellt und keine weiteren Indikatoren aus dem Modell ausgeschlossen werden müssen.

Als letzter Schritt kann die Analyse der Modifikationsindizes erfolgen. Mittels der Modifikationsindizes wird eine mögliche Verbesserung des Modellfits durch eine Erweiterung des Modells geprüft. Durch diesen Index kann eine Verbesserung des Modellfits auf Basis der erhobenen Daten erreicht werden (Weiber & Mühlhaus, 2010). Die Indizes geben an, wie stark sich der Chi-Quadrat-Wert des Modells verbessert, wenn der entsprechende Pfad bzw. die entsprechende Kovarianz dem Modell hinzugefügt werden würde (Bühner, 2011). Es sei in diesem Zusammenhang allerdings darauf hinzuweisen, dass kovariierende Fehlervariablen bedeuten, dass das Modell nicht mehr eindimensional ist. Derart modifizierte Modelle müssen kreuzvalidiert werden, das bedeutet, dass das Modell an einer neuen Stichprobe getestet werden müsste (Bühner, 2011).

7 Aufstellung des Modells

7 Aufstellung des Modells

Nach dem Aufstellen einer empirisch prüfbar Theorie erfolgt im ersten Schritt die Ableitung von Hypothesen. Auf Basis von den aufgestellten Hypothesen wird ein Strukturgleichungsmodell ausgehend von dem exogenen Konstrukt Austaktung aufgestellt. Für die fünf Modellkonstrukte (Austaktung, physische Reaktionen, psychische Reaktionen, Zufriedenheit und Leistungsindikatoren), welche nicht direkt messbar sind, erfolgt die Definition von messbaren Indikatoren, welche wiederum durch eine Vielzahl von Items, die anschließend zu Item-Parcels zusammengefasst werden, abgebildet werden. Diese Items werden anschließend durch eine schriftliche Befragung der Mitarbeiter der Montagelinien erhoben und ausgewertet. Der Fragebogen besteht aus 107 Fragen, welche zum Teil aus standardisierten Fragebögen entnommen wurden und zum Teil selbst erstellt wurden. Im darauffolgenden Schritt erfolgt die Aufstellung des Strukturgleichungsmodells in AMOS. Nach Durchführung der Modellschätzung und Modellanpassung erfolgen die Evaluation des Gesamtmodells und die Ergebnisinterpretation. Mit Hilfe des aufgestellten Modells werden mögliche negative Auswirkungen in Abhängigkeit von der Austaktung auf verschiedene Variablen dargestellt, die für das Unternehmen wirtschaftlich von Bedeutung sind. In Kapitel 9 erfolgt dann die Gegenüberstellung der drei unterschiedlichen Stichproben. Mittels der Modellergebnisse und der Gegenüberstellung der Stichproben wird ein möglicher Optimierungsbedarf für das Unternehmen aufgezeigt.

7.1 Hypothesenbildung

Die Hypothesenbildung erfolgt auf Basis einer umfassenden Literaturrecherche, deren Ergebnisse im nachfolgenden zusammengefasst werden.

Bezüglich des allgemeinen Zusammenhangs zwischen der Austaktung auf die physischen sowie die psychischen Reaktionen existiert eine Vielzahl von wissenschaftlichen Studien. Diese belegen, dass eine kurze Taktzeit, aufgrund der einseitigen Belastung, zum einen zu negativen physischen Reaktionen in Form von Muskel- und Skelett-Erkrankungen sowie Sehnenscheidenentzündung führt und zum anderen zu psychischen Reaktionen in Form von Stress, Monotonie oder

7 Aufstellung des Modells

psychischer Ermüdung führt (Melamed u.a., 1995; Adler u.a. (1997); Landsbergis u.a., 1999).

Ausgehend von der Variable psychische Reaktionen ergeben sich weitere Zusammenhänge. Nach Pütz (2010) können psychische Reaktionen wie Stress wiederum zu physischen Reaktionen in Form von Rückenbeschwerden führen. Sowohl Herzberg, Mausner & Snyderman (1959) als auch Burke (1969-1970) bestätigen in ihren Arbeiten die Beziehung zwischen den psychischen und physischen Reaktionen. Eine aktuellere Studie des Canadian Centre for Occupational Health and Safety (2005) bestätigt dieses Ergebnis ebenso und besagt, dass der erhöhte Stresslevel, als Folge von mangelnder Kontrolle über das Arbeitstempo, wiederum eine Muskelanspannung zur Folge hat, welche zur Ermüdung führt. Diese Ermüdungserscheinung begünstigt das Entstehen von arbeitsbedingten muskuloskelettalen Erkrankungen (AME). Nach Landsbergis u.a. (1999) wurde bei Arbeitern in Automobilunternehmen, die sich an Lean Production orientieren, eine erhöhte Anzahl an berufsbedingten Krankheitsfällen dokumentiert. Des Weiteren verschieben sich „die Krankheitsbildern hin zu physisch langfristig auftretenden Verschleißerscheinungen und psychischer Erschöpfung“ (Scheuplein, 2011, S. 196). Berggren u.a. (1992) stellen in diesem Zusammenhang fest, dass Unternehmen, die eine längere Zykluszeit eingeführt haben und bei denen die Mitarbeiter einen größeren Handlungsspielraum besitzen, einen besseren Gesundheitsstand aufweisen. Ebenso sind diese Tatsachen für die persönliche Entwicklung von Relevanz und führen zu einer Senkung von physischen Belastungen und Verletzungen.

Aus der Studie von Greiner, Krause, Ragland und Fisher (1998) geht hervor, dass erhöhter Stress, beispielsweise durch steigendem Zeitdruck, und Fehlzeiten miteinander korrelieren. Insgesamt betrachtet kann man sagen, dass eine langfristig erhöhte Arbeitsbelastung zu einer Steigerung der Fehlzeiten führt (Allegro & Veermann, 1998). Ebenso gehen nach einer Studie von Melamed u.a. (1995) eine erhöhte psychische Belastung und krankheitsbedingte Fehlzeiten mit kurzzyklischen repetitiven Tätigkeiten einher.

In Bezug auf den Zusammenhang zwischen den physischen und psychischen Reaktionen und der Zufriedenheit und den Leistungsindikatoren besagen Kvarnström (1996) sowie Udris und Frese (1999), dass eine körperliche Überforderung bei geistiger Unterforderung als psychische Reaktion aufgrund einer zu kurzen Taktzeit

7 Aufstellung des Modells

zu einer sinkenden Zufriedenheit führt und auch negative Auswirkungen auf die Leistungsindikatoren in Form von erhöhten Fehlerraten und Leistungsschwankungen hat. Nach Lin, Drury und Kim (2001) sind die vorgegebene Zeit für die Arbeitsaufgabe und ergonomische Defizite zusammen für rund 50% der Varianz bezüglich der Qualität verantwortlich. Nach Locke (1976) ergeben sich signifikante Korrelationen zwischen der Arbeitszufriedenheit und der Arbeitsleistung, der Fluktuation am Arbeitsplatz und verschiedenen gesundheitlichen Aspekten. Hierbei ist das Auftreten von psychosomatischen Störungen und Fehlzeiten am Arbeitsplatz zu nennen. Lin u.a. (2001, S. 381) besagen ebenso, dass körperliche Beanspruchung und Zeitdruck hauptsächlich für eine verminderte Produktqualität verantwortlich sind. Nach Eklund (1995) und Falck u.a. (2008) können ergonomisch ungünstige Arbeitsplätze Qualitätsdefizite hervorrufen und können sogar zu einer Verdreifachung der durchschnittlichen Fehlerhäufigkeit führen. Wirtschaftlich betrachtet belegen Beevis (2003) sowie Beevis und Slade (2003), dass die erhöhte Fehleranzahl und die aufgewendete Nacharbeitszeit dem Unternehmen zusätzliche Kosten verursachen.

In Bezug auf die Arbeitszufriedenheit, Leistung und Motivation existiert eine Reihe von möglichen Zusammenhängen, die in verschiedenen Studien untersucht und unterschiedlich interpretiert worden sind. Der Literatur-Review von Judge, Thoresen, Bono und Patton (2001) behandelt den Zusammenhang zwischen Zufriedenheit und Leistungsindikatoren ausführlich. Es werden verschiedene Studien aufgezeigt in denen empirisch nachgewiesen wurde, dass sich die Arbeitszufriedenheit positiv auf die Performance des Mitarbeiters auswirkt. Ebenso steigen nach Organ (1988) bei zunehmender Zufriedenheit die Leistungsfähigkeit und das Engagement der Mitarbeiter. Ulich, Groskurth und Bruggemann (1973) besagen, dass eine Verbesserung monotoner Arbeit durch job enlargement, job rotation und job enrichment mit einer erhöhten Arbeitszufriedenheit einhergeht und gleichzeitig zu einer Steigerung der Arbeitsleistung führt. Es existiert allerdings auch eine Reihe von Studien, welche belegen, dass die Arbeitszufriedenheit nicht unbedingt zu einer höheren Arbeitsleistung führen muss. Rosenstiel (2003) besagt, dass verschiedene Untersuchungsergebnisse diesbezüglich zu geringen Korrelationen kommen und sogar die Möglichkeit einer negativen Korrelation besteht. Dieses Ergebnis besagt, dass bei steigender Zufriedenheit die Arbeitsleistung abnimmt. Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Richtung vorhandener Beziehungen nicht immer eindeutig

7 Aufstellung des Modells

bestimmbar ist. Kleinbeck (1996) besagt in diesem Zusammenhang, dass unter bestimmten Bedingungen die Möglichkeit besteht, dass die Leistung zur Arbeitszufriedenheit und nicht die Arbeitszufriedenheit zu verbesserter Arbeitsleistung führt. Vroom (1964) stellt in diesem Zusammenhang fest, dass es keine einfache Beziehung zwischen Arbeitszufriedenheit und Arbeitsleistung gibt. „Die Korrelationen zwischen diesen Variablen variieren innerhalb eines extrem weiten Bereichs und die medianisierte Korrelation von 0,14 hat wenig theoretische oder praktische Bedeutung“ (Vroom, 1964, S.186). Im vorliegenden Modell wurde die Annahme, dass sich die Zufriedenheit eines Mitarbeiters positiv auf die Leistung auswirkt übernommen.

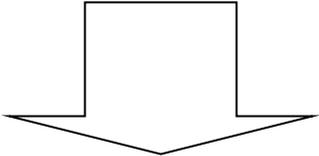
In Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit und den physischen Reaktionen in Form von Fehlzeiten stellen Sczesny und Thau (2004) fest, dass im Allgemeinen zwei Formen des Absentismus unterschieden werden, wobei beide Formen in der Erfassung von Fehlzeiten schwer voneinander zu unterscheiden sind. Es existieren motivationsbedingtes Fehlen und krankheitsbedingtes Fehlen. Sczesny und Thau (2004) stellen in ihrer Studie fest, dass eine negativere Einschätzung der Arbeitszufriedenheit nur mit einer geringen Erhöhung der Fehlzeiten einhergeht. Es existiert eine Vielzahl von Studien, welche den Zusammenhang zwischen der Arbeitszufriedenheit und Fehlzeiten untersucht. Harrison, Newman und Roth (2006) zeigen auf, dass in verschiedenen Untersuchungen eine moderate Korrelation nachgewiesen werden kann. Andere Studien haben ebenso einen zwar moderaten, aber vorhandenen Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit und den physischen Reaktionen, insbesondere den Fehlzeiten (Harrison u.a., 2006) aufdecken können. Ertel, Junghanns, Pech, und Ullsperger (1997) stellen darüber hinaus fest, dass die Anzahl an Fehltagen zunimmt, umso einseitiger und weniger abwechslungsreich die Arbeitstätigkeit gestaltet ist.

In Zusammenhang zwischen den psychischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren stellen Dwyer und Fox (2006) fest, dass eine erhöhte Beanspruchung zwar den Gesundheitsstand beeinflusst, aber nicht die Performance des Mitarbeiters. Udris und Frese (1999) hingegen besagen, dass Leistungsschwankungen, Fehlhandlungen und eine Herabsetzung der Konzentration negative Folgen psychischer Belastung sind, welche zu einer Auswirkung auf die Performance führen können.

7 Aufstellung des Modells

Udris und Frese (1999) fassen in ihrer Ausarbeitung die negativen Folgen von psychischer Belastung zusammen (Tabelle 7).

Tabelle 7: Negative Folgen psychischer Belastung nach Udris und Frese (1999).

	Kurzfristige, aktuelle Reaktionen	Mittel- bis langfristige, chronische Reaktionen
körperlich	<ul style="list-style-type: none"> - Herzfrequenz ↑ - Blutdruck ↑ - Ausschüttung von Cortisol und Adrenalin („Stresshormone“) ↑ 	<ul style="list-style-type: none"> - Psychosomatische Beschwerden und Erkrankungen ↑ - Resignation ↑ - Depressivität ↑ - Burnout ↑ - Nikotin-, Alkohol-, Tablettenkonsum ↑ - Fehlzeiten ↑ (Krankheitstage) - Innere Kündigung ↑
psychisch	<ul style="list-style-type: none"> - Anspannung ↑ - Nervosität ↑ - Innere Unruhe ↑ - Frustration ↑ - Ärger ↑ - Erleben von Stress ↑ - Ermüdung ↑ - Monotonie ↑ - Sättigung ↑ 	
leistungsmäßig	<ul style="list-style-type: none"> - Leistungsschwankungen ↑ - Konzentration ↓ - Fehlhandlungen ↑ - Koordinationsfehler ↑ - Hastigkeit und Ungeduld ↑ 	
verhaltensmäßig	<ul style="list-style-type: none"> - Konflikte ↑ - Streit ↑ - Mobbing ↑ - Aggressionen gegen andere ↑ - Rückzug (Isolierung) inner- und außerhalb der Arbeit ↑ 	
		
wirtschaftlich (im Unternehmen)	<ul style="list-style-type: none"> - Störfälle ↑ - Qualitätsverluste ↑ - Unfälle ↑ 	<ul style="list-style-type: none"> - Frühverrentung ↑ - Berufsunfähigkeit ↑ - Fluktuation ↑

7 Aufstellung des Modells

Bödeker und Barthelemes (2011) analysieren in ihrer Studie Risikofaktoren, welche Auswirkungen auf unspezifische Nacken- oder Rückenschmerzen haben. So stellen sie in ihrer Studie fest, dass im Rahmen der physischen Risikofaktoren häufig wiederholende Bewegungen der Hand bzw. des Handgelenks und der Schulter zu unspezifischen Nackenschmerzen führen können. Des Weiteren stellen sie fest, dass im Rahmen von psychosozialen Risikofaktoren unzureichende Kontrollmöglichkeiten und Tätigkeitsspielraum sowie geringe Arbeitszufriedenheit und erlebter Stress zu unspezifischen Nacken- oder Rückenschmerzen führen können.

Ausgehend von der zuvor durchgeführten umfassenden Literaturrecherche sowie aus sachlogischen Überlegungen heraus können folgende Hypothesen aufgestellt werden, welche in Abbildung 11 im Pfaddiagramm dargestellt sind:

Hypothese 1: Je kürzer die Taktzeit, desto höher ist das Ausmaß an negativen psychischen Reaktionen.

Hypothese 2: Je kürzer die Taktzeit, desto höher ist das Ausmaß an negativen physischen Reaktionen.

Hypothese 3: Je höher das Ausmaß an psychischen Reaktionen, desto niedriger ist die Zufriedenheit.

Hypothese 4: Je höher das Ausmaß an negativen psychischen Reaktionen, desto schlechter fallen die Leistungsindikatoren aus.

Hypothese 5: Je höher das Ausmaß an negativen psychischen Reaktionen, desto höher ist das Ausmaß an negativen physischen Reaktionen.

Hypothese 6: Je höher das Ausmaß an negativen physischen Reaktionen, desto schlechter fallen die Leistungsindikatoren aus.

Hypothese 7: Je geringer die Zufriedenheit, desto schlechter fallen die Leistungsindikatoren aus.

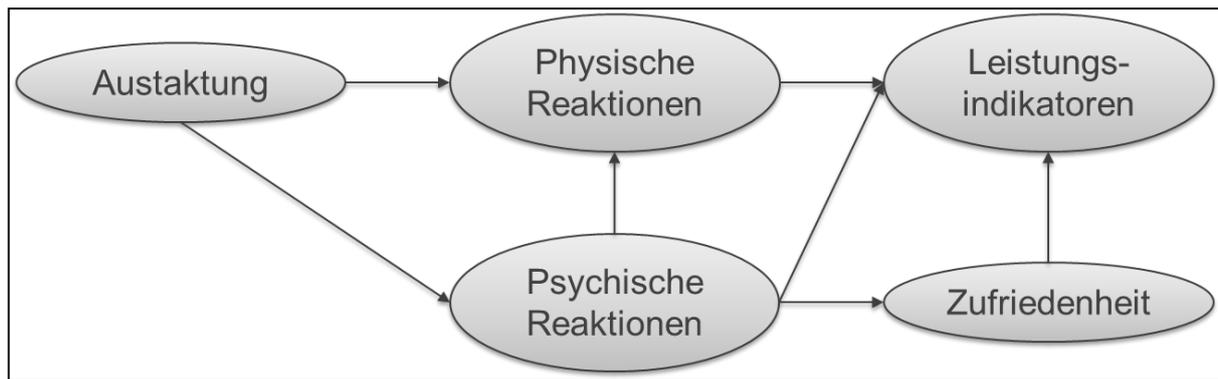


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen den Modellkonstrukten.

Bei den dargestellten Konstrukten handelt es sich um latente Variablen, welche empirisch nicht direkt messbar sind. Die Variable *Austaktung* ist eine latente exogene Variable, welche im Modell von keiner anderen Variablen beeinflusst wird und somit im Modell nicht erklärt werden soll. Bei den anderen Variablen handelt es sich um latente endogene Variablen, welche im Modell erklärt werden sollen (Weiber & Mühlhaus, 2010). Da diese Variablen nicht direkt messbar sind, erfolgt im nächsten Schritt die Formulierung der Messmodelle, um die Konstrukte zu operationalisieren und somit die Messbarkeit der Modellkonstrukte zu realisieren.

7.2 Formulierung der Messmodelle

Im Rahmen der Formulierung der Messmodelle werden manifeste Indikatoren für die jeweiligen Modellkonstrukte generiert. Die Operationalisierung der Konstrukte im Rahmen der Aufstellung der Messmodelle erfolgt ebenso durch eine umfassende Literaturrecherche. Insgesamt besteht das Modell aus fünf latenten Modellkonstrukten, welche durch insgesamt 24 manifeste Indikatoren beschrieben werden. Im darauffolgenden Schritt werden für die manifesten Indikatoren wiederum Items generiert. Der konstruierte Fragebogen besteht aus insgesamt 107 Fragen, welche den einzelnen Indikatoren zugeordnet werden können. Die Fragen wurden zum Teil aus standardisierten Fragebögen (z. B. SALSA (Rimann & Udris 1999), COPSOQ (Nübling, Stößel, Hasselhorn, Michaelis & Hofmann, 2005), WAI (Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki, 1998; Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki, 2001) entnommen und zum Teil selbst konstruiert. Als Indikatoren dienen so genannte Item-Parcels, welche durch die Bildung von Mittelwerten oder Summenwerten über verschiedene einzelne homogene Items gebildet werden. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, da eine Vielzahl von Items abgefragt wird und viele Indikatoren das jeweilige Modellkonstrukt beschreiben

sollen. Anderenfalls wäre die Übersichtlichkeit des Modells mit insgesamt 107 Einzelitems nicht gegeben. Die Methode des Item-Parcellings wurde in Kapitel 6.3 genauer beschrieben. In den nachfolgenden Unterkapiteln wird die Vorgehensweise zur Formulierung der Messmodelle beschrieben.

Die Messung der Reliabilität der einzelnen Skalen wird anschließend in Kapitel 8.3.1 vorgenommen. Die Messung der Reliabilität einer Skala gehört zu den Hauptgütekriterien der klassischen Testtheorie. In diesem Zusammenhang wird der „Grad der Genauigkeit, mit dem das geprüfte Merkmal gemessen wird“ (Bortz & Döring, 2006, S. 196) bezüglich der aufgestellten Skalen analysiert.

7.2.1 Messmodell für das Konstrukt Austaktung

Bei dem Messmodell für das Konstrukt Austaktung wird eine Reihe von messbaren Indikatoren herangezogen. Zu den erhobenen manifesten Variablen für das Konstrukt Austaktung gehören Zeitdruck, Regenerationszeit, Repetitivität, Ergonomie, Tempo, Arbeitsinhalt, Arbeitsvarietät, Intensivierung der Arbeit und Selbständigkeit.

Der Indikator Arbeitsvarietät ist auf Berggren (1993) zurückzuführen. Er besagt, dass sich die Arbeitsvarietät der Tätigkeit durch eine Verlängerung der Taktzeit deutlich verbessert. Auch Rimann und Udris (1997) gehen in ihrer Arbeit auf die Abwechslung von Arbeit ein.

Der erhobene Indikator Repetitivität ist auf Cox (1985) und Melamed u.a. (1995) zurückzuführen. Sie besagen, dass die Taktzeit als Index für die Repetitivität einer Tätigkeit dient. Sie definieren den Grad der Repetitivität einer Tätigkeit als die inverse Funktion der Taktzeit. Die erhobenen Items bezüglich der Repetitivität gehen hauptsächlich aus eigenen sachlogischen Überlegungen hervor. Die Indikatoren Selbständigkeit und Zeitdruck ergeben sich aus den Studienergebnissen von Berggren u.a. (1992) sowie Bjorkman (1996). Da die Taktzeit bei Montagelinien, die sich am Ganzheitlichen Produktionssystem orientieren, typischerweise sehr kurz ist und die Tätigkeiten nach streng standardisierten Arbeitsfolgen abgearbeitet werden, hat das wiederum einen geringen wahrgenommenen Tätigkeitsspielraum und somit wenig Selbständigkeit sowie Zeitdruck für die Mitarbeiter zur Folge. Nach Nachreiner und Wucherpfennig (1975) spricht man von Arbeit unter Zeitdruck, wenn eine Arbeit in einer fremdvorgegebenen Zeit durchgeführt werden muss, die den Mitarbeiter zwingt schneller zu arbeiten, als er es ohne diese Vorgabe tun würde. Neben dem

7 Aufstellung des Modells

Indikator Zeitdruck dient das Arbeitstempo als weiterer Indikator. Eine aktuellere Studie von Frieling u.a. (2012) besagt, dass die Taktzeitverkürzungen aufgrund der Einführung von Ganzheitlichen Produktionssystemen in Verbindung mit einer hohen Auslastung von bis zu 97 Prozent den Beschäftigten keine Möglichkeiten für kurze Arbeitsunterbrechungen bieten. Die hohe Auslastung, welche auch durch Adler u.a. (1997) bestätigt wird, hat zur Folge, dass die Regenerationszeit zwischen der Abarbeitung zweier Takte sehr kurz ist, woraus sich der Indikator Regenerationszeit ergibt. Des Weiteren bestätigen sie die Ergebnisse von Berggren u.a. (1992) sowie Bjorkman (1996) und besagen, dass der hohe Standardisierungsgrad den Mitarbeitern wenig Spielraum und somit keine Selbständigkeit bietet.

Der erhobene Indikator Arbeitsinhalt geht zu einem auf Rimann und Udris (1997) und zum anderen auf Berggren (1993) zurück. Eine hohe Repetitivität hat zur Folge, dass der Arbeitsinhalt durch den Mitarbeiter zerstückelt wahrgenommen wird. Da durch die Verkürzung der Taktzeiten die Arbeitsvarietät abnimmt, nimmt gleichzeitig auch die wahrgenommene Vielfältigkeit des Arbeitsinhaltes ab.

Der Indikator Intensivierung der Arbeit geht aus der Arbeit von Turnbull (1988) hervor, welcher besagt, dass der Gruppendruck im Rahmen der eingeführten Teamarbeit in Systemen, die sich an Lean Production orientieren, ausgenutzt wird, um eine Intensivierung der Arbeit zu ermöglichen. Im Rahmen der Intensivierung der Arbeit können Überforderung oder Unterforderung entstehen. Die Items bezüglich dieser beiden Konsequenzen gehen wiederum aus der Arbeit von Rimann und Udris (1997) hervor.

Der Indikator Ergonomie geht aus eigenen sachlogischen Überlegungen und aus Gesprächen mit den Montagemitarbeitern hervor. Umso kürzer die Taktzeit ist, desto stärker fallen ergonomische Defizite ins Gewicht, da diese auftretende Lastenhandhabung innerhalb einer kurzen Zeit immer wieder wiederholt werden müssen. Wenn beispielsweise innerhalb eines Eintakters ein schwerer Gegenstand gehoben werden muss, dann empfindet der Mitarbeiter diesen Takt als sehr belastend, auch wenn nach einer gewissen Zeit rotiert wird. Wenn innerhalb eines Achttakters derselbe Gegenstand gehoben werden muss, dann empfindet der Mitarbeiter das als weniger belastend, da der zeitliche Abstand zwischen dieser auftretenden Lastenhandhabung größer ausfällt. Die erhobenen Items, die sich auf die Lastenhandhabung und Arbeitshaltung beziehen, gehen auf die Arbeit von Rimann und Udris (1997) zurück.

7 Aufstellung des Modells

Es gilt nun zu überprüfen, ob das Konstrukt kausal für die aufgestellten Indikatoren ist und somit das Vorliegen eines reflektiven Modells bestätigt werden kann. Es empfiehlt sich die Anwendung der drei Entscheidungsfragen, welche in Kapitel 6.2 beschrieben worden sind. Wenn das Konstrukt Austaktung kausal für die Indikatoren ist und alle Indikatoren bei Änderung der Richtung eines Indikators ihre Richtung ebenso ändern sowie alle Indikatoren beliebig austauschbar sind, dann kann man davon ausgehen, dass es sich bei dem Messmodell um ein reflektives Modell handelt. Wenn sich beispielsweise der Indikator Zeitdruck durch die Änderung der Austaktung ändern, so ändern sich ebenso die anderen aufgestellten Indikatoren. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Indikatoren hoch miteinander korreliert und beliebig austauschbar sind. Aus diesem Grund kann eine reflektive Spezifikation angenommen werden.

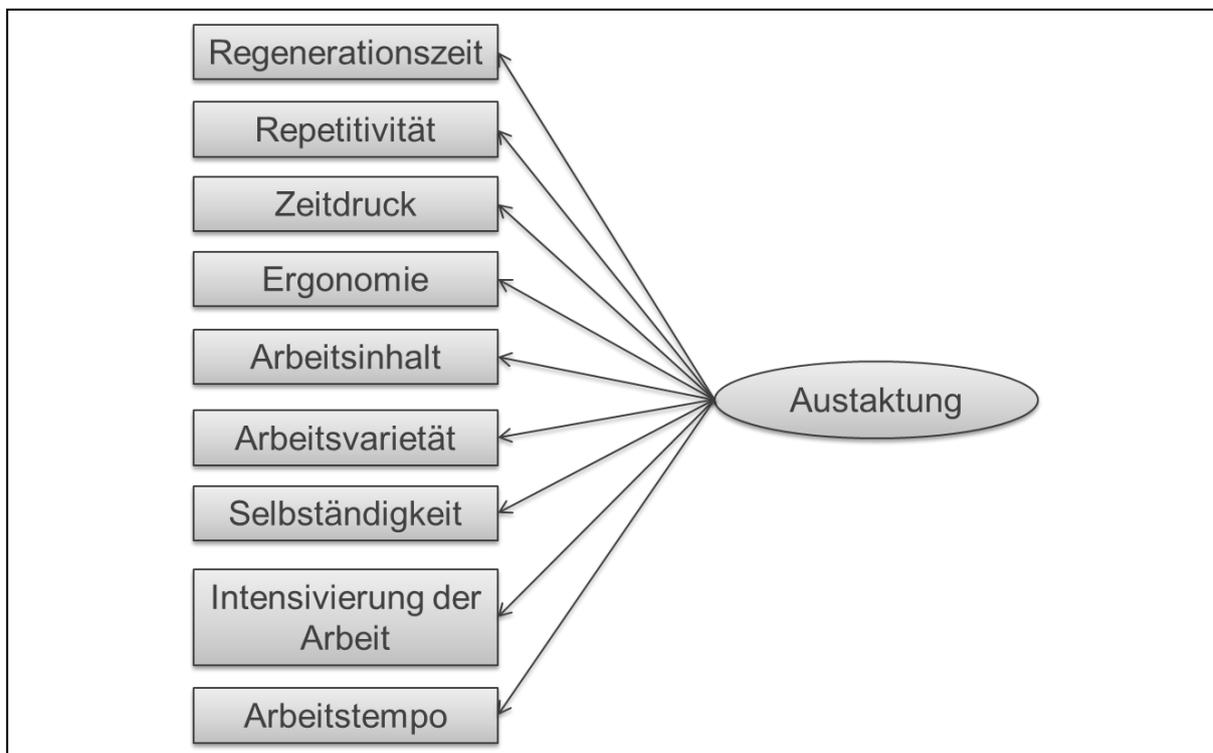


Abbildung 11: Messmodell für das Modellkonstrukt Austaktung.

7.2.2 Messmodell für das Konstrukt psychische Reaktionen

Zu den erhobenen manifesten Variablen für das Konstrukt psychische Reaktionen gehören Stress, psychische Ermüdung, psychische Sättigung, Monotonie, Arbeitsfähigkeit.

7 Aufstellung des Modells

Die Indikatoren Stress, psychische Ermüdung, psychische Sättigung und Monotonie sind auf die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011) zurückzuführen. Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin hat eine Checkliste zur Erfassung der Fehlbeanspruchungsfolgen (ChEF) entworfen, welche als Basis für das vorliegende Messmodell dient. Die in den Checklisten enthaltenen Merkmale sind literaturgestützt abgeleitet und gehen auf die arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen von Richter (2000) zurück. In den Erkenntnissen von Richter (2000) werden negative Folgen von Fehlbeanspruchungen definiert. Dazu gehören Stress, psychische Ermüdung, Monotonie und psychische Sättigung. Stress und psychische Ermüdung sind Folgen von psychischer Überforderung. Monotonie und psychische Sättigung hingegen sind Folgen von psychischer Unterforderung. Diese vier Indikatoren dienen als manifeste Variablen für das Konstrukt psychische Reaktionen. Als weitere manifeste Variable wird die Arbeitsfähigkeit herangezogen, welche auf Tuomi u.a. (2001) und den Work Ability Index zurückzuführen ist.

Im letzten Schritt wird überprüft, ob das Konstrukt kausal für die aufgestellten Indikatoren ist und somit das Vorliegen eines reflektiven Modells bestätigt werden kann. Wenn sich beispielsweise der Indikator Monotonie durch eine Änderung der psychischen Reaktionen ändert, so ändern sich ebenso die anderen aufgestellten Indikatoren. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Indikatoren hoch miteinander korreliert und austauschbar sind. Insofern kann von einer reflektiven Spezifikation ausgegangen werden.

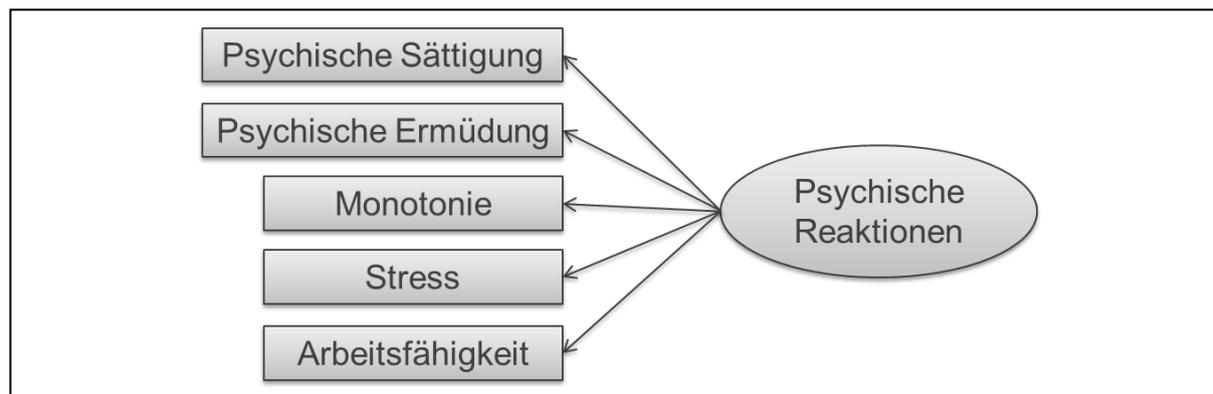


Abbildung 12: Messmodell für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.

7.2.3 Messmodell für das Konstrukt physische Reaktionen

Zu den erhobenen manifesten Variablen für das Konstrukt physische Reaktionen gehören Repetitive Motion Injury, muskuloskelettale Erkrankungen, Fehlzeiten und Leistungsfähigkeit. Kuorinka und Forcier (1995) besagen, dass kurzzyklische, repetitive Tätigkeiten die Entstehung von muskuloskelettalen Erkrankungen fördern. Des Weiteren bestätigen Silverstein, Fine und Armstrong (1987) das Auftreten von Repetitive Motion Injuries bei Arbeitern, welche kurzzyklische, repetitive Tätigkeiten ausführen. Das Auftreten von muskuloskelettalen Erkrankungen und Repetitive Motion Injuries führt wiederum zu einer Abnahme der Leistungsfähigkeit und zu Fehlzeiten der Mitarbeiter (BKK Dachverband, 2013). Die Skalen zur Messung von Repetitive Motion Injury, muskuloskelettalen Erkrankungen und Fehlzeiten gehen auf keine vorhandene Studie zurück, sondern wurden für die vorliegende Dissertation konstruiert. Die Messung der Reliabilität der Skala wird in Kapitel 8.3.1 vorgenommen. Die Konstruktion der Skala Leistungsfähigkeit geht auf die Arbeit von Tuomi, Ilmarinen, Jahkola und Katajarinne (2001) und den Work Ability Index zurück. Es gilt nun zu überprüfen, ob das Konstrukt kausal für die aufgestellten Indikatoren ist und somit das Vorliegen eines reflektiven Modells bestätigt werden kann. Wenn sich beispielsweise der Indikator muskuloskelettale Erkrankungen durch eine Änderung der physischen Reaktionen ändert, so ändern sich ebenso die anderen aufgestellten Indikatoren wie beispielsweise die Leistungsfähigkeit oder die Fehlzeiten. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Indikatoren hoch miteinander korreliert und austauschbar sind. Aus diesem Grund kann eine reflektive Spezifikation angenommen werden.

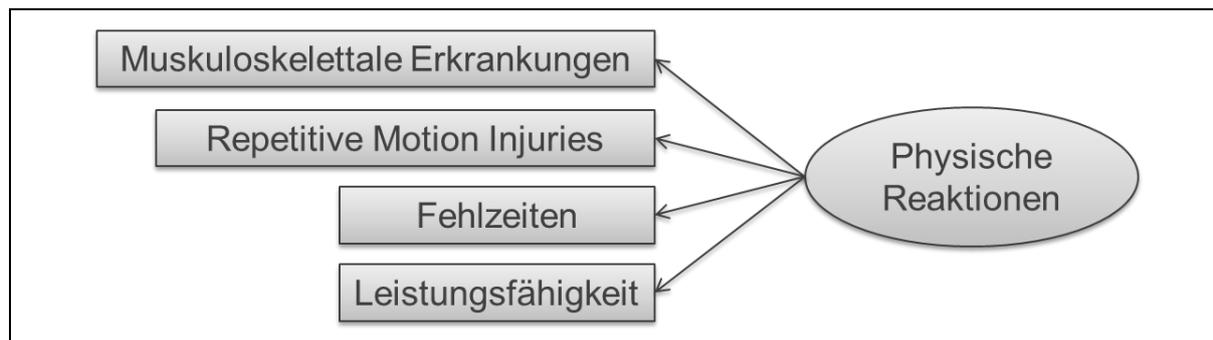


Abbildung 13: Messmodell für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.

7.2.4 Messmodell für das Konstrukt Zufriedenheit

Zu den erhobenen manifesten Variablen für das Konstrukt Zufriedenheit gehören Engagement, Aversionstendenzen sowie die allgemeine Arbeitszufriedenheit.

Hinsichtlich der Arbeitszufriedenheit wird Bezug genommen auf die Arbeit von Fischer und Lück (1971) sowie Nübling u.a. (2005). Dabei werden Items bezüglich der globalen Arbeitszufriedenheit erhoben. Die Messung des Modellkonstrukts Zufriedenheit wird in der Literatur häufig diskutiert. Judge u.a. (2001) kritisieren die Vorgehensweise vergangener Studien einen Durchschnittswert über verschiedene spezielle Einzelfacetten von Arbeitszufriedenheit als Indikator zu bilden, da die Beurteilung der einzelnen Facetten häufig stark untereinander variiert. Insgesamt betrachtet führt diese Vorgehensweise dazu, dass es zu einer Unterschätzung des gesamten Zusammenhangs kommt. Aus diesem Grund wird die Abfrage eines allgemeinen Maßes von Arbeitszufriedenheit empfohlen.

Der Indikator Engagement basiert zum einen auf der Arbeit von Organ (1988), welcher besagt, dass bei zunehmender Zufriedenheit das Engagement der Mitarbeiter steigt. Zum anderen wurde der Indikator Engagement in Gesprächen mit den Montagemitarbeitern sowie aus eigenen sachlogischen Überlegungen heraus bestätigt.

Der Indikator Aversionstendenzen geht aus den Arbeiten von Burke (1969-1970) und Herzberg u.a. (1959) hervor. Empirische Untersuchungen zeigen, dass Arbeitsunzufriedenheit verbunden mit Aversionstendenzen aufgrund von Übersättigung zu Symptomen wie Kopfschmerzen, Übelkeit und überhöhter Müdigkeit führen kann. Die Folge dieser Symptome ist unter anderem die Herabsetzung der Arbeitsleistung.

7 Aufstellung des Modells

Es gilt nun auch für das Modellkonstrukt Zufriedenheit zu überprüfen, ob das Konstrukt kausal für die aufgestellten Indikatoren ist und somit das Vorliegen eines reflektiven Modells bestätigt werden kann. Wenn sich beispielsweise der Indikator Arbeitszufriedenheit durch eine Änderung der Zufriedenheit ändert, so ändern sich ebenso die anderen aufgestellten Indikatoren wie beispielsweise die Aversionstendenzen und das Engagement. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Indikatoren hoch miteinander korreliert und austauschbar sind. Insofern kann von einer reflektiven Spezifikation ausgegangen werden.

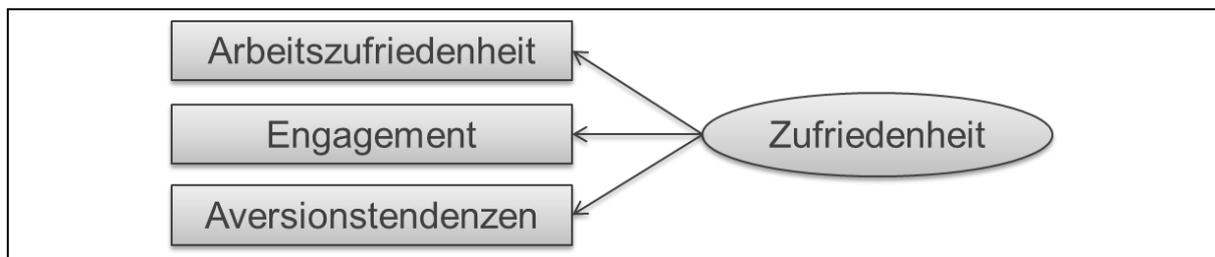


Abbildung 14: Messmodell für das Modellkonstrukt Zufriedenheit.

7.2.5 Messmodell für das Konstrukt Leistungsindikatoren

Zu den erhobenen manifesten Variablen für das Konstrukt Leistungsindikatoren gehören allgemeine Leistungsindikatoren, dazu wurden die Items bezüglich Leistungsabnahme, Fehlleistungen, Erschöpfungszustand und Konzentrationsprobleme zu einem Item-Parcel zusammengefasst. Des Weiteren werden die beiden Einzelitems Reißleine und Fehlerhäufigkeit erhoben.

Als letzter Schritt wird überprüft, ob das Konstrukt kausal für die aufgestellten Indikatoren ist und somit das Vorliegen eines reflektiven Modells bestätigt werden kann. Wenn sich beispielsweise der Indikator Leistungsindikatoren ändert, so ändern sich ebenso die anderen aufgestellten Indikatoren wie die Fehlerhäufigkeit und Reißleine. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Indikatoren hoch miteinander korreliert und austauschbar sind. Insofern kann eine reflektive Spezifikation angenommen werden.

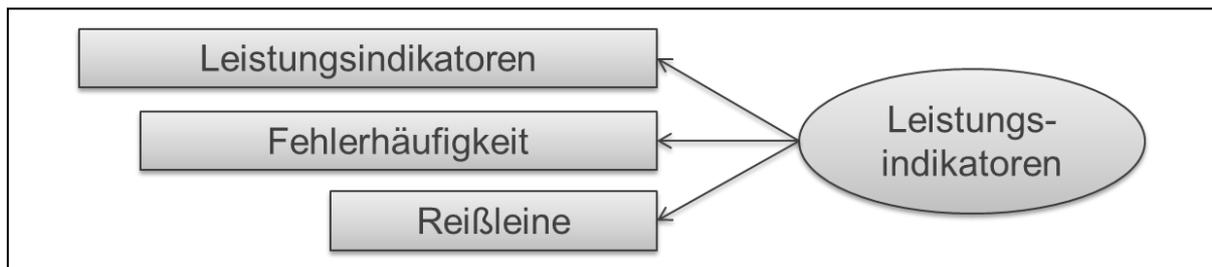


Abbildung 15: Messmodell für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.

7.3 Fragebogen

Insgesamt konnten, wie zuvor erwähnt, 107 Fragen generiert werden. Über die 107 Fragen hinaus werden soziodemografische Variablen, wie das Alter der Mitarbeiter und die aktuelle Taktung, in der die Mitarbeiter arbeiten, erhoben. Bei diesen beiden Fragen können die Befragten jeweils aus mehreren Antwortkategorien wählen, wobei bei beiden Fragen nur eine Antwort zulässig ist. Der vollständige Fragebogen mit den genauen Antwortmöglichkeiten und den dazugehörigen Quellen ist in Anhang A und Anhang C zu entnehmen. Die beiden erhobenen soziodemografischen Variablen werden als Kontrollvariablen berücksichtigt. Mit Hilfe der angegebenen Antwortkategorie bezüglich der Taktung ist es möglich im späteren Verlauf der Analyse individuelle Ergebnisse miteinander zu vergleichen und eine Mehrgruppenanalyse durchzuführen (Siehe Kapitel 9).

Im Rahmen einer Befragung bei der Volkswagen AG dürfen bei den Ergebnissen keine Rückschlüsse auf Personengruppen gemacht werden, die kleiner als fünf sind. Aus diesem Grund musste bei der Antwortkategorie bezüglich des Alters die Altersspanne relativ weit gefasst werden. Insgesamt wurden drei Altersspannen („unter 30“, „30 bis 50“, „über 50“) abgefragt. Die Frage nach dem Geschlecht und nach der Montagelinie musste nach Abstimmung mit der Datenschutzkommission entfernt werden, da auch hier Rückschlüsse auf Personengruppen gemacht werden könnten, die kleiner als fünf sind.

Bei der Antwortmöglichkeit wurde eine fünfstufige Ratingskala gewählt. Im diesem Zusammenhang wurde im späteren Verlauf „stimme nicht zu“ mit eins, „stimme eher nicht zu“ mit zwei, „teils-teils“ mit drei, „stimme eher zu“ mit vier und „stimme zu“ mit fünf codiert. Bühner (2011) empfiehlt die Anwendung einer fünf- bis siebenstufige Ratingskala, wenn im Rahmen der Analyse die Reliabilität einer Skala maximiert

werden soll. Ebenso erhält man sehr differenzierte Informationen bei der Anwendung von Ratingskalen. Als Nachteile nennt er das unterschiedliche Verständnis der Befragten bezüglich der Antwortkategorien und der Mittelkategorie. Ebenso könnte es im Rahmen der konfirmatorischen Faktorenanalyse zu einer Ablehnung des Modells kommen. Rost (2004) greift die Problematik der Mittelkategorie in seiner Arbeit auf und besagt, dass die Interpretation häufig mit Schwierigkeiten verbunden ist, da eine befragte Person diese Mittelkategorie auswählen könnte, wenn die Person die Antwort verweigert oder die Meinung dieser Person bezüglich des Items tatsächlich eine mittlere Ausprägung annimmt. Börtz und Döring (2006) bestätigen dieses Ergebnis und fassen zusammen, dass die Auswahl dieser Mittelkategorie zum einen aufgrund von Indifferenz und zum anderen von Ambivalenz ausgewählt werden könnte. Bühner (2011) weist hingegen darauf hin, dass der Wegfall einer Mittelkategorie die befragten Personen gegebenenfalls zu einer Entscheidung zwingen würde. Ebenso empfehlen Mummendey und Grau (2008) bei der Erfassung von subjektiven Einschätzungen die Anwendung einer Mittelkategorie, welche in der vorliegenden Dissertation verwendet worden ist.

Im Rahmen der Befragung sind nicht alle Items gleich gepolt. Einige erhobene Items weisen eine negative Polung auf. In diesem Fall weist eine hohe Codierung nicht auf eine hohe Ausprägung der Eigenschaft hin und muss bei der Dateneingabe umcodiert werden. Im vorliegenden Fall soll eine hohe Codierung auf eine negative Ausprägung der Eigenschaft, außer für das Modellkonstrukt Zufriedenheit, hinweisen. Für das Modellkonstrukt Zufriedenheit bedeutet eine hohe Codierung eine positive Ausprägung der Eigenschaft.

In den nachfolgenden Tabellen sind die jeweiligen Subskalen der Modellkonstrukte dargestellt. In der Spalte Items sind die einzelnen Items des Fragebogens zu den Skalen zugeordnet. Items, welche für die weitere Auswertung umcodiert werden müssen, um Vergleiche der Mittelwerte und Skalen zu ermöglichen, sind mit einem hochgestellten R gekennzeichnet (z.B. B18^R).

Tabelle 8: Subskalen.

Modellkonstrukt	Subskala	Items	Zahl der Items
Austaktung	Zeitdruck	B24, B26, B30, B32, B34	5
	Regenerationszeit	B14, B16, B18 ^R , B41 ^R	4
	Repetitivität	B2 ^R , B8, B9, B1 ^R , B23 ^R	5
	Ergonomie	B1, B6, B12 ^R , B15, B20	5
	Tempo	B4 ^R , B28, B31, B40 ^R	4
	Arbeitsinhalt	B10 ^R , B17, B25 ^R	3
	Arbeitsvarietät	B7, B13 ^R , B19, B27 ^R , B29 ^R	5
	Intensivierung der Arbeit	B5 ^R , B35 ^R , B37, B38, B39	5
	Selbständigkeit	B3, B21 ^R , B22 ^R , B33 ^R , B36 ^R	5
Psychische Reaktionen	Stress	C4, C5, C6, C10, C11, C13, C17, C22	8
	Psychische Ermüdung	C1, C9, C18, C21, C24 ^R , C26, C36, C40	8
	Psychische Sättigung	C16 ^R , C27, C34, C35, C37, C14	6
	Monotonie	C15, C28, C29, C30, C32, C38, C39, C41	8
	Arbeitsfähigkeit	C19 ^R , C23 ^R , C25 ^R , C31 ^R , C33 ^R	5
Zufriedenheit	Leistungsbereitschaft	F1, F3, F5	3
	Aversionstendenzen	F6 ^R , F8 ^R , F10 ^R	3
	Arbeitszufriedenheit	F2, F4, F7 ^R , F9, F11	5
Leistungsindikatoren	Fehler_1 Fehlerhäufigkeit	D1	1
	RL_1 Reißleine	D2	1
	LINDIKAT Leistungsindikatoren	C12, C2, C3, C7, C20, C8	6

Modellkonstrukt	Subskala	Items	Zahl der Items
Physische Reaktionen	Repetitive Motion Injury	E2, E3, E6	3
	Muskuloskelettale Erkrankungen	E1, E4, E5, E8	4
	Fehlzeiten	E7, E12	2
	Leistungsfähigkeit	E9, E10, E11	3

Da insgesamt 107 Items abgefragt worden sind und das Modell anderenfalls sehr unübersichtlich wäre, wurde im vorliegenden Modell, wie zuvor erwähnt, einzelne Items zu Item-Parcels zusammengefasst. Ein weiterer Punkt, der für die Nutzung von Item-Parcels spricht, ist der, dass die Stichprobengrößen im vorliegenden Fall relativ gering sind. Insgesamt wurden 22 Item-Parcels als Indikatoren und zwei Einzelitems für insgesamt fünf Modellkonstrukte gebildet, welche in Kapitel 8.3.1 auf ihre Reliabilität hin geprüft werden. Die Prämisse im Zusammenhang mit der empfohlenen Anzahl der Indikatoren pro Modellkonstrukt kann vor der Durchführung der Reliabilitätsprüfung für alle Modellkonstrukte erfüllt werden, allerdings ergibt sich nach der Reliabilitätsprüfung in Kapitel 8.3.1 für das Modellkonstrukt Zufriedenheit im Ausgangsmodell nur ein reliables Item-Parcel als Indikator (Siehe Tabelle 13). Für alle anderen Modellkonstrukte konnte diese Prämisse im Ausgangsmodell erfüllt werden.

7.4 Pretest

Der Fragebogen sollte im Rahmen eines Pretests überprüft werden. Dabei bot sich, auch in Bezug auf die Vergleichbarkeit, die Befragung der Mitarbeiter der Cockpitmontagelinie 1 an.

Die Mitarbeiter wurden vor Beginn der Befragung umfassend über den Ablauf und die Ziele der Befragung informiert. Es wurde erläutert, dass diese Befragung als Pretest dient und dass die Ergebnisse von wesentlicher Bedeutung für die Hauptuntersuchung sind. Die Befragung der Mitarbeiter der Cockpitmontagelinie 1 wurde im März 2012 durchgeführt, nachdem der Fragebogen zuvor mit den zuständigen Abteilungen (Abteilungsleiter, Unterabteilungsleiter, Betriebsrat und der Datenschutzkommission) abgestimmt worden ist. Aufgrund der engen Zeitbindung

7 Aufstellung des Modells

der Montagelinien wurden die Mitarbeiter, die den Fragebogen beantworten wollten, von ihrem Meister oder Teamsprecher ausgelöst und konnten diesen dann einzeln beantworten. Da die Anonymität ansonsten nicht gewährleistet werden konnte sowie aus Zeit- und Platzgründen konnten die Mitarbeiter den Fragebogen nicht simultan, beispielsweise im Teamgespräch, beantworten.

Die Fragebögen wurden für alle ca. 57 Mitarbeiter der Montagelinie 1 zugänglich gemacht. Aufgrund der kleinen Stichprobengröße konnten keine umfassenden Analysen durchgeführt werden, da jegliche Ausreißer zu stark ins Gewicht fallen und keine zulässige Lösung bestand. Aus diesem Grund wurde nach der Befragung nur auf die Verständlichkeit des Fragebogens eingegangen. Nach der Durchsprache der Ergebnisse konnte der Fragebogen weiterhin in der Hauptuntersuchung angewendet werden, da keine weiteren Fragen oder Missverständnisse in Bezug auf die einzelnen Items aufgekommen sind. Es wurden insgesamt 36 Fragebögen zurückgegeben (MW = 35, SD = 16,2), somit ergibt sich eine Rücklaufquote von 63% und ist damit als sehr positiv zu bewerten. Alle Montagearbeiter arbeiten in der gleichen Austaktungsform, die zu dem Zeitpunkt der Untersuchung einer Taktlänge von einer Minute entsprach. Die Altersverteilung der Gruppe ist in Abbildung 17 dargestellt.

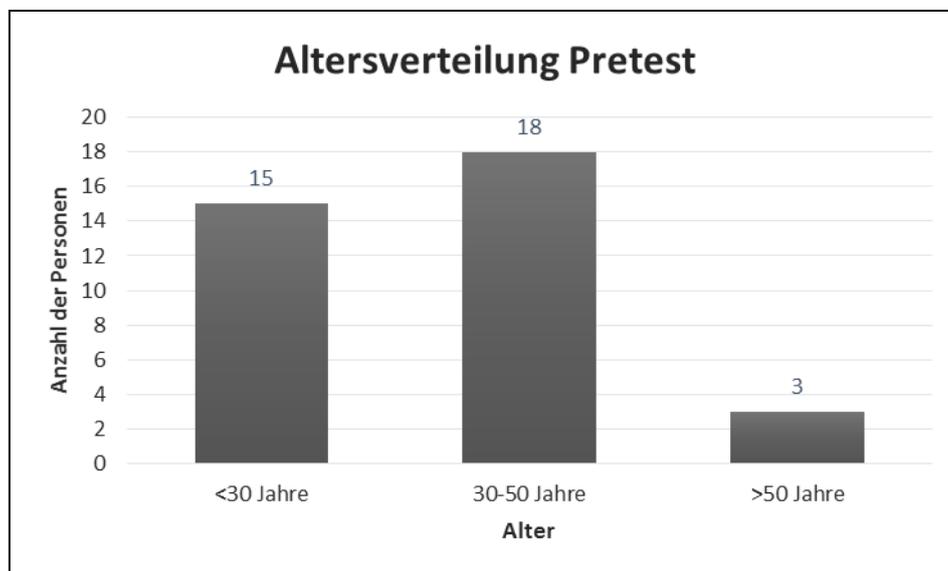


Abbildung 16: Altersverteilung im Pretest.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Die benötigten Daten für die empirische Überprüfung des aufgestellten Modells wurden mittels einer Mitarbeiterbefragung in der Cockpitmontage des Geschäftsfeldes Kunststoff in Wolfsburg erhoben. Die Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes erfolgte bereits in Kapitel 5. Eine detaillierte Beschreibung der drei Stichproben wird im nachfolgenden Kapitel vorgenommen. Da es sich um eine Mitarbeiterbefragung in der Fertigung handelt und die Mehrheit der Mitarbeiter keinen Zugang zu einem Computer am Arbeitsplatz hat, wurde die Befragung mittels eines Fragebogens in Papierform durchgeführt. Liebig und Müller (2005) heben hervor, dass Mitarbeiter einer Befragung in Papierform bezüglich der Anonymität ein höheres Vertrauen entgegen bringen. Im Vorfeld wurde der Fragebogen mit dem Abteilungsleiter, Unterabteilungsleiter, Betriebsrat und der Datenschutzkommission abgestimmt. Ebenso wurden die jeweiligen Mitarbeitergruppen vor Beginn der Befragung umfassend über den Ablauf und die Ziele der Befragung informiert. Die Befragung wurde im Juli und August 2012 durchgeführt. Die gültig beantworteten Fragebögen wurden manuell in Excel übertragen. Fragebögen, in denen widersprüchliche Antworten in Bezug auf die Angaben zur Person gegeben wurden, wurden vorab aus der Analyse ausgeschlossen. Im ersten Schritt erfolgt eine interferenzstatistische Auswertung der Daten. Anschließend erfolgt die Güteprüfung der jeweiligen Messmodelle mittels Korrelationsanalysen und der Anwendung der explorativen Faktorenanalyse. Im nachfolgenden Schritt erfolgt die Modellschätzung mittels der konfirmatorischen Faktorenanalyse mit AMOS. Als letzter Schritt erfolgen die Evaluation des Gesamtmodells und die Ergebnisinterpretation. In Kapitel 8.6 wird zusätzlich geprüft, ob das Modell mittels einer Modifikation der Modellstruktur verbessert werden kann.

8.1 Stichprobenbeschreibung

Die Fragebögen wurden für alle ca. 310 Mitarbeiter der Montagelinien 2 und 3 sowie der EHB zugänglich gemacht. Aufgrund der engen Zeitbindung der Montagelinien wurden die Mitarbeiter, die den Fragebogen beantworten wollten, von ihrem Meister oder Teamsprecher ausgelöst und konnten diesen dann in Ruhe beantworten. Aus Zeit- und Platzgründen konnten die Mitarbeiter den Fragebogen nicht alle

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

gleichzeitig, beispielsweise im Teamgespräch, beantworten, da die Anonymität ansonsten nicht gewährleistet werden konnte. Es wurden insgesamt 189 Fragebögen zurückgegeben, wobei 174 dieser Fragebögen gültig waren. Die Rücklaufquote beträgt somit 61% und ist sehr positiv zu bewerten. In der Literatur existieren unterschiedliche Ansichten bezüglich einer zufriedenstellenden Rücklaufquote. So berichten verschiedene Studien über einen Rücklauf zwischen 5,5% und 76% (Pechlaner, Raich, Schön & Matzler, 2010). Im vorliegenden Fall kann daher die Rücklaufquote von 61% sehr positiv hervorgehoben werden.

Der Datensatz wurde vor der Auswertung bereinigt, indem unter anderem die Angaben der Taktung auf Plausibilität untersucht wurden. Wenn ein Proband mehr als eine Antwort bei der Taktung angegeben hat, wurde dieser Proband aus der Analyse ausgeschlossen, da dies in der Praxis durch die feste Teamzugehörigkeit nicht möglich ist. Wurde bei einem Item mehr als eine Antwort angekreuzt, wurde diese Antwort in der Analyse als fehlender Wert eingetragen. Fehlende Werte innerhalb einer Subskala wiederum wurden durch den Mittelwert der übrigen beantworteten Items ersetzt. Insgesamt mussten aufgrund inkorrekt angegebener Taktungsangaben 15 Fragebögen aus der Analyse ausgeschlossen werden. Für die anschließende Analyse mit AMOS musste pro Stichprobe jeweils ein Proband aus der Stichprobe entfernt werden, weil ganze Subskalen nicht beantwortet worden sind und diese sogenannten Missing Values in AMOS zu Beeinträchtigungen führen könnten.

In der vorliegenden Untersuchung wurden 68 Montagemitarbeiter (MW = 36,9, SD = 15,5) in der Gruppe des Eintakters, 31 Mitarbeiter (MW = 33,7, SD = 16,9) in der Gruppe des Achttakters und 46 Mitarbeiter (MW=33,5, SD=17,2) in der Gruppe des Fünftakters untersucht. In den nachfolgenden Abbildungen sind die Altersverteilungen für die jeweiligen Gruppen dargestellt. Darüber hinaus gab es 29 Rückläufer in dem Team EHB, welche in der weiteren Analyse dieser Dissertation nicht betrachtet werden.

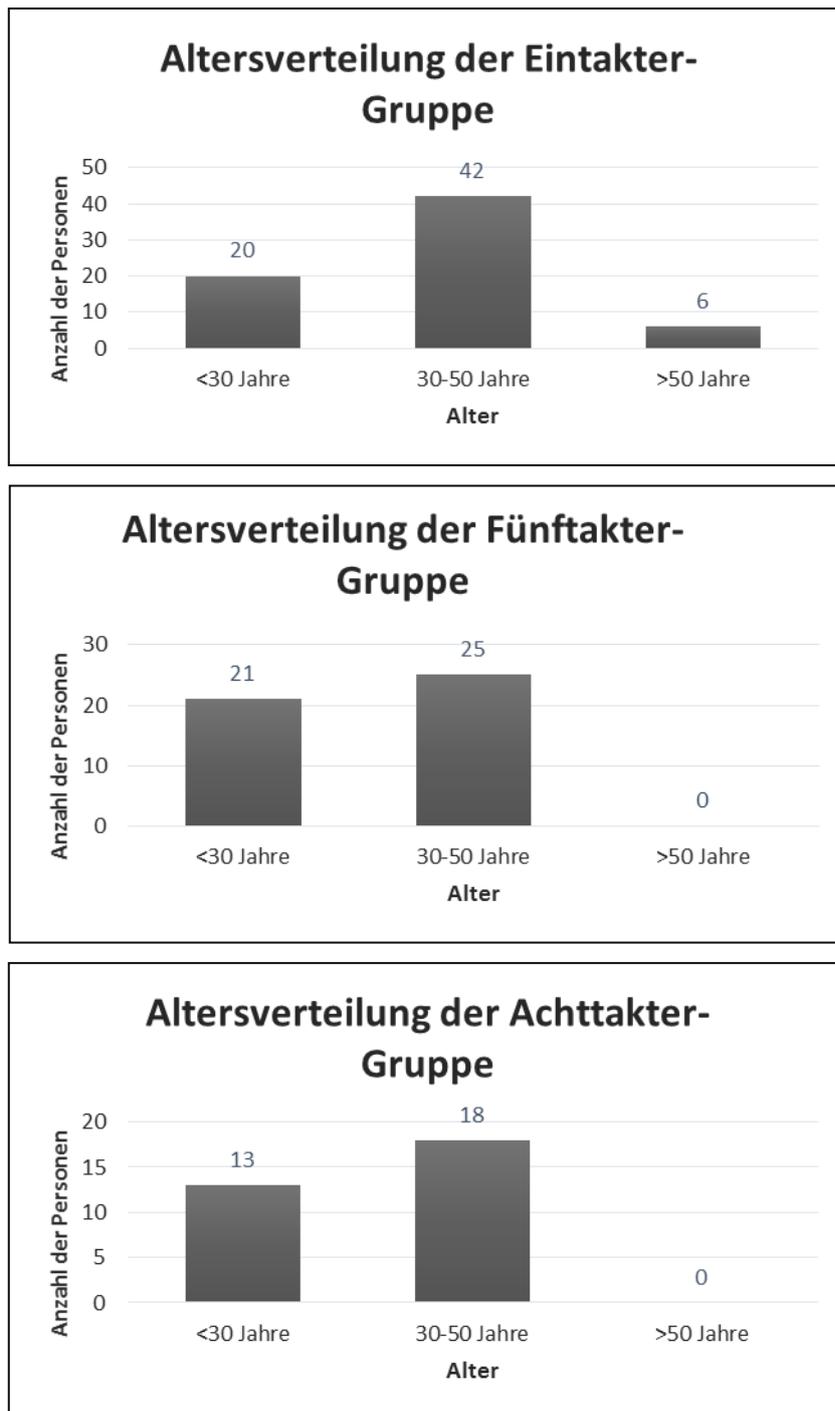


Abbildung 17: Altersverteilungen in der Hauptuntersuchung für die jeweilige Stichprobe.

8.2 Inferenzstatistische Auswertung

In den nachfolgenden Abbildungen sind die Mittelwertausprägungen der ursprünglichen Subskalen für die drei unterschiedlichen Stichproben Eintakter, Achttakter und Fünftakter dargestellt. Bei der Antwortmöglichkeit wurde, wie zuvor

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

erwähnt, eine fünfstufige Ratingskala gewählt. Im diesem Zusammenhang bedeutet ein Wert im Bereich von eins „stimme nicht zu“ und ein Wert im Bereich von fünf „stimme zu“. In der Abbildung 21 wurden bereits für das Modellkonstrukt physische Reaktionen, die erst in Kapitel 8.3.1 abgewandelten Indikatoren Leistungsfähigkeit 2 und muskuloskelettale Erkrankungen 2 für das Modellkonstrukt, integriert. Es wird deutlich, dass die Unterschiede in den Mittelwertausprägungen geringer ausfallen als erwartet und zum Teil nicht den aufgestellten Hypothesen entsprechen. Gemäß den aufgestellten Hypothesen müssten sich die Mittelwertausprägungen vor allem für die beiden Gruppen Eintakter und Achttakter deutlich unterscheiden. Die Mittelwertausprägungen liegen für jeden erhobenen Indikator in einem ähnlichen Wertebereich. Somit kann allerdings bestätigt werden, dass der Fragebogen ein geeignetes, reliables Messinstrument zur Messung der Arbeitstätigkeit ist und über unterschiedliche Gruppen hinweg das gleiche misst.

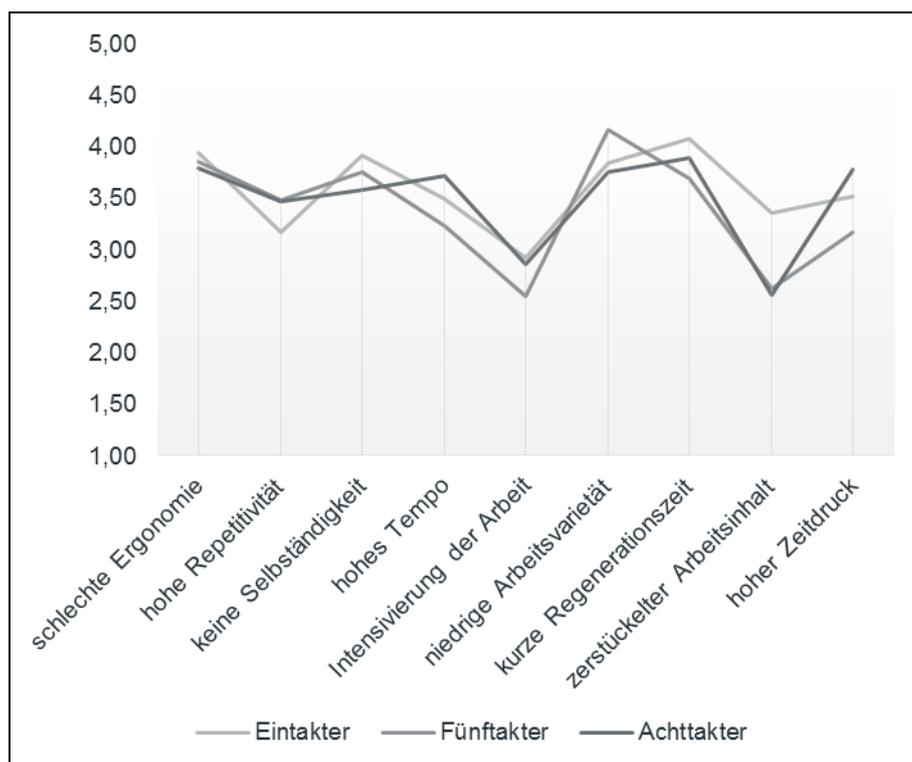


Abbildung 18: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt Austaktung.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

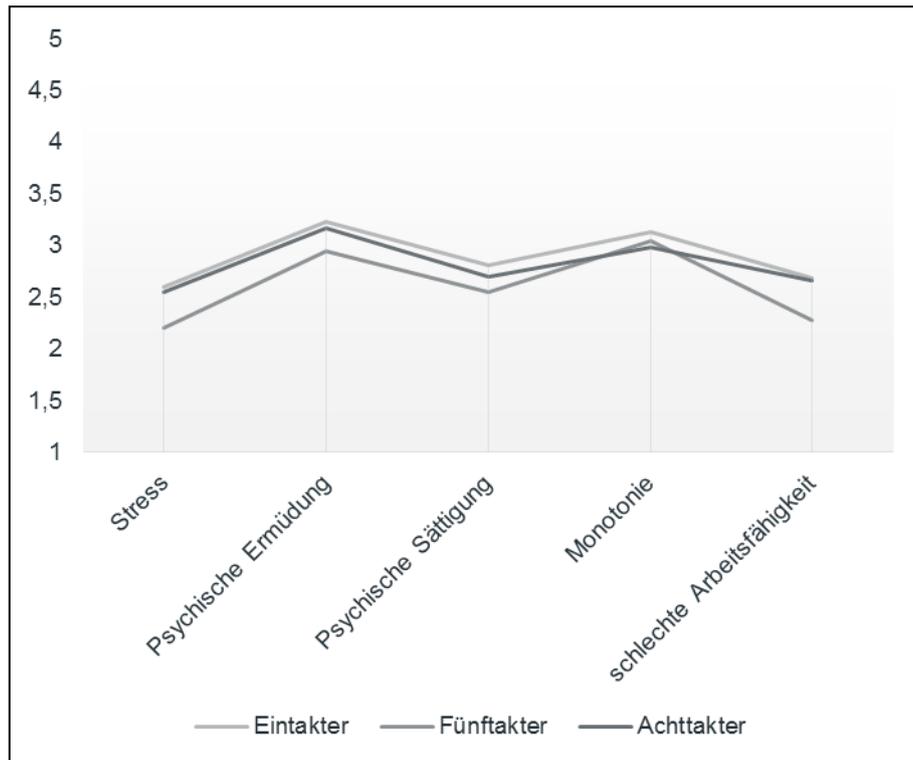


Abbildung 19: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.

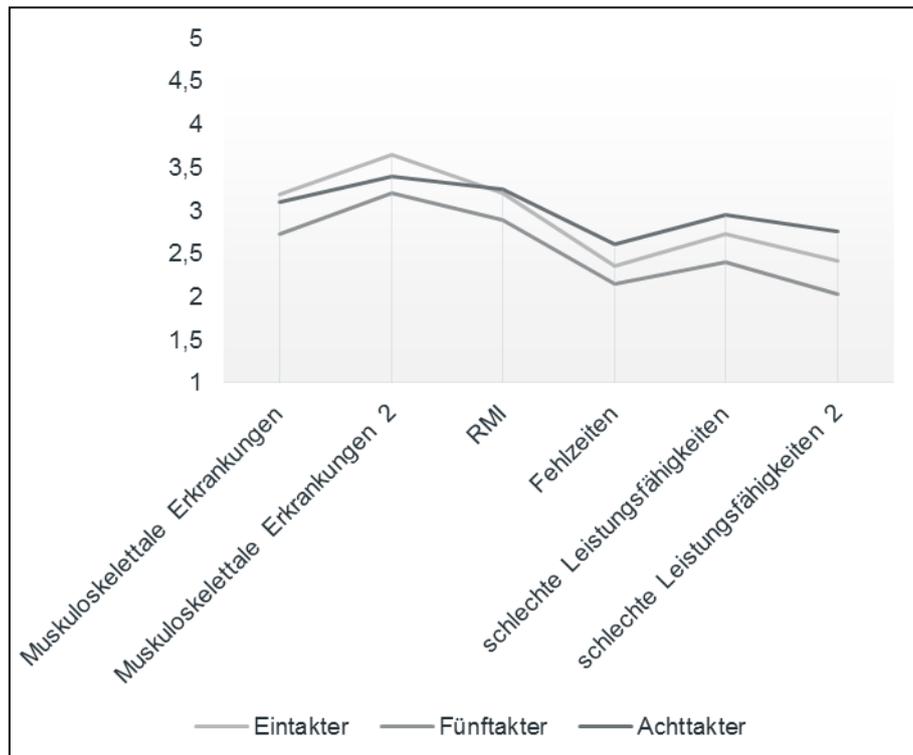


Abbildung 20: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

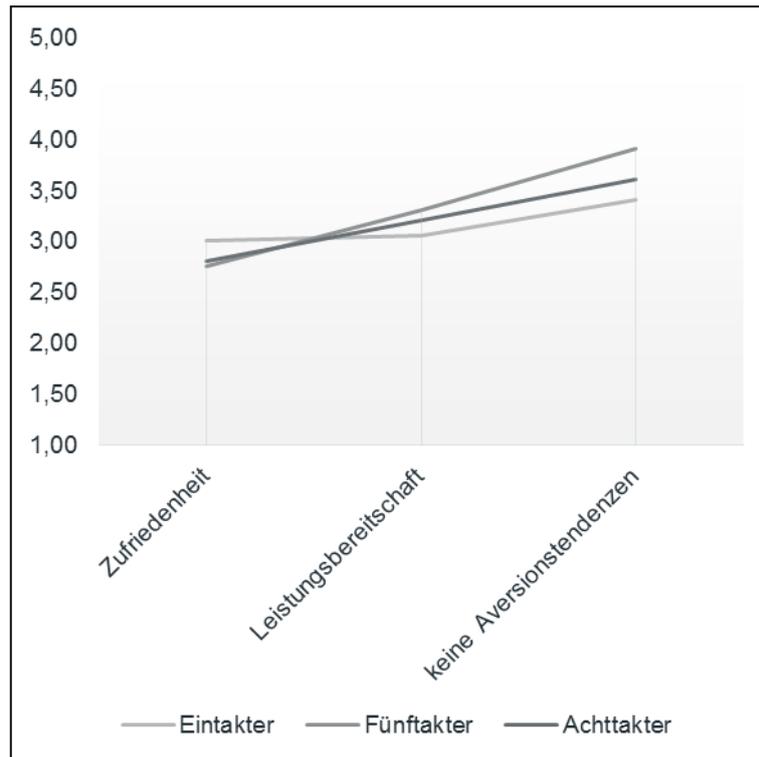


Abbildung 21: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt Zufriedenheit.

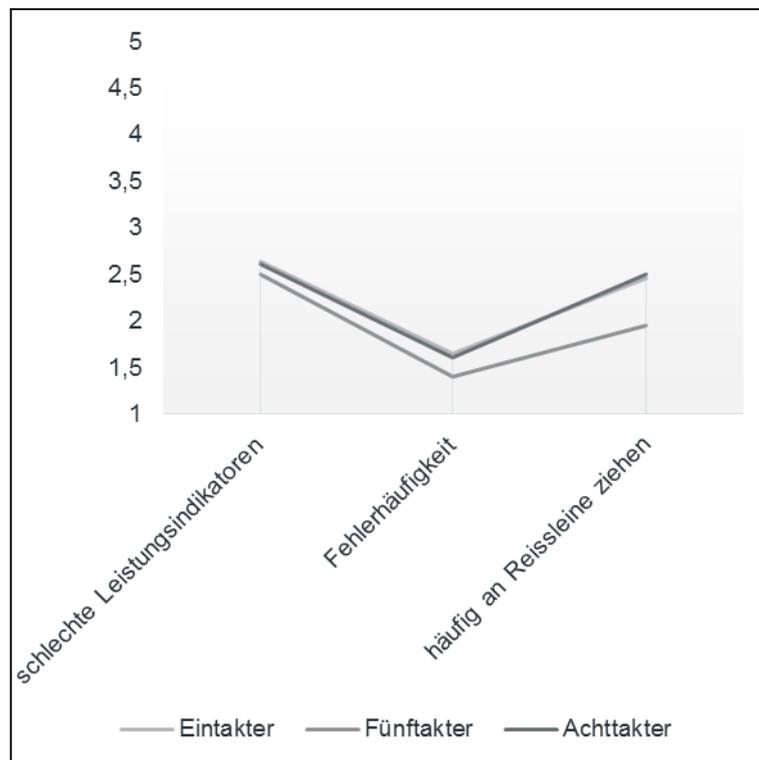


Abbildung 22: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.

Im nächsten Schritt werden die Mittelwertdifferenzen der Stichproben paarweise mit Anwendung des t-Tests miteinander verglichen. Der t-Test prüft, ob sich zwei Mittelwerte systematisch voneinander unterscheiden. Mit Hilfe dieses Tests ist es

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

möglich festzustellen, ob zwei betrachtete Gruppen signifikant in einem untersuchten Merkmal divergieren. Vor Durchführung des t-Tests muss ein sogenanntes Signifikanzniveau festgelegt werden. Dieses Niveau kennzeichnet die größte noch akzeptierte Alpha-Fehler-Wahrscheinlichkeit, welche besagt, dass die Nullhypothese trotz Richtigkeit zurückgewiesen wird. Die Nullhypothese (H_0) geht davon aus, dass die Mittelwertdifferenz zufällig entstanden ist. Eine Mittelwertdifferenz zweier Stichproben wird als signifikant bezeichnet, wenn die ermittelte Wahrscheinlichkeit des errechneten t-Werts kleiner ist als der angenommene Alpha-Fehler. In diesem Fall wird die Nullhypothese abgelehnt und die errechnete Mittelwertdifferenz ist statistisch signifikant (Rasch, Friese, Hofmann & Naumann, 2010). Zusätzlich wird im SPSS-Output der Levene-Test der Varianzgleichheit durchgeführt. Dieser Test prüft, ob die Varianzgleichheit als Voraussetzungen für den t-Test gegeben ist. Ist der ermittelte Wert in dieser Spalte kleiner als der angenommene Alpha-Fehler von 0,05, so ist keine Varianzgleichheit gegeben und der Anwender muss die zweite Zeile (Varianzen sind nicht gleich) hinsichtlich des zweiseitigen Tests interpretieren. Der zweiseitige Test geht von dem Vorhandensein einer ungerichteten Hypothese aus, was im vorliegenden Fall angenommen wird.

8.2.1 Vergleich zwischen Eintakter und Achttakter

Wenn man den t-Test für die beiden Stichproben Eintakter und Achttakter anwendet, wird deutlich, dass nur drei Mittelwertunterschiede statistisch signifikant sind. Ausgehend von einem Signifikanzniveau von 5% ist der Mittelwertunterschied der Subskala zerstückelter Arbeitsinhalt mit $p < 0,001$ statistisch signifikant, ebenso ist der Unterschied der Subskalen hohe Repetitivität und keine Selbständigkeit mit $p < 0,05$ statistisch signifikant. Die signifikanten t-Werte sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 9: Signifikante Ergebnisse des t-Tests für Eintakter und Achttakter.

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Repetitivität	Varianzen sind gleich	4,231	0,042	-2,252	97	0,027	-0,304	0,135	-0,572	-0,036
	Varianzen sind nicht gleich			-2,027	46,101	0,048	-0,304	0,150	-0,606	-0,002
Arbeitsinhalt	Varianzen sind gleich	0,736	0,393	4,783	97	0,000	0,791	0,165	0,463	1,120
	Varianzen sind nicht gleich			5,140	69,683	0,000	0,791	0,154	0,484	1,098
Selbstständigkeit	Varianzen sind gleich	0,001	0,976	2,251	97	0,027	0,328	0,146	0,039	0,618
	Varianzen sind nicht gleich			2,154	52,483	0,036	0,328	0,152	0,023	0,634

Im weiteren Verlauf der Analyse wurden die drei Subskalen Repetitivität, Selbstständigkeit und Arbeitsinhalt aufgrund von schlechter Cronbachs-Alpha-Werte entfernt (Kapitel 8.3.1). Somit ergeben sich für diese beiden Stichproben Eintakter und Achttakter keine signifikanten Unterschiede mehr und auftretende Mittelwertdifferenzen beruhen vermutlich auf Zufall (Rasch u.a., 2010).

8.2.2 Vergleich zwischen Eintakter und Fünftakter

Bei der Anwendung des t-Tests für die beiden Stichproben Eintakter und Fünftakter wird eine größere Anzahl an Mittelwertdifferenzen statistisch signifikant. Ausgehend von einem Signifikanzniveau von 5% ist der Mittelwertunterschied bei den Variablen Repetitivität, Intensivierung der Arbeit, Arbeitsvarietät, Regeneration, Arbeitsinhalt, Stress, Arbeitsfähigkeit, muskuloskelettale Erkrankungen und Aversionstendenzen statistisch signifikant. Im weiteren Verlauf der Analyse wurden die Variablen

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Repetitivität, Arbeitsinhalt und Aversionstendenzen aus dem Modell entfernt (Kapitel 8.3.1). Die Variable muskuloskelettale Erkrankungen wurde im weiteren Verlauf der Analyse durch die Variable muskuloskelettale Erkrankungen 2 ersetzt und deren Mittelwertdifferenz ist nicht mehr statistisch signifikant. Durch die Eliminierung bzw. Änderung dieser Variablen sind allerdings weiterhin sieben Mittelwertdifferenzen signifikant. Die signifikanten t-Werte sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 10: Signifikante Ergebnisse des t-Tests für Eintakter und Fünftakter.

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Repetitivität	Varianzen sind gleich	4,071	0,046	-2,588	112	0,011	-0,309	0,119	-0,546	-0,072
	Varianzen sind nicht gleich			-2,472	81,027	0,016	-0,309	0,125	-0,558	-0,060
Intensivierung	Varianzen sind gleich	0,386	0,536	2,048	112	0,043	0,376	0,183	0,0123	0,739
	Varianzen sind nicht gleich			2,076	101,148	0,040	0,376	0,181	0,0167	0,735
Arbeitsvarietät	Varianzen sind gleich	0,291	0,590	-2,111	112	0,037	-0,323	0,153	-0,627	-0,0198
	Varianzen sind nicht gleich			-2,077	91,232	0,041	-0,323	0,156	-0,633	-0,0141
Regeneration	Varianzen sind gleich	3,538	0,063	2,229	112	0,028	0,386	0,173	0,0430	0,730
	Varianzen sind nicht gleich			2,154	84,929	0,034	,38630	,17934	,02971	0,743

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Arbeitsinhalt	Varianzen sind gleich	0,079	0,779	4,754	112	0,000	0,727	0,153	0,424	1,030
	Varianzen sind nicht gleich			4,763	97,338	0,000	0,727	0,153	0,424	1,030
Stress	Varianzen sind gleich	0,094	0,759	2,672	112	0,009	0,399	0,149	0,103	0,694
	Varianzen sind nicht gleich			2,716	101,961	0,008	0,399	0,147	0,107	0,690
Arbeitsfähigkeit	Varianzen sind gleich	0,874	0,352	2,520	112	0,013	0,413	0,164	0,088	0,737
	Varianzen sind nicht gleich			2,481	91,425	0,015	0,413	0,166	0,082	0,743
Muskulo-skelettale Erkrankungen	Varianzen sind gleich	1,252	0,266	2,264	112	0,026	0,461	0,204	0,058	0,865
	Varianzen sind nicht gleich			2,231	91,734	0,028	0,461	0,207	0,051	0,872
Aversions-tendenzen	Varianzen sind gleich	0,951	0,332	2,687	110	0,008	0,503	0,187	0,132	0,874
	Varianzen sind nicht gleich			2,725	98,905	0,008	0,503	0,185	0,137	0,870
Muskulo-skelettale Erkrankungen 2	Varianzen sind gleich	3,913	0,050	1,859	112	0,066	0,444	0,239	-0,029	0,918
	Varianzen sind nicht gleich			1,796	84,926	0,076	0,444	0,247	-0,047	0,936
Reißleine	Varianzen sind gleich	0,561	0,455	2,072	112	0,041	0,469	0,227	0,020	0,918
	Varianzen sind nicht gleich			2,114	103,138	0,037	0,469	0,222	0,029	0,910
Fehlerhäufigkeit	Varianzen sind gleich	7,898	0,006	2,351	112	0,020	0,380	0,162	0,060	0,700
	Varianzen sind nicht gleich			2,509	111,770	0,014	0,380	0,151	0,080	0,680

8.2.3 Vergleich zwischen Fünftakter und Achttakter

Bei der Anwendung des t-Tests für die beiden Stichproben Fünftakter und Achttakter wird ebenso eine größere Anzahl an Mittelwertdifferenzen statistisch signifikant. Ausgehend von einem Signifikanzniveau von 5% ist der Mittelwertunterschied bei den sechs Variablen Tempo, Zeitdruck, Arbeitsfähigkeit, Fehlzeiten, Leistungsfähigkeit 2 und Reißleine statistisch signifikant. Die Mittelwertdifferenz der ursprünglichen Variable Leistungsfähigkeit war bei der Berechnung des t-Tests ebenso signifikant, wurde aber im weiteren Verlauf der Analysen aufgrund von schlechter Cronbachs-Alpha-Werte durch die Variable Leistungsfähigkeit 2 ersetzt, welche ebenso einen statistisch signifikanten Mittelwertunterschied aufweist. Die signifikanten t-Werte sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 11: Signifikante Ergebnisse des t-Tests für Fünftakter und Achttakter.

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Tempo	Varianzen sind gleich	2,170	0,145	2,147	75	0,035	0,489	0,228	0,035	0,944
	Varianzen sind nicht gleich			2,254	73,392	0,027	0,489	0,217	0,057	0,922
Zeitdruck	Varianzen sind gleich	1,921	0,170	2,758	75	0,007	0,605	0,219	0,168	1,041
	Varianzen sind nicht gleich			2,900	73,563	0,005	0,605	0,209	0,189	1,020
Arbeitsfähigkeit	Varianzen sind gleich	2,315	0,132	1,974	75	0,052	0,389	0,197	-0,004	0,781
	Varianzen sind nicht gleich			2,038	70,971	0,045	0,389	0,191	0,008	0,769
Fehlzeiten	Varianzen sind gleich	0,400	0,529	2,316	75	0,023	0,504	0,218	0,071	0,938
	Varianzen sind nicht gleich			2,227	55,604	0,030	0,504	0,226	0,051	0,958

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Signifikanz (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Untere
Leistungsfähigkeit 2	Varianzen sind gleich	0,614	0,436	2,459	74	0,016	0,685	0,278	0,130	1,240
	Varianzen sind nicht gleich			2,413	58,089	0,019	0,685	0,284	0,117	1,253
Leistungsfähigkeit	Varianzen sind gleich	0,571	0,452	-2,060	74	0,043	-0,546	0,265	-1,074	-0,018
	Varianzen sind nicht gleich			-2,012	57,217	0,049	-0,546	0,271	-1,089	-0,003
Reißleine	Varianzen sind gleich	0,319	0,574	-2,139	74	0,036	-0,587	0,274	-1,134	-0,040
	Varianzen sind nicht gleich			-2,086	56,805	0,041	-0,587	0,281	-1,150	-0,023

8.3 Güteprüfung der Messmodelle

Bei der Anwendung reflektiver Messmodelle muss eine Reihe von Kriterien erfüllt sein, dazu gehört die Prüfung von Reliabilität und Validität des Messinstruments. Zu den Hauptgütekriterien der klassischen Testtheorie gehört die Messung der Reliabilität. Unter Reliabilität versteht man die Genauigkeit eines Messinstruments und die Validität bezeichnet „das Ausmaß, mit dem ein Messinstrument auch das misst, was es messen sollte“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.103). Man unterscheidet nach Fornell (1982) die Gütekriterien nach erster und zweiter Generation. Die Gütekriterien der ersten Generation basieren auf Korrelationsberechnungen zur Überprüfung der Reliabilität sowie die Prüfung auf Eindimensionalität der ausgewählten Item-Parcels mittels einer isolierten explorativen Faktorenanalyse für jeweils nur ein Konstrukt und werden im nachfolgenden Kapitel betrachtet. Im Rahmen der Kriterien der zweiten Generation erfolgt zusätzlich eine Reliabilitätsprüfung für das berechnete Modell mittels der konfirmatorischen Faktorenanalyse. Dazu werden die Indikatorreliabilität auf Indikatorebene und die

Faktorreliabilität sowie die durchschnittlich extrahierte Varianz auf Konstruktebene herangezogen. Diese Berechnungen erfolgen in Kapitel 8.4.1.

8.3.1 Korrelationsanalyse und explorative Faktorenanalyse

Es ist bereits im Vorfeld bekannt, wie viele Faktoren das Modell beschreiben und wie diese zueinander in Beziehung stehen sowie welche Items sie spezifizieren (Bühner, 2011). Es wird allerdings empfohlen eine Prüfung auf Eindimensionalität der ausgewählten Item-Parcels mittels einer isolierten explorativen Faktorenanalyse für jeweils nur ein Konstrukt durchzuführen, was im nachfolgenden erläutert wird (Weiber & Mülhhaus, 2010).

Alle Berechnungen basieren, bis auf die beiden Indikatoren Fehlerhäufigkeit und Reißleine, auf Item-Parcels anstelle von einzelnen Items. Durch diese Vorgehensweise wird eine erhöhte Annäherung an die Normalverteilungsannahme sowie eine Reduzierung der Modellkomplexität ermöglicht (Hoyle, 1999, S. 254). Im ersten Schritt erfolgt daher die Überprüfung der Reliabilität der Item-Parcels mittels der Analyse der Cronbachs-Alpha-Werte und anschließend erfolgt die Überprüfung der gesamten Skala mittels der Anwendung des Cronbachs-Alpha-Tests.

Aufgrund ungenügender Alpha-Werte wurden bei dem Modellkonstrukt Austaktung die Indikatoren Repetitivität (Alpha-Wert: 0,315) und Arbeitsinhalt (Alpha-Wert: 0,391) aus dem Modell ausgeschlossen. Ebenso wiesen diese beiden Indikatoren eine unzureichende Inter-Item-Korrelation ($< 0,3$) und unzureichende korrigierte Item-Skala-Korrelationen ($< 0,5$) auf. Die Analyse des Indikators Selbständigkeit zeigte, dass bei der Entfernung des Items Selbst_1 der Alpha-Wert verbessert werden kann (Verbesserung von 0,577 auf 0,616). Jedoch liegt der Wert weiterhin unter dem Cut-Off-Wert von 0,7 und die zugehörige Inter-Item-Korrelation weist einen ungenügenden Wert auf ($< 0,3$). Aus diesem Grund wurde der Indikator Selbständigkeit aus dem Modell ausgeschlossen.

Die Analyse des Modellkonstrukts Zufriedenheit ergab Alpha-Werte für die Indikatoren Engagement und Aversionstendenzen, welche unter 0,7 lagen. Ebenso wiesen die Items dieser beiden Indikatoren überwiegend unzureichende korrigierte Item-Skala-Korrelationen ($< 0,5$) auf. Beide Indikatoren wurden aus diesem Grund aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Die Messung des Modellkonstrukts Zufriedenheit soll nur durch den Indikator Arbeitszufriedenheit mit einem Alpha-Wert von 0,861 erfolgen. Die Forderung von Weiber und Mülhhaus (2010), dass

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Modellkonstrukte aus methodischer Sicht bei reflektiven Messmodellen in einem Mehr-Konstrukt-Modell mindestens mit jeweils zwei Indikatoren gemessen werden sollten, wäre in diesem Fall nicht erfüllt. Ebenso ist die Messung des Konstrukts Zufriedenheit in der Literatur sehr umstritten und der Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit und dem erhobenen Modellkonstrukt Leistungsindikatoren (insbesondere Produktivität) ist in der Literatur nicht eindeutig bestimmt. Aus diesem Grund wird das Modellkonstrukt Zufriedenheit aus dem Modell entfernt.

Für das Modellkonstrukt physische Reaktionen ergab sich ein ungenügender Alpha-Wert für die Indikatoren Fehlzeiten (Alpha-Wert: 0,502) und Leistungsfähigkeit (Alpha-Wert: 0,599). Der Indikator Fehlzeiten wurde aus dem Modell entfernt, da ebenso die korrigierte Item-Skala-Korrelation unzureichende Werte für die beiden Items aufwies ($< 0,5$). Die Analyse des Indikators Leistungsfähigkeit zeigte, dass bei der Entfernung des Items „LF_1“ der Alpha-Wert verbessert werden kann (0,729). Leistungsfähigkeit 2 wurde als neuer Indikator dem Modell hinzugefügt. Die Analyse des Indikators muskuloskelettale Erkrankungen ergab einen ausreichenden Cronbachs-Alpha-Wert für die Skala, allerdings könnte der Wert durch die Eliminierung des Items „ME_4“ verbessert werden. Ebenso spricht die korrigierte Item-Skala-Korrelation für den Ausschluss dieses Items, da dieser Wert deutlich unter 0,5 liegt. Der Cronbachs-Alpha-Wert für den Indikator muskuloskelettale Erkrankungen liegt nach dem Ausschluss des Items „ME_4“ bei 0,758 und somit wurde muskuloskelettale Erkrankungen 2 als neuer Indikator dem Modell hinzugefügt.

Für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen ergibt sich ein ungenügender Alpha-Wert für den Indikator psychische Sättigung mit 0,537. Die korrigierte Item-Skala-Korrelation weist bei drei von fünf Items einen ungenügenden Wert auf ($< 0,5$) und die Inter-Item-Korrelation für den Indikator liegt unter einem Wert von 0,3. Somit wird der Indikator psychische Sättigung aus der weiteren Analyse ausgeschlossen.

Das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren wird durch insgesamt drei Indikatoren abgebildet. Bei dem Indikator LINDIKAT handelt es sich, ebenso wie bei den meisten Indikatoren im vorliegenden Modell, um ein Item-Parcel und die beiden Indikatoren Reißleine und Fehlerhäufigkeit bestehen aus jeweils einem Einzelitem.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Cronbachs-Alpha-Werte, Inter-Item-Korrelationen, die korrigierten Item-Skala-Korrelationen, sowie Cronbachs-Alpha, wenn ein Item weggelassen wird für alle Subskalen dargestellt.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Tabelle 12: Subskalen für das Modellkonstrukt Austaktung.

Konstrukt	Subskala	Items	Cronbachs Alpha >0,7	Inter-Item-Korrelation >0,3	Korrigierte Item-Skala-Korrelation >0,5	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Austaktung	Re-generations-zeit	Regenerations-zeit 1	0,743	0,436	0,589	0,659
		Regenerations-zeit 2			0,478	0,735
		Regenerations-zeit 3			0,502	0,703
		Regenerations-zeit 4			0,616	0,646
	Ergonomie	Ergonomie 1	0,740	0,375	0,404	0,740
		Ergonomie 2			0,540	0,683
		Ergonomie 3			0,630	0,656
		Ergonomie 4			0,565	0,670
		Ergonomie 5			0,423	0,724
	Tempo	Tempo 1	0,803	0,506	0,570	0,776
		Tempo 2			0,587	0,768
		Tempo 3			0,608	0,760
		Tempo 4			0,712	0,707
	Repetitivität	Repetitivität 1	0,315	0,083	0,053	0,361
		Repetitivität 2			0,180	0,241
		Repetitivität 3			0,380	0,044
		Repetitivität 4			0,102	0,310
		Repetitivität 5			0,065	0,334
	Arbeitsinhalt	Arbeitsinhalt 1	0,391	0,179	0,212	0,334
		Arbeitsinhalt 2			0,231	0,303
		Arbeitsinhalt 3			0,253	0,266
	Zeitdruck	Zeitdruck 1	0,829	0,498	0,623	0,795
		Zeitdruck 2			0,724	0,765
		Zeitdruck 3			0,553	0,814
Zeitdruck 4		0,608			0,806	
Zeitdruck 5		0,648			0,790	

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Konstrukt	Subskala	Items	Cronbachs Alpha >0,7	Inter-Item-Korrelation >0,3	Korrigierte Item-Skala-Korrelation >0,5	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Austattung	Arbeits-varietät	Arbeitsvarietät 1	0,771	0,399	0,399	0,776
		Arbeitsvarietät 2			0,404	0,773
		Arbeitsvarietät 3			0,585	0,715
		Arbeitsvarietät 4			0,635	0,695
		Arbeitsvarietät 5			0,704	0,669
	Intensivierung der Arbeit	Intensivierung der Arbeit 1	0,780	0,417	0,360	0,799
		Intensivierung der Arbeit 2			0,521	0,753
		Intensivierung der Arbeit 3			0,693	0,694
		Intensivierung der Arbeit 4			0,604	0,724
		Intensivierung der Arbeit 5			0,619	0,717
	Selbständigkeit	Selbständigkeit 1	0,577	0,210	0,135	0,616
		Selbständigkeit 2			0,421	0,470
		Selbständigkeit 3			0,533	0,405
		Selbständigkeit 4			0,395	0,484
		Selbständigkeit 5			0,241	0,572

Tabelle 13: Subskalen für das Modellkonstrukt Zufriedenheit.

Konstrukt	Subskala	Items	Cronbachs Alpha >0,7	Inter-Item-Korrelation >0,3	Korrigierte Item-Skala-Korrelation >0,5	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Zufriedenheit	Engagement	Engagement 1	0,662	0,400	0,430	0,634
		Engagement 2			0,495	0,537
		Engagement 3			0,504	0,532

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Konstrukt	Subskala	Items	Cronbachs Alpha >0,7	Inter-Item-Korrelation >0,3	Korrigierte Item-Skala-Korrelation >0,5	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Zufriedenheit	Aversions-tendenzen	Aversions-tendenzen 1	0,590	0,321	0,388	0,515
		Aversions-tendenzen 2			0,536	0,256
		Aversions-tendenzen 3			0,304	0,616
	Zufriedenheit	Zufriedenheit 1	0,854	0,548	0,648	0,829
		Zufriedenheit 2			0,688	0,818
		Zufriedenheit 3			0,622	0,839
		Zufriedenheit 4			0,704	0,814
		Zufriedenheit 5			0,701	0,820

Tabelle 14: Subskalen für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.

Konstrukt	Subskala	Items	Cronbachs Alpha >0,7	Inter-Item-Korrelation >0,3	Korrigierte Item-Skala-Korrelation >0,5	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Physische Reaktionen	Muskulo-skelettale Erkrankungen	Muskulo-skelettale Erkrankungen 1	0,722	0,394	0,640	0,582
		Muskulo-skelettale Erkrankungen 2			0,548	0,637
		Muskulo-skelettale Erkrankungen 3			0,540	0,643

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Konstrukt	Subskala	Items	Cronbachs Alpha >0,7	Inter-Item-Korrelation >0,3	Korrigierte Item-Skala-Korrelation >0,5	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Physische Reaktionen		Muskulo-skelettale Erkrankungen 4			0,332	0,758
	Fehlzeiten	Fehlzeiten 1	0,502	0,348	0,348	
		Fehlzeiten 2			0,348	
	Leistungsfähigkeit	Leistungsfähigkeit 1	0,599	0,330	0,235	0,729
		Leistungsfähigkeit 2			0,559	0,256
		Leistungsfähigkeit 3			0,456	0,424
	RMI	Repetitive Motion Injury 1	0,780	0,545	0,571	0,757
		Repetitive Motion Injury 2			0,661	0,658
		Repetitive Motion Injury 3			0,625	0,694

Tabelle 15: Subskalen für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.

Konstrukt	Subskala	Items	Cronbachs Alpha >0,7	Inter-Item-Korrelation >0,3	Korrigierte Item-Skala-Korrelation >0,5	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Psychische Reaktionen	Stress	Stress 1	0,818	0,367	0,698	0,772
		Stress 2			0,639	0,782
		Stress 3			0,649	0,781
		Stress 5			0,704	0,776
		Stress 6			0,558	0,795
		Stress 7			0,485	0,804
		Stress 8			0,211	0,847
		Stress 10			0,424	0,811
	Psychische Ermüdung	Psychische Ermüdung 1	0,827	0,373	0,455	0,819
		Psychische Ermüdung 5			0,700	0,785
		Psychische Ermüdung 6			0,650	0,794
		Psychische Ermüdung 7			0,579	0,803
		Psychische Ermüdung 8			0,552	0,807
		Psychische Ermüdung 9			0,353	0,831
		Psychische Ermüdung 10			0,726	0,780
		Psychische Ermüdung 11			0,408	0,829

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Konstrukt	Subskala	Items	Cronbachs Alpha >0,7	Inter-Item-Korrelation >0,3	Korrigierte Item-Skala-Korrelation >0,5	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
	Psychische Sättigung	Psychische Sättigung 1	0,537	0,167	0,262	0,506
		Psychische Sättigung 2			-0,126	0,671
		Psychische Sättigung 3			0,528	0,355
		Psychische Sättigung 4			0,359	0,460
		Psychische Sättigung 5			0,531	0,365
		Psychische Sättigung 6			0,269	0,500
	Monotonie	Monotonie 2	0,757	0,272	0,178	0,772
		Monotonie 3			0,642	0,704
		Monotonie 4			0,642	0,690
		Monotonie 5			0,226	0,766
		Monotonie 6			0,531	0,717
		Monotonie 7			0,411	0,739
		Monotonie 8			0,620	0,696
		Monotonie 9			0,390	0,746
	Arbeitsfähigkeit	Arbeitsfähigkeit 1	0,701	0,317	0,326	0,700
		Arbeitsfähigkeit 2			0,391	0,678
		Arbeitsfähigkeit 3			0,568	0,602
		Arbeitsfähigkeit 4			0,597	0,588
Arbeitsfähigkeit 5		0,426			0,672	

Tabelle 16: Subskala für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.

Konstrukt	Subskala	Items	Cronbachs Alpha >0,7	Inter-Item-Korrelation >0,3	Korrigierte Item-Skala-Korrelation >0,5	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Leistungsindikatoren	Fehler_1	Fehlerhäufigkeit			0,536	0,575
	RL_1	Reißleine			0,525	0,606
	LINDIKAT	Monotonie 1	0,830	0,446	0,552	0,812
		Psychische Ermüdung 2			0,690	0,783
		Psychische Ermüdung 3			0,773	0,763
		Psychische Ermüdung 4			0,506	0,821
		Stress 4			0,462	0,830
		Stress 9			0,635	0,797

Nach der Zusammenfassung der jeweiligen Indikatoren erhält man die Werte für die Gesamtskala der übergeordneten Modellkonstrukte (Siehe Tabelle 17). Die Werte für Cronbachs Alpha liegen alle über dem Cutoff Wert von 0,7, bis auf die Modellkonstrukte Leistungsindikatoren und physische Reaktionen. Beide Werte für diese Konstrukte liegen mit Werten größer als 0,6 allerdings in einem ausreichenden Bereich und werden für die weitere Analyse beibehalten. Die mittlere Inter-Item-Korrelation liegt für alle Modellkonstrukte in einem akzeptablen Bereich (> 0,3).

Tabelle 17: Cronbachs Alpha und Inter-Item-Korrelation für die Gesamtskalen.

Gesamtskala/ Modellkonstrukt	Anzahl Indikatoren	Cronbachs Alpha	Mittlere Inter-Item-Korrelation
Austaktung	6 Item-Parcels	0,841	0,468
Psychische Reaktionen	4 Item-Parcels	0,805	0,505
Physische Reaktionen	3 Item-Parcels	0,638	0,371
Leistungsindikatoren	1 Item-Parcel+ 2 Einzelitems	0,693	0,441

Als nächstes erfolgt die Prüfung auf Eindimensionalität der ausgewählten Item-Parcels mittels einer isolierten explorativen Faktorenanalyse für jeweils nur ein Konstrukt. Es wurde die Maximum-Likelihood-Extraktionsmethode angewendet mit einer Promax-Rotation und Kaiser-Normalisierung. Als Datengrundlage dienen die zusammengefassten Stichproben des Eintakters und Achttakters, da für die Durchführung der isolierten explorativen Faktorenanalyse die Datengrundlage ansonsten zu gering wäre. Durch die nicht signifikanten Ergebnisse des t-Tests ist diese Vorgehensweise zulässig.

Als erstes wird das Modellkonstrukt Austaktung überprüft. Im ersten Schritt erfolgt die Überprüfung der Eignung der Variablen für die explorative Faktorenanalyse. Nach Bühner (2011) erfolgt die Überprüfung mittels des KMO-Kriteriums, dem Bartlett-Test und den MSA-Werten. Das KMO-Kriterium von 0,798, das Ergebnis des Bartlett-Tests ($\text{Chi}^2 = 258,482$; $\text{df} = 15$; $p < 0,001$) sowie die variablenspezifischen MSA-Werte (zwischen 0,769 und 0,883), welche in der Anti-Image-Korrelations-Matrix abgelesen werden, weisen auf durchgängig hinreichende Korrelationen zwischen den Indikatoren hin. Somit wird die Verwendung multipler Items gestützt. Durch diese Ergebnisse können die Voraussetzungen für die Anwendung der explorativen Faktorenanalyse bestätigt werden und die Durchführung der Faktorenanalyse kann als gerechtfertigt angesehen werden. Zusätzlich kann die Analyse der Kommunalitäten erfolgen. Die Kommunalitäten für die Indikatoren Ergonomie, Intensivierung der Arbeit und Arbeitsvarietät weisen unzureichende Werte ($< 0,5$) auf und könnten gegebenenfalls aus der Analyse ausgeschlossen werden.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Tabelle 18: KMO- und Bartlett-Test, berechnete Kommunalitäten und Anti-Image Matrizen für das Modellkonstrukt Austaktung.

KMO- und Bartlett-Test			Kommunalitäten		
Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		0,798		Anfänglich	Extraktion
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	258,482	Ergonomie	0,236	0,219
	df	15	Tempo	0,680	0,773
	Signifikanz nach Bartlett	0,000	Intensivierung	0,372	0,301
			Arbeitsvarietät	0,364	0,258
			Regenerationszeit	0,592	0,604
			Zeitdruck	0,705	0,777

Extraktionsmethode: Maximum Likelihood.

Anti-Image-Matrizen

		Ergonomie	Tempo	Intensivierung	Arbeitsvarietät	Regenerationszeit	Zeitdruck
Anti-Image-Kovarianz	Ergonomie	0,764	0,029	-0,006	-0,111	-0,051	-0,105
	Tempo	0,029	0,320	-0,010	-0,024	-0,137	-0,164
	Intensivierung	-0,006	-0,010	0,628	0,146	-0,038	-0,173
	Arbeitsvarietät	-0,111	-0,024	0,146	0,636	-0,181	-0,038
	Regenerationszeit	-0,051	-0,137	-0,038	-0,181	0,408	-0,038
	Zeitdruck	-0,105	-0,164	-0,173	-0,038	-0,038	0,295
Anti-Image-Korrelation	Ergonomie	0,883^a	0,059	-0,009	-0,159	-0,092	-0,221
	Tempo	0,059	0,789^a	-0,022	-0,054	-0,379	-0,534
	Intensivierung	-0,009	-0,022	0,769^a	0,232	-0,074	-0,401
	Arbeitsvarietät	-0,159	-0,054	0,232	0,784^a	-0,356	-0,088
	Regenerationszeit	-0,092	-0,379	-0,074	-0,356	0,835^a	-0,111
	Zeitdruck	-0,221	-0,534	-0,401	-0,088	-0,111	0,769^a

a. Maß der Stichprobeneignung

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Bei der Anwendung der explorativen Faktorenanalyse erhält man für das Modellkonstrukt Austaktung eine eindimensionale Lösung mit einem extrahierten Faktor.

Tabelle 19: Faktorenmatrix für das Modellkonstrukt Austaktung.

Faktorenmatrix ^a	
	Faktor 1
Ergonomie	0,468
Tempo	0,879
Intensivierung	0,548
Arbeitsvarietät	0,508
Regenerationszeit	0,777
Zeitdruck	0,881

Extraktionsmethode:
Maximum-Likelihood.

a. 1 Faktor extrahiert. Es
werden 4 Iterationen
benötigt.

Für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen ergibt sich für das KMO-Kriterium ein Wert von 0,713. Ebenso weisen die Ablehnung des Bartlett-Tests ($\chi^2 = 144,955$; $df = 6$; $p < 0,001$) sowie die variablenspezifischen MSA-Werte (zwischen 0,665 und 0,806) auf durchgängig hinreichende Korrelationen zwischen den Indikatoren hin. Die Kommunalitäten für die Indikatoren Monotonie und Arbeitsfähigkeit weisen unzureichende Werte ($< 0,5$) auf und könnten gegebenenfalls aus der Analyse ausgeschlossen werden. Da der Indikator Monotonie bei allen anderen Analysen gute Werte aufwies und für die Erklärung des Modells als wichtig erachtet wird, wird dieser Indikator beibehalten. Der Indikator Arbeitsfähigkeit wird aufgrund der schlechten Kommunalität und eines grenzwertigen Cronbachs-Alpha-Wert (0,701) auf der Analyse ausgeschlossen.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Tabelle 20: KMO- und Bartlett-Test, berechnete Kommunalitäten und Anti-Image Matrizen für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.

KMO- und Bartlett-Test			Kommunalitäten		
Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		0,713		Anfänglich	Extraktion
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	144,955	Psychische Ermüdung	0,652	0,870
	df	6	Monotonie	0,342	0,356
	Signifikanz nach Bartlett	0,000	Stress	0,605	0,677
			Arbeitsfähigkeit	0,236	0,224

Extraktionsmethode: Maximum Likelihood.

Anti-Image-Matrizen					
		Psych. Ermüdung	Monotonie	Stress	Arbeitsfähigkeit
Anti-Image-Kovarianz	Psych. Ermüdung	0,348	-0,180	-0,226	-0,102
	Monotonie	-0,180	0,658	-0,055	0,093
	Stress	-0,226	-0,055	0,395	-0,116
	Arbeitsfähigkeit	-0,102	0,093	-0,116	0,764
Anti-Image-Korrelation	Psych. Ermüdung	0,665^a	-0,376	-0,610	-0,197
	Monotonie	-0,376	0,774^a	-0,108	0,132
	Stress	-0,610	-0,108	0,703^a	-0,211
	Arbeitsfähigkeit	-0,197	0,132	-0,211	0,806^a

a. Maß der Stichprobeneignung

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Bezüglich des Konstruktes psychische Reaktionen kann bei der Anwendung der explorativen Faktorenanalyse ein Faktor extrahiert werden und aus diesem Grund kann das Vorliegen von Eindimensionalität bestätigt werden.

Tabelle 21: Faktorenmatrix für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.

Faktorenmatrix^a	
	Faktor 1
Psych. Ermüdung	0,933
Monotonie	0,597
Stress	0,823
Arbeitsfähigkeit	0,473

Extraktionsmethode:
Maximum-Likelihood.

a. 1 Faktor extrahiert. Es
werden 5 Iterationen benötigt.

Für das Modellkonstrukt physische Reaktionen ergibt sich für das KMO-Kriterium ein Wert von 0,670, was ein relativ niedriger Wert im Vergleich mit den Ergebnissen für die anderen Konstrukte ist. Allerdings weisen die Ablehnung des Bartlett-Tests ($\chi^2 = 53,572$; $df = 3$; $p < 0,001$) sowie die variablenspezifischen MSA-Werte (zwischen 0,641 und 0,691) auf durchgängig hinreichende Korrelationen zwischen den Indikatoren hin. Die Kommunalitäten für die Indikatoren RMI und Leistungsfähigkeit 2 weisen unzureichende Werte ($< 0,5$) auf und könnten gegebenenfalls aus der Analyse ausgeschlossen werden.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Tabelle 22: KMO- und Bartlett-Test, berechnete Kommunalitäten und Anti-Image Matrizen für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.

KMO- und Bartlett-Test			Kommunalitäten		
Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		0,670		Anfänglich	Extraktion
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	53,572	Muskulo-skelettale Erkrankungen 2	0,328	0,576
	df	3	Leistungsfähigkeit 2	0,270	0,405
	Signifikanz nach Bartlett	0,000	RMI	0,262	0,390

Extraktionsmethode: Maximum Likelihood.

Anti-Image-Matrizen

		Muskuloskelettale Erkrankungen 2	Leistungsfähigkeit 2	RMI
Anti-Image-Kovarianz	Muskuloskelettale Erkrankungen 2	0,672	-0,255	-0,247
	Leistungsfähigkeit 2	-0,255	0,730	-0,160
	RMI	-0,247	-0,160	0,738
Anti-Image-Korrelation	Muskuloskelettale Erkrankungen 2	0,641^a	-0,365	-0,351
	Leistungsfähigkeit 2	-0,365	0,684^a	-0,218
	RMI	-0,351	-0,218	0,691^a

a. Maß der Stichprobeneignung

Bezüglich des Konstruktes physische Reaktionen kann trotz Beibehaltung der Indikatoren RMI und Leistungsfähigkeit 2 bei der Anwendung der explorativen Faktorenanalyse ein Faktor extrahiert werden und aus diesem Grund kann das Vorliegen von Eindimensionalität bestätigt werden.

Tabelle 23: Faktorenmatrix für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.

Faktorenmatrix ^a	
	Faktor 1
Muskuloskelettale Erkrankungen 2	0,759
Leistungsfähigkeit 2	0,636
RMI	0,624

Extraktionsmethode: Maximum-Likelihood.

a. 1 Faktor extrahiert. Es werden 4 Iterationen benötigt.

Für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren ergibt sich für das KMO-Kriterium ein Wert von 0,633. Die Ablehnung des Bartlett-Tests ($\chi^2 = 37,706$; $df = 3$; $p < 0,001$) sowie die variablenspezifischen MSA-Werte (zwischen 0,592 und 0,678) weisen auf durchgängig hinreichende Korrelationen zwischen den Indikatoren hin. Die Kommunalitäten für die Indikatoren LINDIKAT und Fehlerhäufigkeit weisen unzureichende Werte ($< 0,5$) auf und könnten gegebenenfalls aus der Analyse ausgeschlossen werden.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Tabelle 24: KMO- und Bartlett-Test, berechnete Kommunalitäten und Anti-Image Matrizen für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.

KMO- und Bartlett-Test			Kommunalitäten		
Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin.		0,624		Anfänglich	Extraktion
Bartlett-Test auf Sphärizität	Ungefähres Chi-Quadrat	37,706	LINDIKAT	0,216	0,328
	df	3	Reißleine	0,274	0,619
	Signifikanz nach Bartlett	0,000	Fehlerhäufigkeit	0,159	0,235

Extraktionsmethode: Maximum Likelihood.

Anti-Image-Matrizen

		LINDIKAT	Reißleine	Fehlerhäufigkeit
Anti-Image-Kovarianz	LINDIKAT	0,784	-0,293	-0,104
	Reißleine	-0,293	0,726	-0,233
	Fehlerhäufigkeit	-0,104	-0,233	0,841
Anti-Image-Korrelation	LINDIKAT	0,626^a	-0,388	-0,128
	Reißleine	-0,388	0,592^a	-0,299
	Fehlerhäufigkeit	-0,128	-0,299	0,678^a

a. Maß der Stichprobeneignung

Im Rahmen der explorativen Faktorenanalyse konnte für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren mit der Maximum-Likelihood-Extraktionsmethode und einer Promax-Rotation und Kaiser-Normalisierung ein Faktor extrahiert werden und aus diesem Grund kann das Vorliegen von Eindimensionalität ebenso bestätigt werden.

Tabelle 25: Faktorenmatrix für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.

Faktorenmatrix ^a	
	Faktor 1
Reißleine	0,787
LINDIKAT	0,572
Fehlerhäufigkeit	0,484

Extraktionsmethode: Maximum-Likelihood.

a. 1 Faktor extrahiert. Es werden 4 Iterationen benötigt.

Nach der Analyse der Cronbachs-Alpha-Werte ergibt sich für das Modellkonstrukt Zufriedenheit nur ein Item-Parcel. Die Prüfung auf Eindimensionalität des ausgewählten Item-Parcels kann in diesem Zusammenhang nicht mittels einer isolierten explorativen Faktorenanalyse für das Konstrukt Zufriedenheit erfolgen, da es sich um nur ein Item-Parcel handelt. Des Weiteren wurde das Modellkonstrukt aus dem Modell ausgeschlossen und wird nicht weiter betrachtet.

8.3.2 Vorbereitungen für die konfirmatorische Faktorenanalyse

Nach der Analyse der einzelnen Item-Parcels wurden einige Indikatoren aus der Analyse entfernt. Die Durchführung eines erneuten t-Tests zeigt, dass die zuvor einzigen Indikatoren, welche signifikante Unterschiede bei der Eintakter- und Achttaktergruppe aufwiesen (Repetitivität, Arbeitsinhalt und Selbständigkeit), aufgrund von schlechter Cronbachs-Alpha-Werte entfernt wurden. Aus diesem Grund werden diese beiden Gruppen für die konfirmatorische Faktorenanalyse in AMOS zu einer großen Stichprobe zusammengefasst. Mit dieser Vorgehensweise wird ebenso die Forderung von Bagozzi (1981) erfüllt, der eine Stichprobengröße von $N-t > 50$ als ausreichend erachtet. Bei der Analyse der einzelnen Stichproben, würde diese Forderung von keiner Stichprobe und keinem Modell erfüllt werden. Im Rahmen der Mehrgruppen-Kausalanalyse in Kapitel 9 werden die Stichproben einzeln betrachtet. Das Ausgangsmodell nach Durchführung der Reliabilitätsprüfung besteht aus 14 Item-Parcels und zwei Einzelitems für die Modellkonstrukte. Die Prämisse im Zusammenhang mit der empfohlenen Anzahl der Indikatoren pro Modellkonstrukt konnte vor der Durchführung der Reliabilitätsprüfung für alle Modellkonstrukte erfüllt

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

werden. Nach der Reliabilitätsprüfung in Kapitel 8.3.1 ergab sich für das Modellkonstrukt Zufriedenheit im Ausgangsmodell nur ein reliables Item-Parcel als manifester Indikator, was nach Weiber und Mühlhaus (2010) als nicht ausreichend zu bewerten ist. Für alle anderen Modellkonstrukte konnte die Prämisse von mindestens zwei Indikatoren pro Modellkonstrukt, nach der Entfernung des Modellkonstrukts Zufriedenheit, im Ausgangsmodell erfüllt werden.

Als nächster Schritt erfolgt die Festlegung von Parametertypen. Um die Identifizierung der latenten Modellvariable zu erreichen, muss für jede latente Variable die Ladung eines manifesten Indikators fixiert werden. Zusätzlich dazu müssen die Fehlervarianzen der Indikatoren auf eins festgesetzt werden. Die Fixierung der Varianz der Fehlervariablen besagt, dass diese Indikatoren das Konstrukt nicht fehlerfrei messen können (Weiber & Mühlhaus, 2010). Durch diese Vorgehensweise erreicht man, dass mindestens so viele bekannte wie unbekannte Größen vorhanden sind, was allerdings nicht zwingend dazu führen muss, dass ein Modell identifizierbar ist, da eine Reihe von weiteren Kriterien einen Einfluss auf die Identifizierbarkeit eines Modells haben. Bollen (1989) fasst in seiner Arbeit verschiedene Kriterien zur Identifizierbarkeit von Modellen ausführlich zusammen.

Der Wert eins am jeweiligen Pfad kennzeichnet den fixierten manifesten Indikator, die so genannte Referenzvariable. Die Wahl dieser Referenzvariable hat einen entscheidenden Einfluss auf die Parameterschätzungen und einen Einfluss auf die Identifizierbarkeit eines Modells (Steiger, 2002). Die Referenzvariablen sind feste Parameter und sollten Variablen sein, die das Konstrukt gut widerspiegeln und reliabel sind (Byrne, 2010). Im vorliegenden Modell wurden die Variablen Zeitdruck, Repetitive Motion Injury, Psychische Ermüdung, Arbeitszufriedenheit und Reißleine als Referenzvariablen gewählt. Die Fixierung der Variablen hat zur Folge, dass die eindeutige Schätzung der übrigen Parameter erleichtert wird. Alle übrigen, nicht fixierten Parameter stellen freie Parameter dar und sollen im Modell geschätzt werden.

8.4 Konfirmatorische Faktorenanalyse und Evaluation des Gesamtmodells

Im nächsten Schritt kann die Durchführung der konfirmatorischen Faktorenanalyse erfolgen. Die Modellschätzung erfolgt mit der Maximum-Likelihood-Methode, welche bereits in Kapitel 6.5.1 erläutert worden ist. Das Ausgangsmodell ist in Abbildung 24 dargestellt.

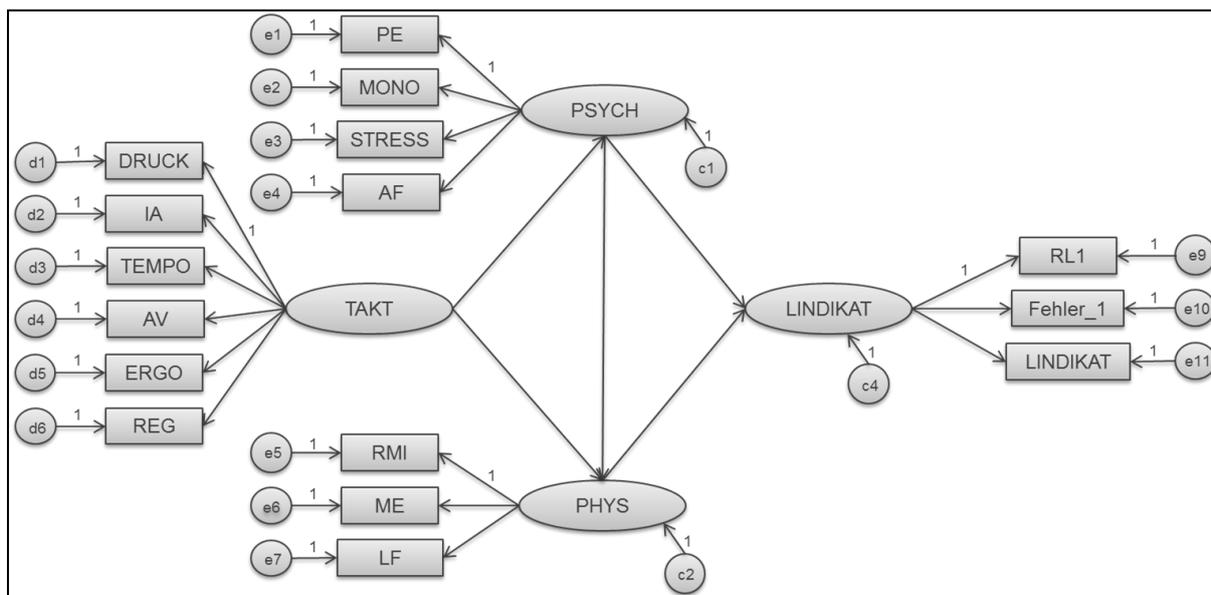


Abbildung 23: Ausgangsmodell.

Die Modellschätzung des Ausgangsmodells ergibt eine zulässige Lösung, allerdings deuten die Gütekriterien auf keine gute Passung des Modells hin, da die Kriterien in keinem akzeptablen Bereich liegen. Aus diesem Grund sollte das vorliegende Modell verworfen bzw. angepasst werden.

Tabelle 26: Modellfit für das Ausgangsmodell.

Gütekriterium	Chi ²	Chi ² /df	RMR	SRMR	IFI	CFI	TLI	RMSEA	AIC
Ergebnisse Ausgangsmodell	216,07	2,183	0,077	0,088	0,859	0,855	0,824	0,111	290,073

Wenn man bei der Berechnung des Ausgangsmodells das Modellkonstrukt Zufriedenheit wieder in das Modell integriert, wird deutlich, dass das Modell unteridentifiziert ist, da die Fehlermeldung „The model is probably unidentified. In order to achieve identifiability, it will probably be necessary to impose 1 additional constraint“ erscheint. Der Grund für die Unteridentifikation liegt darin, dass das

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Modellkonstrukt Zufriedenheit nur aus einem Indikator besteht, da nach der Prüfung auf Reliabilität mittels Cronbachs Alpha die beiden Indikatoren Aversionstendenzen und Engagement aus dem Modell entfernt worden sind. Zum einem wird damit die Forderung von Weiber und Mühlhaus (2010) nach mindestens zwei Indikatoren pro Modellkonstrukt nicht erfüllt und zum anderen kommt es zu dieser Unteridentifikation des Modells. Dieses Ergebnis bestätigt die Entscheidung der Eliminierung des Modellkonstrukts Zufriedenheit.

Eine erste Anpassung kann durch die Betrachtung der Schiefe- und Wölbungskoeffizienten erfolgen. Bei der Analyse dieser Werte wird deutlich, dass die Indikatoren Regeneration, Ergonomie und Fehler_1 einen betragsmäßigen Wert über 1 annehmen. Das spricht für eine substantielle Abweichung von der univariaten Normalverteilung. Aus diesem Grund werden diese drei Indikatoren aus dem Modell entfernt. Alle anderen Indikatoren weisen Schiefe- und Wölbungskoeffizienten im guten Bereich an. Des Weiteren können die C.R.-Werte zur Analyse herangezogen werden, welche auch auf eine Abweichung von der Normalverteilung hinweisen können. Für die drei zuvor genannten Indikatoren liegen die C.R.-Werte betragsmäßig über dem konservativ ausgelegten Wert von 1,96, was die Abweichung von der Normalverteilung bestätigt. Zusätzlich liegen die C.R.-Werte für die Indikatoren Arbeitsvarietät, Zeitdruck und Tempo betragsmäßig knapp über dem streng ausgelegten Wert von 1,96. Bei der Anwendung des moderat ausgelegten Werts von 2,57 liegen diese Indikatoren in einem guten Bereich. Die Indikatoren werden im nächsten Schritt vorläufig beibehalten.

Tabelle 27: Prüfung auf Normalverteilung für das Ausgangsmodell.

Variable	min	max	skew	c.r.	kurtosis	c.r.
LINDIKAT	1	5	0,248	0,997	-0,424	-0,852
Fehler_1	1	5	1,66	6,676	2,49	5,006
Regenerationszeit	1	5	-1,078	-4,333	1,194	2,4
Ergonomie	1,2	5	-0,885	-3,557	1,236	2,485
Arbeitsfähigkeit	1	4,6	0,178	0,715	-0,574	-1,154
Arbeitsvarietät	1	5	-0,565	-2,271	0,131	0,263
RL_1	1	5	0,507	2,04	-0,502	-1,01
Psychische Ermüdung	1	4,625	-0,196	-0,788	-0,474	-0,952
Monotonie	1,5	4,625	0,039	0,156	-0,235	-0,472
Stress	1	4,5	0,137	0,551	-0,631	-1,269
RMI	1	5	-0,211	-0,848	-0,837	-1,682
Leistungsfähigkeit 2	1	5	0,307	1,236	-0,89	-1,789
Muskuloskelettale Erkrankungen 2	1	5	-0,444	-1,785	-0,726	-1,459
Zeitdruck	1	5	-0,497	-1,997	0,15	0,302
Intensivierung	1	5	0,187	0,751	-0,671	-1,348
Tempo	1	5	-0,491	-1,974	0,017	0,035
Multivariate					17,372	3,564

Das modifizierte Modell (Modell 1) ist in Abbildung 25 dargestellt. Diese Modifikationen ergeben eine zulässige Lösung, allerdings deuten die Gütekriterien weiterhin auf keine gute Passung des Modells hin (vgl. Tabelle 28), da die Kriterien in keinem akzeptablen Bereich liegen. Aus diesem Grund sollte das vorliegende Modell verworfen bzw. angepasst werden.

Tabelle 28: Modellfit für das Modell 1.

Gütekriterium	Chi ²	Chi ² /df	RMR	SRMR	IFI	CFI	TLI	RMSEA	AIC
Ergebnisse Modell 1	144,442	2,407	0,074	0,0867	0,879	0,876	0,839	0,121	206,442

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

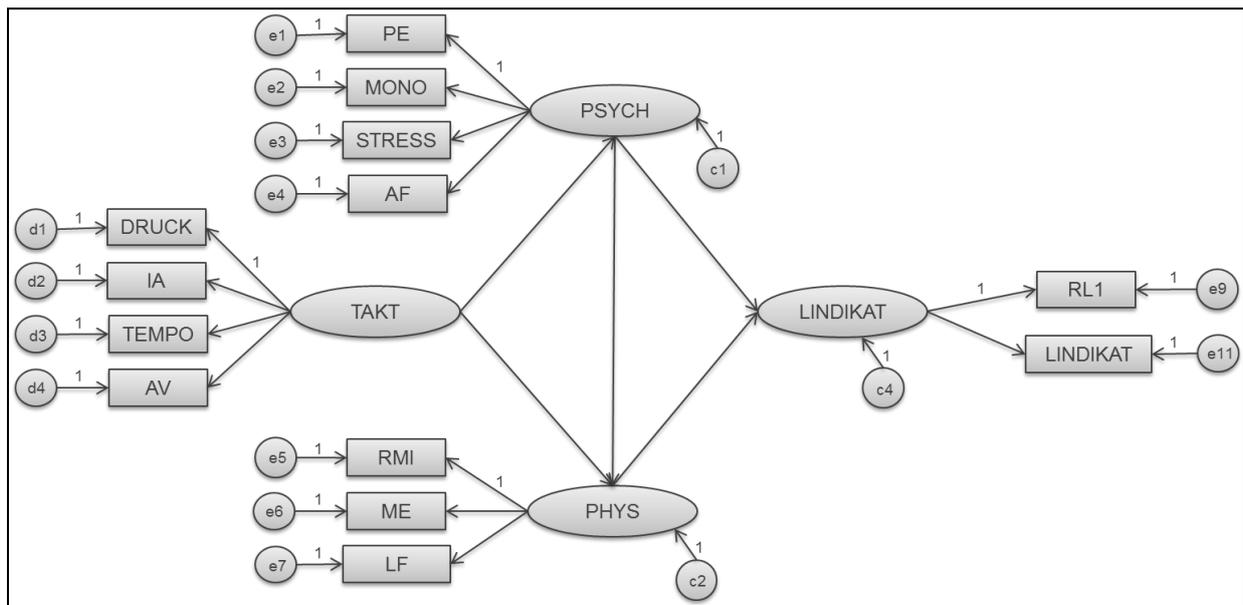


Abbildung 24: Modell 1.

Als nächstes wurde dem Modellkonstrukt Austaktung und dem Konstrukt psychische Reaktionen der jeweils am wenigsten zuverlässigste Indikator aus dem Modell entfernt. Bei dem Konstrukt Austaktung wurde der Indikator Arbeitsvarietät (Cronbachs Alpha = 0,771) und bei dem Konstrukt psychische Reaktionen der Indikator Arbeitsfähigkeit (Cronbachs Alpha = 0,701) entfernt. Ebenso wiesen diese beiden Indikatoren die geringsten Ladungen auf dem extrahierten Faktor auf.

Die Modellschätzung für das modifizierte Modell (Modell 2) ergibt eine zulässige Lösung. Ebenso ergeben sich für dieses Modell erstmals Gütekriterien, welche die gängigen Cutoff-Werte aus der Literatur überschreiten. Aus diesem Grund wird das Modell 2 im nachfolgenden Abschnitt ausführlich analysiert.

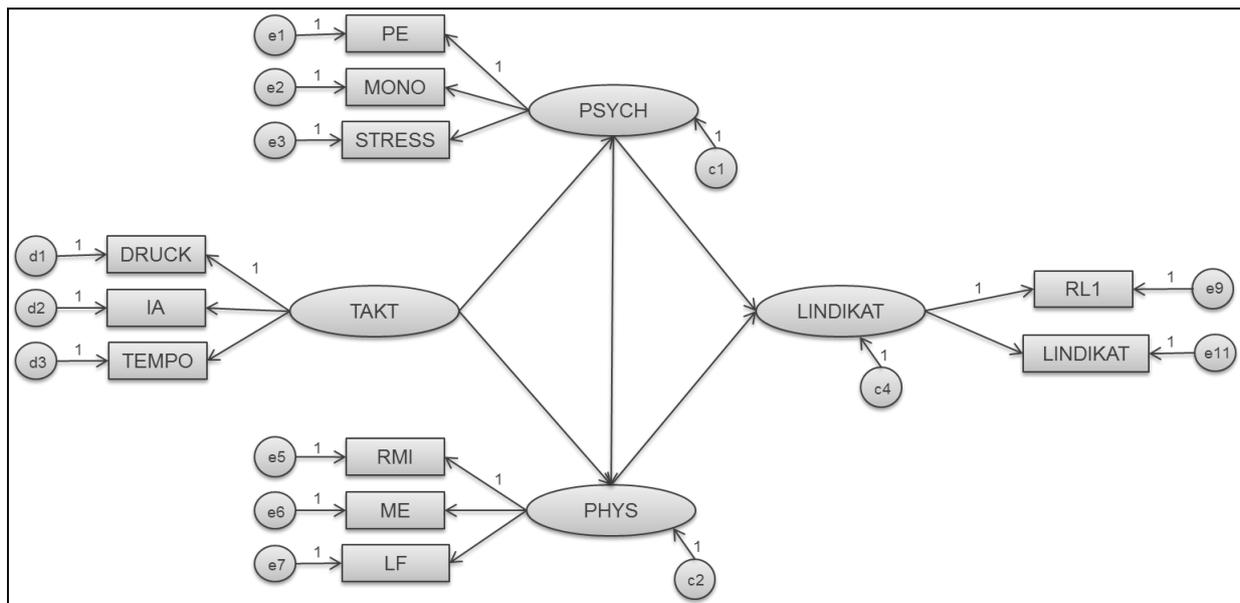


Abbildung 25: Modell 2.

Tabelle 29: Modellfit für das Modell 2.

Gütekriterium	Chi ²	Chi ² /df	RMR	SRMR	IFI	CFI	TLI	RMSEA	AIC
Ergebnisse Modell 2	84,037	2,155	0,064	0,066	0,927	0,925	0,894	0,11	138,037

8.4.1 Prüfung der Gesamtgüte des Modells

Im ersten Schritt erfolgt die Prüfung auf univariate und multivariate Normalverteilung. Bei der Betrachtung der Annahme auf univariate Normalverteilung wird deutlich, dass diese Annahme erfüllt wird, da die Werte für Schiefe- und Wölbungskoeffizienten für das Modell 2 alle betragsmäßig kleiner 1 liegen. Ebenso liegen die C.R.-Werte nur bei den Variablen RL_1, Tempo und Zeitdruck betragsmäßig größer 1,96 auf, allerdings liegen alle Werte unterhalb des geforderten moderaten Wertes von 2,57. Der Wert für Mardias Maß beträgt 4,459, was auf keine nennenswerte Verletzung der Annahme auf Multinormalverteilung hinweist. Ebenso liegt der C.R.-Wert mit 1,298 in einem sehr guten Bereich. Die Annahme auf Normalverteilung bzw. bezüglich einer nur moderaten Verletzung dieser Annahme kann somit bestätigt werden.

Tabelle 30: Prüfung auf Normalverteilung für das Modell 2.

Variable	min	max	skew	c.r.	kurtosis	c.r.
LINDIKAT	1	5	0,248	0,997	-0,424	-0,852
RL_1	1	5	0,507	2,04	-0,502	-1,01
Psychische Ermüdung	1	4,625	-0,196	-0,788	-0,474	-0,952
Monotonie	1,5	4,625	0,039	0,156	-0,235	-0,472
Stress	1	4,5	0,137	0,551	-0,631	-1,269
RMI	1	5	-0,211	-0,848	-0,837	-1,682
Leistungsfähigkeit 2	1	5	0,307	1,236	-0,89	-1,789
Muskuloskelettale Erkrankungen 2	1	5	-0,444	-1,785	-0,726	-1,459
Zeitdruck	1	5	-0,497	-1,997	0,15	0,302
Intensivierung	1	5	0,187	0,751	-0,671	-1,348
Tempo	1	5	-0,491	-1,974	0,017	0,035

Im nächsten Schritt werden einzelne Gütekriterien betrachtet, um den Modellfit zu überprüfen. Es werden die in der Literatur gängigsten Gütekriterien herangezogen, welche in Kapitel 6.5.2 näher betrachtet wurden.

Nach Hu und Bentler (1999) wird bei geringen Stichprobenumfang ($n \leq 250$) empfohlen, eine Kombination aus folgenden Gütemaßen anzuwenden: IFI, CFI mit SRMR. Eine Kombination aus TLI und RMSEA wird nicht als sinnvoll erachtet. Im Folgenden werden trotzdem die Ergebnisse für TLI, RMSEA und den Chi-Quadrat-Test aufgelistet. Des Weiteren wird der modellvergleichende AIC-Wert mit aufgelistet. Für das Modell 2 ergeben sich bereits durchaus akzeptable Ausprägungen der Gütemaßen und damit bildet dieses Modell einen guten Ausgangspunkt für weitere Modifikationen. Die Gütekriterien für das Modell 2 sind in Tabelle 31 abgebildet.

Tabelle 31: Modellfit für das Modell 2.

Gütekriterium	Chi ²	Chi ² /df	RMR	SRMR	IFI	CFI	TLI	RMSEA	AIC
Ergebnisse Modell 2	84,037	2,155	0,064	0,066	0,927	0,925	0,894	0,11	138,037

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Die Werte der jeweiligen Gütekriterien sind äußerst positiv zu bewerten und diese Modellmodifikation weist bisher den besten Modellfit auf. Die Gütekriterien erfüllen, bis auf den RMSEA und den TLI, die gängigen Cutoff-Werte, welche in der Literatur Anwendung finden und in Kapitel 6.5.2 bereits erläutert worden sind. Bei kleinem Stichprobenumfang, wie im vorliegenden Fall, wird allerdings eine Kombination aus TLI und RMSEA ohnehin nicht als sinnvoll erachtet (Hu & Bentler, 1999; Weiber & Mühlhaus, 2010).

Im Rahmen der Kriterien der zweiten Generation erfolgt zusätzlich eine Reliabilitätsprüfung für das Modell 2. Dazu werden die Indikatorreliabilität auf Indikatorebene und die Faktorreliabilität sowie die durchschnittlich extrahierte Varianz auf Konstruktebene herangezogen. Bezüglich der Faktorreliabilität auf Konstruktebene empfehlen Bagozzi und Yi (1988) einen Wert größer 0,6. Auf dieser Bewertungsgrundlage ergeben sich für alle vier Konstrukte gute Werte hinsichtlich der Konstruktreliabilität. Ebenso ergeben sich für die durchschnittlich extrahierte Varianz für die Konstrukte Austaktung, psychische Reaktionen und Leistungsindikatoren gute Werte über 0,5, die von Fornell und Larcker (1981) empfohlen werden. Für das Konstrukt physische Reaktionen ergibt sich ein Wert, der geringfügig unter dem geforderten Wert von 0,5 liegt.

Hinsichtlich der Indikatorreliabilität erreichen nicht alle Indikatoren den geforderten Cutoff-Wert von über 0,4, welcher von Bagozzi und Baumgartner (1994) vorgegeben wird. Netemeyer, Bearden und Sharma (2003) verfolgen diesbezüglich eine weitaus weniger strenge Sichtweise und fordern allgemein nur, dass die Indikatorreliabilität unter dem Wert von 0,9 liegen sollte, was im vorliegenden Fall von allen betrachteten Indikatoren erfüllt wird. Das Vorliegen von Reliabilität kann bezüglich der Indikator- und Faktorreliabilität bestätigt werden.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Tabelle 32: Reliabilitätsberechnungen für das Modellkonstrukt Austaktung.

		Ergebnisse der KFA			Reliabilitätsberechnungen		
Faktor	Indikator	Faktorladungen	Ladungsquadrate/ Squared Multiple Correlations/ Indikator- reliabilitäten	Fehlervarianz	Indikator- reliabilität >0,4	Faktor- reliabilität >0,6	DEV >0,5
Austaktung	Zeitdruck	0,933	0,871	0,129	0,871	0,8412	0,6450
	Intensivierung	0,61	0,372	0,628	0,372		
	Tempo	0,832	0,692	0,308	0,692		

Tabelle 33: Reliabilitätsberechnungen für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.

		Ergebnisse der KFA			Reliabilitätsberechnungen		
Faktor	Indikator	Faktorladungen	Ladungsquadrate/ Squared Multiple Correlations/ Indikator- reliabilitäten	Fehlervarianz	Indikator- reliabilität >0,4	Faktor- reliabilität >0,6	DEV >0,5
Psychische Reaktionen	Stress	0,834	0,695	0,305	0,695	0,8361	0,6384
	Monotonie	0,575	0,331	0,669	0,331		
	Psychische Ermüdung	0,943	0,889	0,111	0,889		

Tabelle 34: Reliabilitätsberechnungen für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.

		Ergebnisse der KFA			Reliabilitätsberechnungen		
Faktor	Indikator	Faktorladungen	Ladungsquadrate/ Squared Multiple Correlations/ Indikator- reliabilitäten	Fehlervarianz	Indikator- reliabilität >0,4	Faktor- reliabilität >0,6	DEV >0,5
Physische Reaktionen	RMI	0,59	0,349	0,651	0,349	0,7151	0,4582
	ME	0,759	0,576	0,424	0,576		
	LF2	0,671	0,45	0,55	0,45		

Tabelle 35: Reliabilitätsberechnungen für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.

		Ergebnisse der KFA			Reliabilitätsberechnungen		
Faktor	Indikator	Faktorladungen	Ladungsquadrate/ Squared Multiple Correlations/ Indikator- reliabilitäten	Fehlervarianz	Indikator- reliabilität >0,4	Faktor- reliabilität >0,6	DEV >0,5
Leistungs- indikatoren	RL_1	0,47	0,221	0,779	0,221	0,7038	0,5704
	LINDIKAT	0,959	0,92	0,08	0,92		

Die zuvor beschriebenen Reliabilitätsprüfungen dienen als Grundvoraussetzung für die Prüfung der Validität. Es kann das Vorhandensein von Validität bestätigt werden, wenn neben der Reliabilität der Messungen auch die Inhaltsvalidität und Konstruktvalidität in Form von Diskriminanzvalidität vorliegt. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einer sorgfältigen Konzeptualisierung der Konstrukte das Vorliegen von Inhaltsvalidität bestätigt werden kann. Das Vorliegen von Diskriminanzvalidität kann mittels des Chi-Quadrat-Differenztests oder dem Fornell/Larcker-Kriterium überprüft werden.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Das strengere Fornell/Larcker-Kriterium ($DEV(\xi_i) \geq \varphi^2_{ij}$ für alle $i \neq j$) ist nicht durchgängig erfüllt. Die durchschnittlich extrahierten Varianzen und quadrierten Korrelationen zwischen den Faktoren sind in Tabelle 36 abgebildet. Die durchschnittlich extrahierten Varianzen der Faktoren liegen zwischen 0,4582 und 0,6450. Die quadrierte Korrelation zwischen den Faktoren psychische Reaktionen und Leistungsindikatoren liegt bei 0,8987 und ist somit größer als jede berechnete durchschnittlich extrahierte Varianz. Somit ist das Fornell/Larcker-Kriterium für die quadrierte Korrelation zwischen den Faktoren psychische Reaktionen und dem Faktor Leistungsindikatoren nicht erfüllt.

Tabelle 36: Quadrierte Korrelationen zwischen den Faktoren und berechnete durchschnittlich extrahierte Varianz.

		Austaktung	Psychische Reaktionen	Physische Reaktionen	Leistungsindikatoren
	<i>DEV</i>	0,6450	0,6384	0,4582	0,5704
Austaktung	0,6450	-			
Psychische Reaktionen	0,6384	0,6022	-		
Physische Reaktionen	0,4582	0,3469	0,3181	-	
Leistungsindikatoren	0,5704	0,5700	0,8987	0,3844	-

Bei der Anwendung des Chi-Quadrat-Differenztests wird das Messmodell mit einem restriktiveren Modell, bei welchem die Korrelation zwischen zwei Faktoren auf Eins fixiert wird, verglichen. Wenn das restriktivere Modell eine schlechtere Modellpassung aufweist und die Differenz der beiden Chi-Quadrat-Werte größer als 3,84 beträgt, dann kann das Vorliegen von Diskriminanzvalidität bestätigt werden. Wenn das strengere Fornell-Larcker-Kriterium nicht vollständig erfüllt wird, dann muss die Diskriminanzvalidität im Rahmen des Chi-Quadrat-Differenztests bestätigt werden (Homburg & Pflesser, 2000; Wieseke, 2004). Im vorliegenden Fall weisen alle Chi-Quadrat-Differenzwerte einen größeren Wert als 3,84 auf (Tabelle 37), wodurch das Vorliegen von Diskriminanzvalidität bestätigt werden kann.

Tabelle 37: Chi-Quadrat-Differenztest.

Restriktion	Chi ² -Wert	Differenz
keine	84,037	0
Austaktung → Psychische Reaktionen	92,317	8,28
Austaktung → Physische Reaktionen	93,096	9,059
Psychische Reaktionen → Physische Reaktionen	96,741	12,704
Psychische Reaktionen → Leistungsindikatoren	88,080	4,043
Physische Reaktionen → Leistungsindikatoren	101,844	17,807

8.4.2 Plausibilitätsprüfung

Als nächstes erfolgt die Prüfung auf Plausibilität und die Beurteilung der geschätzten Parameter. Das vorliegende Modell 2 beinhaltet 11 Items. Wie in der nachfolgenden Tabelle abgebildet, ergeben sich dadurch $11 \cdot (11+1)/2$ Varianzen bzw. Kovarianzen (Number of distinct sample moments). Für jede manifeste Variable ergeben sich zwei zu schätzende Parameter (Fehlervarianz und Pfadkoeffizient), wobei vier der Pfadkoeffizienten auf den Wert eins fixiert worden sind. Damit ergeben sich 18 zu schätzende Parameter. Hinzu kommen fünf Pfadkoeffizienten zwischen den latenten Variablen und drei Residualvariablen für die endogenen latenten Variablen. Des Weiteren ergibt sich noch eine zu schätzende Varianz der latenten Variable Austaktung, womit sich insgesamt 27 zu schätzende Parameter ergeben (number of distinct parameters to be estimated). Die Anzahl der Freiheitsgrade (degrees of freedom) mit dem Wert 39 ergibt sich, indem man die Anzahl der zu schätzenden Parameter von der Anzahl der bekannten Parameter subtrahiert. Der Chi-Quadrat-Wert liegt, wie bereits erwähnt, bei 84,037 und ein p-Wert in Höhe von 0,000. Dieser besagt, dass die Nullhypothese „empirische und modelltheoretische Kovarianzmatrizen sind gleich“ verworfen werden muss, da eine Ablehnung mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,000 ein Fehler wäre (Weiber & Mühlhaus, 2010). Ein hoher, nicht signifikanter p-Wert würde besagen, dass der Chi-Quadrat-Wert für die Anzahl von Freiheitsgraden nicht signifikant ist, wodurch das Modell durch den Modelltest nicht abgelehnt werden würde, da eine Ablehnung mit einer Wahrscheinlichkeit in Höhe des errechneten p-Wertes ein Fehler wäre (Bühner, 2011). Nach dem Chi-Quadrat-Test und dem errechneten p-Wert ist das vorliegende Modell keine gute

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Anpassung an die Realität. Wenn man allerdings den vorliegenden Chi-Quadrat-Wert durch die Anzahl der Freiheitsgrade dividiert, was in der Literatur empfohlen wird, ergibt sich ein gutes deskriptives Gütemaß in der Höhe von 2,155 (Weiber & Mühlhaus, 2010; Byrne, 1989). Es besteht die Möglichkeit einen korrigierten p-Wert für den Chi-Quadrat-Test zu berechnen, was bei einer Verletzung der multivariaten Normalverteilung in der Literatur empfohlen wird (Bühner, 2011). In diesem Fall wird der Bollen-Stine-Bootstrap durchgeführt. Der Wert für Mardias Maß beträgt im vorliegenden Fall 4,459, was nur auf eine moderate Verletzung der Normalverteilungsannahme hinweist. Der korrigierte p-Wert wird nach der Anwendung des Bollen-Stine-Bootstraps mit $p = 0,007$ ausgewiesen. Dieser Wert ist höher als der ursprünglich berechnete Wert, allerdings weiterhin sehr niedrig. Auch hier müsste das vorliegende Modell, wie zuvor bei der Anwendung des Chi-Quadrat-Tests verworfen werden.

Tabelle 38: Übersicht über das Modell.

Notes for Model (Default model)

Computation of degrees of freedom (Default model)

Number of distinct sample moments:	66
Number of distinct parameters to be estimated:	27
Degrees of freedom (66 - 27):	39

Result (Default model)

Minimum was achieved

Chi-square = 84,037

Degrees of freedom = 39

Probability level = 0,000

Im Folgenden wird geprüft, ob die geschätzten Parameter hinsichtlich der Vorzeichen mit den aufgestellten Hypothesen übereinstimmen und in Bezug auf die Größe der Faktorladungen zwischen den jeweiligen Konstrukten in einem angemessenen Bereich liegen. Die Faktorladungen sollten hierbei hinreichend große Werte annehmen, wobei ein Wert größer 0,5 als ausreichend betrachtet wird (Weiber &

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Mühlhaus, 2010, S.180). Für diese Beurteilungen werden zum einen die unstandardisierten und zum anderen die standardisierten Regressionsgewichte analysiert.

Bei der Betrachtung der Tabelle mit den unstandardisierten Regressionsgewichten (Tabelle 39), wird deutlich, dass zwischen den Konstrukten Austaktung und physische Reaktionen und ebenso zwischen den Konstrukten psychische Reaktionen und physische Reaktionen sowie zwischen physische Reaktionen und Leistungsindikatoren der C.R.-Wert betragsmäßig knapp unter 1,96 liegt. Ebenso liegen die p-Werte knapp außerhalb der Signifikanzgrenzen von $p \leq 0,001$ bzw. $p \leq 0,05$, allerdings liegt der p-Wert für alle drei Regressionsgewichte unter dem Wert von 0,2.

Alle anderen Pfadkoeffizienten liegen mit dem C.R.-Wert betragsmäßig über 1,96 und weisen einen p-Wert kleiner als 0,001 auf, was besagt, dass die Pfadkoeffizienten signifikant von Null verschieden und damit auf dem Niveau $p < 0,001$ hoch signifikant sind. In Bezug auf den Zusammenhang zwischen der Austaktung und dem Tempo kann der Wert wie folgt interpretiert werden: Wenn die latente Variable Austaktung um eine Einheit ansteigt, so ändert sich der Wert auf dem Item Tempo im Durchschnitt um 0,913 Einheiten (Bühner, 2011). Da alle Ladungen überwiegend hoch signifikant sind und die Ladungen zwischen der Austaktung und den physischen Reaktionen, den physischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren sowie den psychischen Reaktionen und den physischen Reaktionen mit p-Werten unterhalb von 0,2 sowie mit ihren C.R.-Werten knapp unter 1,96 liegen, sind die Voraussetzungen für einen lokalen Modellfit gegeben (Bühner, 2011).

Tabelle 39: Unstandardisierte Regressionsgewichte für das Modell 2.

			Estimate	S.E.	C.R.	P
Austaktung	→	Psychische Reaktionen	0,724	0,086	8,396	***
Austaktung	→	Physische Reaktionen	0,316	0,179	1,771	0,077
Psychische Reaktionen	→	Physische Reaktionen	0,241	0,18	1,342	0,18
Physische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,105	0,076	1,37	0,171

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

			Estimate	S.E.	C.R.	P
Psychische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,654	0,15	4,365	***
Austaktung	→	Tempo	0,913	0,086	10,561	***
Austaktung	→	Intensivierung	0,729	0,108	6,719	***
Austaktung	→	Zeitdruck	1			
Physische Reaktionen	→	Muskuloskelettale Erkrankungen 2	1,267	0,261	4,86	***
Physische Reaktionen	→	Leistungsfähigkeit 2	1,151	0,262	4,384	***
Physische Reaktionen	→	RMI	1			
Psychische Reaktionen	→	Stress	0,872	0,075	11,661	***
Psychische Reaktionen	→	Monotonie	0,532	0,082	6,471	***
Psychische Reaktionen	→	Psychische Ermüdung	1			
Leistungsindikatoren	→	LINDIKAT	1,499	0,318	4,718	***
Leistungsindikatoren	→	RL_1	1			

Bei der Analyse der standardisierten Regressionsgewichte wird deutlich, dass keine standardisierte Ladung deutlich über eins liegt, was auf Schätzprobleme hinweisen würde (Bühner, 2011). In Bezug auf den Zusammenhang zwischen der Austaktung und dem Zeitdruck können die Werte wie folgt interpretiert werden: Wenn die latente Variable Austaktung um eine Standardabweichung ansteigt, steigt der Wert auf Item Zeitdruck im Durchschnitt um 0,933 Standardabweichungen (Bühner, 2011, S.452). Betrachtet man die standardisierten Regressionsgewichte (Tabelle 40) im Hinblick auf die ursprünglich aufgestellten Hypothesen, so wird deutlich, dass diese den unterstellten Wirkrichtungen entsprechen. So führt eine stärkere Austaktung zu vermehrten psychischen (0,776) und physischen Reaktionen (0,379). Ebenso führen vermehrte psychische Reaktionen zu negativen Ausprägungen der

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Leistungsindikatoren (0,877). Nach Chin (1998a) sind alle Pfadkoeffizienten im vorliegenden Modell mit Ausnahme des Pfadkoeffizienten zwischen physische Reaktionen und Leistungsindikatoren (0,125) als bedeutungsvoll anzusehen, da die Werte alle über 0,2 liegen. Zusammenfassend ist zu sagen, dass das aufgestellte Modell durch die empirische Prüfung weitestgehend bestätigt werden kann. Insbesondere zwischen der Austaktung und dem Konstrukt psychische Reaktionen und den Konstrukten psychische Reaktionen und Leistungsindikatoren ist der Zusammenhang am stärksten.

Tabelle 40: Standardisierte Regressionsgewichte für das Modell 2.

			Estimate
Austaktung	→	Psychische Reaktionen	0,776
Austaktung	→	Physische Reaktionen	0,379
Psychische Reaktionen	→	Physische Reaktionen	0,27
Physische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,125
Psychische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,877
Austaktung	→	Tempo	0,832
Austaktung	→	Intensivierung	0,61
Austaktung	→	Zeitdruck	0,933
Physische Reaktionen	→	Muskuloskelettale Erkrankungen 2	0,759
Physische Reaktionen	→	Leistungsfähigkeit 2	0,671
Physische Reaktionen	→	RMI	0,59
Psychische Reaktionen	→	Stress	0,834
Psychische Reaktionen	→	Monotonie	0,575
Psychische Reaktionen	→	Psychische Ermüdung	0,943
Leistungsindikatoren	→	LINDIKAT	0,959
Leistungsindikatoren	→	RL_1	0,47

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Als nächster Schritt erfolgt die Analyse der Fehlervarianzen (Tabelle 41). Die mit P bezeichnete Spalte verdeutlicht, dass alle Fehlervarianzen mit Ausnahme der Fehlervarianz für die Residualvariable c4 auf dem Niveau $p < 0,001$ bzw. auf dem Niveau $p = 0,05$ signifikant von null verschieden sind. Nach Bühner (2011) bedeutet dies, dass ein großer Anteil der Varianz der Items itemspezifisch, durch andere Faktoren erklärt oder unsystematisch ist. Die Variable Austaktung hat ebenso eine signifikante Varianz. Nach Bühner (2011) ist dies von besonderer Bedeutung, da die befragten Personen sich in den Ausprägungen auf die latente Variable signifikant unterscheiden. Anderenfalls würde es diese latente Variable Austaktung nicht existieren. Zusammenfassend ist zu sagen, dass diese Ergebnisse ebenso dafür sprechen, dass ein lokaler Modellfit angenommen werden kann.

Tabelle 41: Fehlervarianzen für das Modell 2.

	Estimate	S.E.	C.R.	P
Austaktung	0,685	0,12	5,724	***
Residualvariable c1	0,237	0,05	4,745	***
Residualvariable c2	0,298	0,115	2,58	0,01
Residualvariable c4	0,03	0,034	0,898	0,369
Fehlerterm d1	0,102	0,043	2,366	0,018
Fehlerterm e6	0,562	0,147	3,811	***
Fehlerterm e7	0,771	0,16	4,804	***
Fehlerterm e5	0,89	0,155	5,738	***
Fehlerterm e3	0,199	0,036	5,575	***
Fehlerterm e2	0,342	0,051	6,708	***
Fehlerterm e1	0,074	0,025	2,992	0,003
Fehlerterm d3	0,254	0,05	5,095	***
Fehlerterm e9	1,172	0,172	6,793	***
Fehlerterm e11	0,065	0,077	0,848	0,397
Fehlerterm d2	0,615	0,094	6,539	***

8.5 Zusammenfassung und Ergebnisinterpretation

Nach Bühner (2011) unterscheidet man, wie zuvor erwähnt, nach globalem und lokalem Modell-Fit. Es wurde empfohlen den Chi-Quadrat-Tests zur Überprüfung des

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

globalen Modell-Fits, die Hinzunahme ausgewählter Fit-Indizes zur Beurteilung des lokalen Modell-Fits sowie die Anwendung von Signifikanztests für einzelne zu schätzende Modellparameter anzuwenden.

Der globale Chi-Quadrat-Wert liegt bei 84,037 und ein p-Wert in Höhe von 0,000. Dieser besagt, dass die Nullhypothese „empirische und modelltheoretische Kovarianzmatrizen sind gleich“ verworfen werden muss, da eine Ablehnung mit einer Wahrscheinlichkeit von $p = 0,000$ ein Fehler wäre (Weiber & Mülhhaus, 2010).

Auch der robustere Bollen-Stine p-Wert mit 0,007 deutet auf ein hoch signifikantes Ergebnis hin. Nach dem Chi-Quadrat-Test und dem errechneten p-Wert sowie dem Bollen-Stine p-Wert ist das vorliegende Modell keine gute Anpassung an die Realität und sollte nach Bühner (2011) und Byrne (2001) verworfen werden. Nach Weiber und Mülhhaus (2010) sollte in diesem Zusammenhang das Modell jedoch hingegen nicht verworfen werden, da der Chi-Quadrat-Test kritisch hinterfragt werden muss, indem man diesen Wert mit der Anzahl der Freiheitsgrade in Relation bringt. Im Rahmen des vorliegenden Modells liegt dieser Wert (Chi-Quadrat/df = 2,155) in einem guten Bereich und das Modell sollte beibehalten werden. Ebenso weist Byrne (2001) darauf hin, dass der Chi-Quadrat-Test sehr sensibel auf die Stichprobengröße reagiert. Es wird ebenso empfohlen zur Beurteilung des Modell-Fits zusätzlich andere Indizes zu betrachten.

Die in Kapitel 6.5.2 zuvor beschriebenen Fit-Indizes zur Überprüfung des lokalen Modell-Fits liegen in einem guten bis sehr guten Bereich. In diesem Zusammenhang kann das Modell 2 als gute Anpassung an die Realität bezeichnet werden, da es die empirische Varianz-Kovarianzmatrix möglichst gut vorhersagen kann, was durch die positiv zu bewertenden Fit-Indizes belegt wird. Die von Hu und Bentler (1999) empfohlene Kombination von IFI, CFI und SRMR bei einem geringen Stichprobenumfang ($n \leq 250$) weist, bis auf den IFI sehr gute Werte auf, wobei der Wert für den IFI mit 0,927 in keinem negativ zu bewertenden Bereich liegt.

Tabelle 42: Ergebnisse für die empfohlenen Fit-Indizes nach Hu und Bentler (1999).

Gütekriterium	Chi ²	Chi ² /df <3	SRMR <0,10	IFI >0,95	CFI >0,90
Ergebnisse Modell 2	84,037	2,155	0,066	0,927	0,925

Weiber und Mülhhaus (2010) fassen in ihrer Arbeit zusammen was ein gutes Modell charakterisiert. Zum einen besagen sie, dass ein Modell als gut bezeichnet werden

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

kann, wenn es die empirische Varianz-Kovarianzmatrix möglichst gut vorhersagen kann, was durch die absoluten Fit-Indizes interpretiert werden kann. Des Weiteren sollte ein Modell mit möglichst wenigen Parametern aufgestellt werden, sodass es eine große Modellsparsamkeit aufweist. Das vorliegende Modell wurde im Laufe der Analyse sparsamer und konnte zu einem Modell mit möglichst wenigen Parametern abgeändert werden. Im Ausgangsmodell gab es 37 Parameter zu schätzen, bei Modell 2 hingegen wurden 27 Parameter geschätzt. Als weiteren Punkt für ein gutes Modell nennen sie die Tatsache, dass das Modell besser als das Basismodell sein soll, was durch die Interpretation der inkrementellen Fit-Indizes (TLI, CFI und IFI) aufgezeigt wird. Bei der Betrachtung dieser Fit-Indizes von Default und Independence Modell wird deutlich, dass die aufgestellten Modelle einen guten Modellfit aufweisen, da alle Werte dieser Kriterien Werte größer 0,9 annehmen.

Bei der Betrachtung der Regressionsgewichte wird deutlich, dass die geschätzten Parameter hinsichtlich der Vorzeichen mit den aufgestellten Hypothesen übereinstimmen und in Bezug auf die Größe der Faktorladungen zwischen den jeweiligen Konstrukten nach Chin (1998a), mit Ausnahme des Pfadkoeffizienten zwischen physische Reaktionen und Leistungsindikatoren (0,125), mit Werten größer als 0,2 als bedeutungsvoll anzusehen sind.

Der Zusammenhang zwischen der Austaktung und den physischen Reaktionen ist deutlich geringer ausgeprägt (0,379) als der Zusammenhang zwischen der Austaktung und den psychischen Reaktionen (0,776). Dieses Ergebnis konnte im Rahmen einer nachträglichen Befragung der Mitarbeiter der Montagelinie 3 zu ihrer individuell erlebten physischen Beanspruchung bestätigt werden (Abbildung 27). In dieser Befragung wird deutlich, dass die Mitarbeiter ihre physische Beanspruchung nicht hauptsächlich mit der Taktzeit in Verbindung bringen, sondern die Ursache rein in der ergonomischen Gestaltung des Arbeitsplatzes sehen (Höbel, 2014).

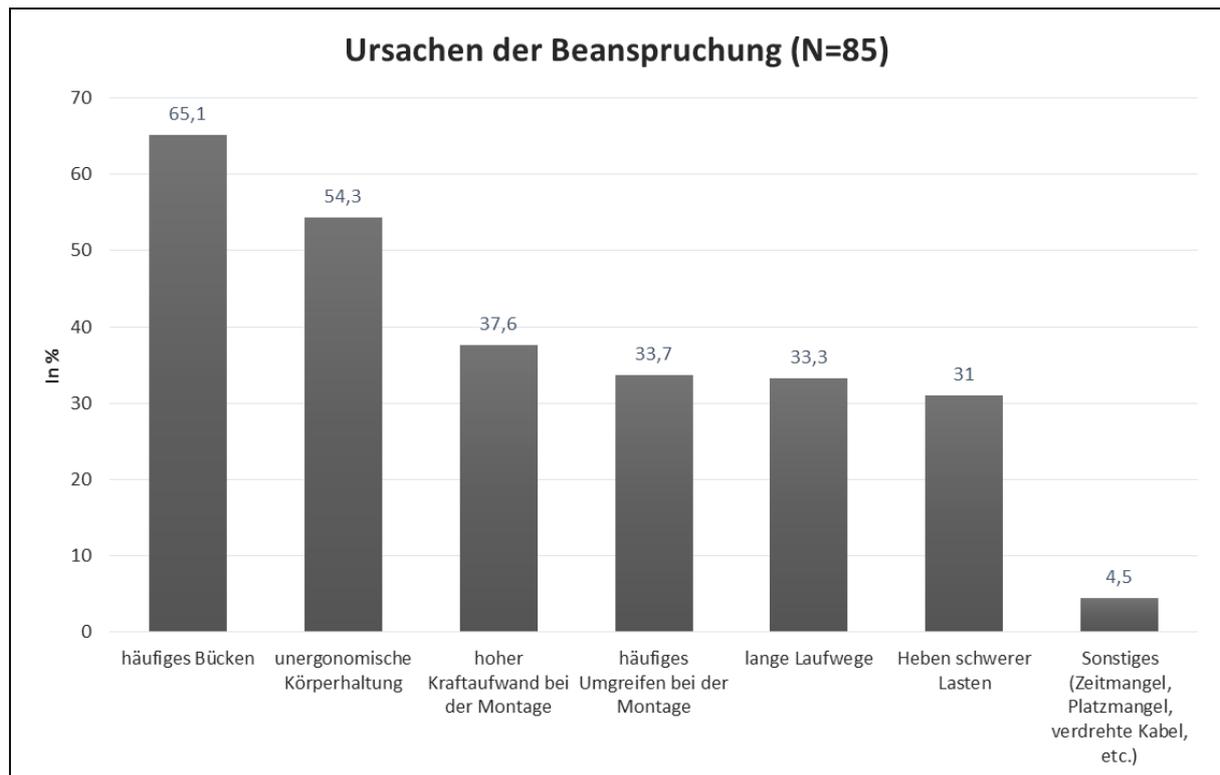


Abbildung 26: Ursachen der Beanspruchung (Höbel, 2014).

In Kapitel 8.2 wurde der t-Test angewendet um die Mittelwertausprägungen der Stichproben miteinander zu vergleichen, um erste Aussagen bezüglich der Unterschiede zwischen den drei betrachteten Stichproben zu treffen. Die zuvor erwarteten erheblichen Differenzen, aufgrund der subjektiv empfundenen und berichteten Unterschiede, zwischen den beiden Stichproben Eintakter und Achttakter konnten in der empirischen Analyse nicht bestätigt werden. Es konnten im Rahmen des t-Tests keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwertausprägungen dieser beiden Stichproben identifiziert werden. Es liegt die Vermutung nahe, dass beide Taktungen ähnliche Auswirkungen haben und die Unterschiede geringer ausfallen als erwartet. Ebenso wiesen die beiden anderen vergleichenden Analysen der Stichproben mittels des t-Tests nur bei jeweils sieben der betrachteten Variablen signifikante Unterschiede auf. Überraschend ist die, trotz längerer Taktzeit im Vergleich zum Eintakter, positivere Bewertung des Fünftakters, welche zuvor als die physisch schwerste zu verrichtende Arbeit definiert wurde. Dabei liegt die Vermutung nahe, dass die Arbeit in Zweierteams sich in Verbindung mit einer längeren Zykluszeit positiv auf die Bewertung ausgewirkt hat. In Kapitel 9 soll überprüft werden, ob die Ergebnisse vom durchgeführten t-Test in einem Mehrgruppenvergleich mittels AMOS bestätigt werden können und dieser Vergleich,

ebenso wie der t-Test, keine signifikanten Unterschiede aufweist. Dabei werden die Wirkungsstärken der drei Stichproben einander gegenüber gestellt.

8.6 Modifikation der Modellstruktur

Im nächsten Schritt wird geprüft, ob die Anpassungsgüte des Modells mittels einer möglichen Erweiterung oder Vereinfachung der Komplexität verbessert werden kann. Die Überprüfung der Vereinfachung der Komplexität erfolgt wieder über die Analyse der S.E.- und C.R.-Werte der Regressionsgewichte (Weiber & Mühlhaus, 2010), welche in Tabelle 43 abgebildet sind. Hinsichtlich der Regressionsgewichte von Austaktung auf physische Reaktionen und psychische Reaktionen auf physische Reaktionen sowie von physischen Reaktionen auf Leistungsindikatoren, welche einen kleineren C.R.-Wert als 1,96 aufweisen, könnte man diese drei Pfade aus dem Modell entfernen. Ebenso könnten die Indikatoren Intensivierung der Arbeit, muskuloskelettale Erkrankungen, Leistungsfähigkeit 2 und Leistungsindikatoren bezüglich der psychischen Ermüdung aufgrund von S.E.-Werten größer als 0,09 aus dem Modell entfernt werden, allerdings sind diese mit $p < 0,001$ hoch signifikant und werden aus diesem Grund beibehalten.

Tabelle 43: Regressionsgewichte für das Modell 2.

			Estimate	S.E.	C.R.	P
Austaktung	→	Psychische Reaktionen	0,724	0,086	8,396	***
Austaktung	→	Physische Reaktionen	0,316	0,179	1,771	0,077
Psychische Reaktionen	→	Physische Reaktionen	0,241	0,18	1,342	0,18
Physische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,105	0,076	1,37	0,171
Psychische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,654	0,15	4,365	***
Austaktung	→	Tempo	0,913	0,086	10,561	***
Austaktung	→	Intensivierung	0,729	0,108	6,719	***
Austaktung	→	Zeitdruck	1			
Physische Reaktionen	→	Muskuloskelettale Erkrankungen 2	1,267	0,261	4,86	***

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

			Estimate	S.E.	C.R.	P
Physische Reaktionen	→	Leistungsfähigkeit 2	1,151	0,262	4,384	***
Physische Reaktionen	→	RMI	1			
Psychische Reaktionen	→	Stress	0,872	0,075	11,661	***
Psychische Reaktionen	→	Monotonie	0,532	0,082	6,471	***
Psychische Reaktionen	→	Psychische Ermüdung	1			
Leistungsindikatoren	→	LINDIKAT	1,499	0,318	4,718	***
Leistungsindikatoren	→	RL_1	1			

Diese Modifikationen führen zu einer erheblichen Modellsparsamkeit. Durch diese Anpassung wird das Modellkonstrukt physische Reaktionen komplett aus dem Modell entfernt.

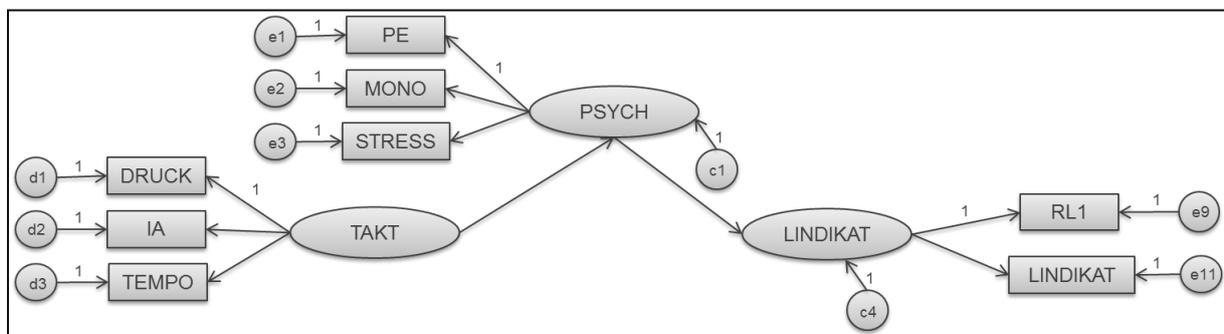


Abbildung 27: Modell 2a.

Nach der Schätzung dieses modifizierten Modells (Modell 2a) ergeben sich Gütekriterien, welche in der Nähe der gängigen Cutoff-Werte aus der Literatur liegen. Allerdings wird im Vergleich zu Modell 2 deutlich, dass das modifizierte Modell keinerlei Verbesserungen aufweist. Lediglich der Chi-Quadrat-Wert und der AIC liegen in einem minimal besseren Wertebereich als das Modell 2. Alle anderen Fit-Indizes weisen schlechtere Werte auf. Aus diesem Grund wird die Modifikation des Modells durch eine Vereinfachung der Komplexität verworfen.

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Tabelle 44: Modellfit für das Modell 2 und Modell 2a.

Gütekriterium	Chi ²	Chi ² /df	RMR	SRMR	IFI	CFI	TLI	RMSEA	AIC
Ergebnisse Modell 2	84,037	2,155	0,064	0,066	0,927	0,925	0,894	0,11	138,037
Ergebnisse Modell 2a	61,664	3,426	0,072	0,775	0,917	0,915	0,868	0,159	97,664

Im Zusammenhang mit einer möglichen Komplexitätsreduktion des Modells ausgehend von Modell 2, werden die Werte in der standardisierten residualen Kovarianzmatrix betrachtet (Weiber & Mühlhaus, 2010). Die dazugehörigen Varianzen bzw. Kovarianzen findet man im Programm AMOS unter dem Register Standardized Residual Covariances. Die berechneten Werte geben an, ob sich ein Residuum signifikant von null unterscheidet. Werte die außerhalb der angenommenen Signifikanzgrenzen liegen, sprechen für das Bestehen eines signifikanten Residuums (Bühner, 2011). Nach Byrne (2010) können die Werte als die „Anzahl der Standardabweichungen, die ein beobachtetes Residuum von einem Nullresiduum abweichen würde, wenn der Modellfit perfekt wäre“ (Bühner, 2011, S.459). Es existieren in der Literatur unterschiedliche Auslegungen bezüglich der Signifikanzgrenzen. Die strengere Auslegung spricht bereits von einer Abweichung bei einem Wert, der betragsmäßig über 1,96 liegt. Nach Bollen (1989) zeigt sich eine schlechte Modellanpassung dadurch, wenn die S.R.-Werte überwiegend betragsmäßig größer 2 sind. Byrne (2010) empfiehlt erst bei einem Wert von betragsmäßig größer als 2,58 von einer starken Abweichungen zu sprechen. Im Falle des Modells 4 liegen nur zwei S.R.-Werte betragsmäßig über dem Wert 2 nach Bollen (1989) bzw. einer über dem Wert 2,58 nach Byrne (2010), das bedeutet, dass nur zwei bzw. im moderat streng ausgelegten Fall nur ein Residuum signifikant ist. Dies spricht ebenso für eine gute Modellanpassung und gegen die Eliminierung weiterer Indikatoren.

Die Werte in der standardisierten residualen Kovarianzmatrix sollten ebenso im Fall eines signifikanten Chi-Quadrat-Tests herangezogen werden. Die Vorzeichen der Residuen geben einen Aufschluss über die Richtung des Unterschieds zwischen der empirischen und modelltheoretischen Kovarianzmatrix. Im vorliegenden Modell 2 liegt der Chi-Quadrat-Wert, wie bereits erwähnt, bei 84,037 mit einem signifikanten p-Wert in Höhe von 0,000. Somit liegt kein globaler Modell-Fit vor und das Modell

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

müsste verworfen werden (Bühner, 2011). Bei der Betrachtung der Residuen deutet ein hohes positives Residuum auf eine Unterschätzung der entsprechenden Korrelation bzw. Kovarianz zweier Items hin, wohingegen ein hohes negatives Residuum auf eine Überschätzung hindeutet (Jöreskog, 1993). Insgesamt betrachtet liegen im vorliegenden Fall keine hohen oder negativen Werte vor. Beim Vorliegen von großen Über- oder Unterschätzungen kann die Betrachtung der Modifikationsindizes helfen, dass Modell weiter an die Daten anzupassen.

Tabelle 45: Standardisierte Residuen für Modell 2.

	LINDIKAT	RL_1	Psych. Ermüdung	Monotonie	Stress	RMI	Leistungs- fähigkeit 2	Muskuloskeletale Erkrankungen 2	Zeitdruck	Intensivierung	Tempo
LINDIKAT	0										
RL_1	0	0									
Psychische Ermüdung	0,024	-0,241	0								
Monotonie	-0,177	-0,546	0,244	0							
Stress	0,165	0,51	-0,171	0,002	0						
RMI	-0,884	0,475	-0,571	-0,506	-0,06	0					
Leistungs- fähigkeit 2	0,809	0,656	-0,076	0,363	1,133	0,01	0				
Muskulo- skeletale Erkrankungen 2	-0,017	-0,45	-0,06	0,102	0,198	0,23	-0,231	0			
Zeitdruck	-0,397	0,634	0,02	-0,516	0,333	0,197	-0,18	0,027	0		
Intensivierung	0,38	2,435	-0,105	-2,716	1,556	0,579	0,399	0,366	0,088	0	
Tempo	-0,42	-0,547	0,523	-0,566	0,15	0,257	-0,784	0,641	0,026	-0,462	0

Die Betrachtung der Modifikationsindizes wird unabhängig von den zuvor erwähnten Über- oder Unterschätzungen der Residuen empfohlen. Mittels der Modifikationsindizes wird eine mögliche Verbesserung des Modellfits durch eine Erweiterung des Modells geprüft. Durch diesen Index kann eine Verbesserung des

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Modellfits auf Basis der erhobenen Daten erreicht werden (Weiber & Mühlhaus, 2010). Für das Modell 2 ergeben sich die in Tabelle 46 abgebildeten Modifikationsindizes. Die Indizes geben an, wie stark sich der Chi-Quadrat-Wert des Modells verbessert, wenn der entsprechende Pfad bzw. die entsprechende Kovarianz hinzugefügt wird (Bühner, 2011).

Tabelle 46: Modifikationsindizes für das Modell 2.

			M.I.	Par Change
Fehlerterm e7	↔	Residualvariable c4	5,616	0,066
Fehlerterm e7	↔	Fehlerterm e11	5	0,093
Fehlerterm e7	↔	Fehlerterm e1	4,71	-0,08
Fehlerterm d2	↔	Fehlerterm e9	8,44	0,26
Fehlerterm d2	↔	Fehlerterm e1	4,407	-0,064
Fehlerterm d2	↔	Fehlerterm e2	16,345	-0,197
Fehlerterm d2	↔	Fehlerterm e3	9,643	0,122
Fehlerterm d3	↔	Residualvariable c4	4,298	-0,033
Fehlerterm d3	↔	Fehlerterm e9	4,47	-0,132
Fehlerterm d3	↔	Fehlerterm e1	9,009	0,063

Durch das Hinzufügen einer Kovarianz zwischen dem Fehlerterm e2 und dem Fehlerterm d2 kann der Chi-Quadrat-Wert verbessert werden, was der M.I.-Wert in Höhe von 16,345 aufzeigt. Die Kovarianz, wenn dieses Modell geschätzt werden würde, würde bei -0,197 (in der Spalte Par Change zu entnehmen) liegen. Bühner (2011) weist allerdings darauf hin, dass kovariierende Fehlervariablen bedeuten, dass das Modell nicht mehr eindimensional ist. Derart modifizierte Modelle müssen kreuzvalidiert werden, das bedeutet, dass das Modell an einer neuen Stichprobe getestet werden müsste.

Diese Modifikation erfolgte im Modell 2b. Die errechneten Ergebnisse für die Gütekriterien sind in Tabelle 47 abgebildet. Das Modell 2b weist einen sehr guten Modellfit auf und die Gütekriterien erfüllen darüber hinaus die geforderten, sehr strengen Schwellenwerte von Hu und Bentler (1999). Die Fit-Indizes weisen im

8 Ergebnisse der Hauptuntersuchung

Vergleich zu Modell 2 alle durchgängig bessere Werte auf. Die hinzugefügte Kovarianz zwischen den Fehlertermen e_2 und d_2 betrifft die Indikatoren Monotonie und Intensivierung der Arbeit. Hinsichtlich der Plausibilität dieser Erweiterung kann gesagt werden, dass diese Kovarianz durchaus zugelassen werden könnte, da diese beiden Indikatoren eng miteinander in Verbindung stehen. Dieses modifizierte Modell mit kovariierenden Fehlern müsste trotz exakten Modellfits abgelehnt werden und mit einer neuen Stichprobe kreuzvalidiert werden, da es nicht mehr eindimensional ist (Bühner, 2011).

Tabelle 47: Modellfit für das Modell 2b.

Gütekriterium	Chi ²	Chi ² /df	RMR	SRMR	IFI	CFI	TLI	RMSEA	AIC
Ergebnisse Modell 2b	65,568	1,725	0,061	0,0569	0,955	0,954	0,934	0,087	121,568
Ergebnisse Modell 2	84,037	2,155	0,064	0,066	0,927	0,925	0,894	0,11	138,037

9 Mehrgruppen-Kausalanalyse

In Kapitel 8 wurden die beiden Stichproben Eintakter und Achttakter zu einer großen Stichprobe zusammengefasst, da der t-Test für diese beiden Stichproben keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwertausprägungen ausgewiesen hat. Dadurch wurde zusätzlich die Forderung von Bagozzi (1981) erfüllt, welcher eine Stichprobengröße von $N-t > 50$ verlangt. Im zweiten Schritt soll trotz der geringen Stichprobenumfänge eine Mehrgruppen-Kausalanalyse erfolgen. Die Ergebnisse dieser Analyse müssen allerdings mit Vorsicht interpretiert werden, da die einzelnen Stichprobenumfänge bei 67 Probanden für den Eintakter, bei 30 Probanden für den Achttakter und 45 Probanden für den Fünftakter liegen. Bei der Analyse der einzelnen Stichproben, wird die Forderung von Bagozzi (1981) von keiner Stichprobe und keinem Modell erfüllt.

Es soll nun überprüft werden, ob das aufgestellte Modell mit den unterstellten Beziehungen in den drei unterschiedlichen Stichproben gleichermaßen gültig ist. Des Weiteren soll untersucht werden, ob die Strukturbeziehungen in allen Stichproben die gleichen Wirkungsstärken aufweisen oder ob die Wirkungsstärken sich deutlich voneinander unterscheiden, wie am Anfang der Untersuchung angenommen. Es soll überprüft werden, ob die Ausprägungen der Messwerte signifikante Unterschiede aufweisen.

Diese Zusammenhänge werden im Rahmen einer Mehrgruppen-Kausalanalyse überprüft werden. Bei dieser Analyse erfolgt die Betrachtung des Strukturmodells mit den zugehörigen Messmodellen, was bedeutet, dass das vollständige Kausalmodell analysiert wird. Die Kausalanalyse wird in fünf Schritte unterteilt. Im ersten Schritt müssen die unterschiedlichen Stichproben definiert werden. Im vorliegenden Fall wurde dies bereits gemacht, indem die Stichproben in die Gruppen Eintakter, Achttakter und Fünftakter unterteilt wurden. Im nächsten Schritt erfolgt die Schätzung des unrestringierten Modells (M^U), diese entspricht der durchgeführten Schätzung in Kapitel 8. Für jede Gruppe werden in diesem Fall alle Parameter frei geschätzt, sodass diese die jeweilige Kovarianzmatrix bestmöglich darstellen. Im dritten Schritt wird ein vollständig restringiertes Modell (M^{MR}) geschätzt, das bedeutet, dass alle zu schätzenden Parameter fixiert werden und für alle Gruppen identisch sind. Im vierten Schritt erfolgt der Vergleich dieser beiden Modelle. Weist das restringierte Modell

keinen deutlich schlechteren Modellfit auf als das unrestringierte Modell, so kann daraus gefolgert werden, dass in „allen Gruppen dasselbe Kausalmodell mit identischen Parameterschätzungen Gültigkeit besitzt“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.229). Bei der Betrachtung der Gütemaße besitzen die in den vorherigen Kapiteln genannten Cutoff-Werte weiterhin Gültigkeit. Als letzter Schritt werden die Aufdeckung von Modellunterschieden und die Verbesserung des Modellfits genannt. Im vorliegenden Fall kann auf diesen Schritt verzichtet werden, da der Grund für die Durchführung der Mehrgruppen-Kausalanalyse gerade im Aufdecken von Unterschieden beim Gruppenvergleich liegt und aus diesem Grund ein schlechterer beziehungsweise unterschiedlicher Modellfit akzeptiert und auch erwartet wird. Zwischen dem unrestringierten Modell und dem vollständig restringierten Modell existieren weitere Formen von Restringierungen, welche bei einem Mehrgruppenvergleich von Relevanz sind.

Vor dem Mehrgruppenvergleich der Schätzergebnisse sind verschiedene Prüfungen durchzuführen. Es muss geprüft werden, ob die latenten Variablen über alle drei Stichproben hinweg einheitlich gemessen werden. Wenn dies der Fall ist, spricht man vom Vorliegen einer Messäquivalenz oder auch Messinvarianz. Es existieren unterschiedliche Ausprägungen der Messäquivalenz, welche je nach Fallbeispiel unterschiedliche Relevanz haben. Vollständige Messäquivalenz liegt vor, wenn in unterschiedlichen Stichproben die gleichen Erhebungswerte zu gleichen Messwerten für die latente Variable führen (Weiber & Mühlhaus, 2010). Nach Steenkamp und Baumgartner (1998) existieren insgesamt vier Stufen der faktoriellen Messinvarianz. Das Vorliegen unterschiedlicher Stufen erlaubt unterschiedliche Arten von Vergleichen vorzunehmen.

Als Voraussetzung für alle weiteren Vergleiche von Stichproben muss konfigurale Invarianz (M^k) vorliegen. Diese geht davon aus, dass für alle Stichproben das gleiche konfirmatorische Modell geschätzt wird, was bedeutet, dass dieselben Parameter zuvor in jeder Gruppe als frei, fest und restringiert festgelegt worden sind. Darüber hinaus soll in allen Gruppen eine gleiche Konstrukt-Operationalisierung vorherrschen, was bedeutet, dass die Struktur des Modells nicht verändert worden ist. Des Weiteren muss das Modell in jeder Stichprobe einen akzeptablen Modellfit aufweisen. Die standardisierten Faktorladungen müssen einen Wert größer 0,6 haben und signifikant von Null verschieden sein (p -Wert $< 0,05$ bzw. $0,10$). Darüber hinaus müssen die Faktor-Korrelationen signifikant kleiner als eins und die

Diskriminanzvalidität in jeder Stichprobe erfüllt sein (Steenkamp & Baumgartner, 1998; Weiber & Mühlhaus, 2010). Nach Vandenberg und Lance (2000) können ohne Vorliegen der konfiguralen Invarianz keine Vergleiche zwischen Stichproben durchgeführt werden.

Für einen Vergleich der Beziehungen der Konstrukte zwischen den einzelnen Stichproben muss metrische Messinvarianz (M^M) vorliegen. Diese Varianz liegt nur vor, wenn in allen Stichproben die Stärke der Faktorladungen zwischen einem Konstrukt und einem Indikator identisch ist. Überprüft wird diese Art der Messinvarianz indem alle Faktorladungen zwischen den Gruppen gleich gesetzt werden und alle übrigen Parameter frei geschätzt werden. Wenn die Fitmaße dieses Modells deutlich schlechtere Werte aufweisen, ist ein Vergleich der Strukturbeziehungen zwischen den Stichproben nicht möglich.

Als dritte Form der Messinvarianz nennen Steenkamp und Baumgartner (1998) die skalare Messinvarianz (M^S). Dabei muss das fixierte Faktorenmodell neben der Kovarianzmatrix der Indikatoren auch die Indikatormittelwerte gut reproduzieren. In diesem Fall werden „die Mittelwerte der latenten Variable in einer Referenzgruppe auf Null gesetzt und die Konstanten (Intercepts) derselben Indikatoren über alle Gruppen restringiert (gleichgesetzt)“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.237). Ein Vergleich der dazugehörigen Fitmaße gibt wiederum Aufschluss über das Vorliegen einer skalaren Messinvarianz. Falls die Fitmaße deutlich schlechtere Werte aufweisen, so können die Konstruktmittelwerte nicht miteinander verglichen werden, da keine skalare Messinvarianz vorliegt.

Als vierte Form der Messinvarianz wird die Messfehler-Invarianz, die dem vollständig restringierten Modell (M^{MR}) entspricht, genannt. Dieses Modell stellt die strengste Restriktion dar. Es wird unterstellt, dass alle Parameter in den drei unterschiedlichen Stichproben gleiche Werte annehmen, es werden somit alle freien Parameter festgesetzt. Wenn bei der Gegenüberstellung vom unrestringierten Modell und dem vollständig restringiertem Modell beide Varianten einen ähnlichen Gesamt-Fit aufweisen, so kann davon ausgegangen werden, dass keinerlei gruppenspezifische Unterschiede vorliegen. Bevor die Gegenüberstellung von diesen beiden Modellvarianten erfolgen kann, was der Mehrgruppenkausalanalyse an sich entspricht, muss das Vorliegen von konfiguraler Invarianz, metrischer Varianz und skalarer Invarianz überprüft werden.

Die Voraussetzung für die konfigurale Invarianz aus inhaltlicher Sicht kann als gegeben angenommen werden, da die befragten Gruppen sich nicht grundlegend voneinander unterscheiden. Ebenso haben alle Stichproben denselben Fragebogen beantwortet und das Modell wurde für keine der Stichproben im Rahmen der Mehrgruppenanalyse verändert. Darüber hinaus weist das unrestringierte Modell in allen drei Gruppen signifikant von Null verschiedene Faktorladungen auf und die Fitmaße befinden sich in einem guten Bereich. Die Prüfung weiterer Invarianzstufen ist somit zulässig.

Tabelle 48: Fitindizes für das unrestringierte Modell M^U .

Model	Chi ²	df	Chi ² /df	NFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA	AIC
Unconstrained (M ^U)	175,76	117	1,502	0,839	0,94	0,911	0,937	0,06	403,76

Zur Prüfung der metrischen Invarianz (M^M) werden die dazugehörigen Fitmaße sowie die Differenzwerte zum unrestringierten Modell betrachtet (Siehe Tabelle 49). Die Fitmaße weisen gute Werte auf und die Differenzwerte der Fitindizes sind nur gering. Die Modellvariante weist trotz höherer Anzahl an Freiheitsgrade eine Verbesserung des Modells auf, was sich in der Verbesserung des globalen Fitindizes CMIN/df und RMSEA zeigt. Es kann somit bestätigt werden, dass metrische Invarianz vorliegt.

Tabelle 49: Gegenüberstellung der Modellvarianten M^U und M^M .

Model	Chi ²	df	Chi ² /df	NFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA	AIC
Unconstrained (M ^U)	175,76	117	1,502	0,839	0,94	0,911	0,937	0,06	403,76
Measurement weights (M ^M)	186,50	131	1,424	0,829	0,942	0,925	0,94	0,055	386,50
Differenz	10,74	14	-0,078	-0,01	0,002	0,014	0,003	-0,005	-17,263

Zur Prüfung der skalaren Invarianz wird die Modellvariante „Measurement intercepts (M^S)“ herangezogen. In diesem Zusammenhang werden die Differenzwerte zwischen der Modellvariante M^S und M^M betrachtet. Die Fitindizes der Modellvariante M^S weisen ebenso gute Werte auf und die Differenzwerte der Fitindizes sind nur gering.

In diesem Zusammenhang kann das Vorliegen von skalarer Invarianz bestätigt werden.

Tabelle 50: Gegenüberstellung der Modellvarianten M^M und M^S .

Model	Chi ²	df	Chi ² /df	NFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA	AIC
Measurement weights (MM)	186,50	131	1,424	0,829	0,942	0,925	0,94	0,055	386,50
Measurement intercepts (MS)	220,39	153	1,44	0,798	0,928	0,922	0,927	0,056	376,39
Differenz	33,89	22	0,016	-0,031	-0,014	-0,003	-0,013	0,001	-10,11

Im nächsten Schritt werden die Fitindizes für das unrestringierte Modell (M^U) und für das vollständig restringierte Modell (M^{MR}) betrachtet. „Weist M^{MR} im Vergleich zu M^U einen ähnlichen und auch als gut zu bezeichnenden Gesamt-Fit auf, so kann daraus geschlossen werden, dass in allen Gruppen dasselbe Kausalmodell mit identischen Parameterschätzungen Gültigkeit besitzt“ (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.229). Das Modell M^{MR} weist bezogen auf die Gütemaße CMIN/DF, TLI, RMSEA und AIC bessere Werte auf. Bezogen auf die Gütemaße NFI, IFI und CFI weist das Modell M^{MR} etwas schlechtere Fitindizes auf. Die Forderung von Cheung und Rensvold (2002) nach einer Differenz von maximal 0,01 bei den deskriptiven oder inkrementellen Fitmaßen wird im betrachteten Fall nicht erfüllt. Allerdings soll dieser Wert nur als Richtwert dienen, da eine Validierung dieses Wertes bisher noch nicht erfolgt ist (Temme & Hildebrandt, 2009). Im vorliegenden Fall liegen die Differenzen bezogen auf die deskriptiven und inkrementellen Fitmaße maximal bei 0,132, was im vorliegenden Fall als positiv gewertet werden kann. Bezogen auf das Modellvergleichende Fitmaß AIC weist das Modell M^{MR} einen besseren Wert auf. Es kann geschlussfolgert werden, dass ein Vergleich der unterschiedlichen Stichproben miteinander durchgeführt werden kann.

Tabelle 51: Vergleich zwischen unrestringiertem und restringiertem Modell.

Model	Chi ²	df	Chi ² /df	NFI	IFI	TLI	CFI	RMSEA	AIC
Unconstrained (MU)	175,76	117	1,502	0,839	0,94	0,911	0,937	0,06	403,76
Measurement residuals (MMR)	264,42	193	1,37	0,758	0,92	0,934	0,923	0,052	340,42
Differenz	88,66	76	-0,132	-0,081	-0,02	0,023	-0,014	-0,008	-63,34

Tabelle 52: Standardisierte Regressionsgewichte für die drei Gruppen.

Eintakter			Estimate	Fünftakter			Estimate
Austaktung	→	Psychische Reaktionen	0,799	Austaktung	→	Psychische Reaktionen	0,715
Austaktung	→	Physische Reaktionen	0,534	Austaktung	→	Physische Reaktionen	0,218
Psychische Reaktionen	→	Physische Reaktionen	0,255	Psychische Reaktionen	→	Physische Reaktionen	0,644
Physische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,101	Physische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	-0,197
Psychische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,898	Psychische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,999

Achtakter			Estimate
Austaktung	→	Psychische Reaktionen	0,748
Austaktung	→	Physische Reaktionen	0,197
Psychische Reaktionen	→	Physische Reaktionen	0,167
Physische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,161
Psychische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,828

Bei der Berechnung des Mehrgruppenvergleichs wird deutlich, dass es trotz der geringen Stichprobengrößen nur zu einem Schätzproblem gekommen ist. Die Lösung für den Fünftakter liegt in einem nicht zulässigen Bereich, da die Berechnung des Fehlerterms e_{11} zu einem negativen Wert führt.

Vor diesem Hintergrund soll der Mehrgruppenvergleich dennoch erfolgen, wobei die Ergebnisse für die Gruppe des Fünftakters mit Vorsicht interpretiert werden müssen. Die Auswirkung der Austaktung auf die psychischen Reaktionen sind über alle drei Gruppen hinweg ähnlich stark, am stärksten ist der Zusammenhang bei der Gruppe des Eintakters (0,799). Am schwächsten hingegen ist der Zusammenhang bei der Gruppe des Fünftakters (0,715). Bei der Betrachtung der Zusammenhänge zwischen der Austaktung und den physischen Reaktionen wird deutlich, dass auch hier der Zusammenhang bei der Gruppe des Eintakters am stärksten ausfällt (0,534). Die Zusammenhänge bei der Gruppe des Achttakters (0,197) und bei der Gruppe des Fünftakters (0,218) liegen nach Chin (1998a) in keinem bedeutungsvollen bzw. nur annähernd bedeutungsvollen Rahmen. Bei der Betrachtung der Beziehung zwischen den psychischen Reaktionen und physischen Reaktionen wird deutlich, dass der Zusammenhang bei der Gruppe des Fünftakters am stärksten ausfällt (0,644). Bei der Gruppe des Achttakters und Eintakters liegen die Werte in keinem bzw. nur annähernd bedeutungsvollen Rahmen. Der Zusammenhang zwischen den physischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren ist über alle Gruppen hinweg schwach ausgeprägt und bei keiner Gruppe in einem bedeutungsvollen Rahmen. Das Regressionsgewicht für diesen Pfadkoeffizienten nimmt sogar bei der Gruppe des Fünftakters einen negativen Wert an, was aus sachlogischer Sicht nicht erklärbar ist, allerdings ist dieser Zusammenhang nach Chin (1998a) als nicht bedeutungsvoll einzustufen. Bei der Betrachtung des Zusammenhangs zwischen den psychischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren ist über alle Gruppen hinweg ein starker Pfadkoeffizient zu beobachten ($> 0,8$). Hervorzuheben ist, dass die Gruppe des Eintakters hinsichtlich jedes Regressionsgewichts, mit Ausnahme des nicht bedeutungsvollen Regressionsgewichts zwischen den physischen Reaktionen auf die Leistungsindikatoren, den höchsten Wert annimmt.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Hypothese, welche besagt, dass die Austaktung negative Auswirkungen auf die psychischen Reaktionen hat, in allen drei Gruppen bestätigt werden konnte. Der Zusammenhang fällt bei der Gruppe des

Eintakters etwas stärker aus, allerdings ist die erwartete Differenz schwächer ausgeprägt als erwartet. Die Annahme, dass die Austaktung bei kurzzyklischen, repetitiven Tätigkeiten zu physischen Reaktionen führt, kann in der vorliegenden Dissertation ebenso bestätigt werden. Des Weiteren konnte bestätigt werden, dass der Zusammenhang zwischen der Austaktung und den physischen Reaktionen beim vorliegenden Fall des Eintakters deutlich stärker ausfällt als bei den anderen beiden Gruppen. Das bestätigt ebenso die Ergebnisse von Kuorinka und Forcier (1995), die besagen, dass kurzzyklische, repetitive Tätigkeiten, was dem vorliegenden Eintakter entspricht, die Entstehung von muskuloskelettalen Erkrankungen fördern. Die Annahme, dass psychische Reaktionen negative Auswirkungen auf die Leistungsindikatoren haben, kann in allen Gruppen bestätigt werden. Die Differenzen zwischen den einzelnen Gruppen liegen in keinem nennenswerten Bereich. Die Auswirkungen von den physischen Reaktionen auf die Leistungsindikatoren liegen in allen Gruppen in keinem bedeutungsvollen Bereich.

Neben dem nicht erklärbaren negativen Zusammenhang zwischen den physischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren bei der Gruppe des Fünftakters, liegt die Auswirkung von den psychischen auf die physischen Reaktionen ebenso nur bei der Gruppe des Fünftakters in einem signifikanten Bereich, was aus sachlogischer Sicht ebenso nicht zu erklären ist. Allerdings sollten die dargestellten Ergebnisse des Fünftakters, wie zuvor erwähnt, mit Vorsicht interpretiert werden.

10 Berechnung der optimalen Zykluszeit

Es ergeben sich bei der Betrachtung der fünf Pfad-Regressionengewichte unterschiedliche Optima, wobei niedrige Werte als positiv zu bewerten sind, da alle Modellkonstrukte im finalen Modell negativ codiert sind. So minimiert der Fünftakter das Pfad-Regressionsgewicht und somit die Auswirkung der Austaktung auf die psychischen Reaktionen. Der Achttakter minimiert beispielsweise das Pfad-Regressionsgewicht und somit die Auswirkung der Austaktung auf die physischen Reaktionen. Es wird ein linearer Zusammenhang der Regressionengewichte zwischen dem Eintakter und dem Fünftakter sowie dem Fünftakter und dem Achttakter unterstellt. Des Weiteren werden alle Pfade gleich gewichtet bewertet. Unter dieser Annahme ergibt sich der in Abbildung 29 dargestellte Zusammenhang. Im nächsten Schritt soll geprüft werden, ob eine andere Taktung die Summe der Regressionengewichte und somit die Summe der negativen Ausmaße minimiert. Dazu wurden die fünf Regressionengewichte für die drei Stichproben aufsummiert. Für die fünf anderen möglichen Taktungen, die zwischen den Stichproben liegen, ergeben sich, die in Tabelle 53 dargestellten Werte.

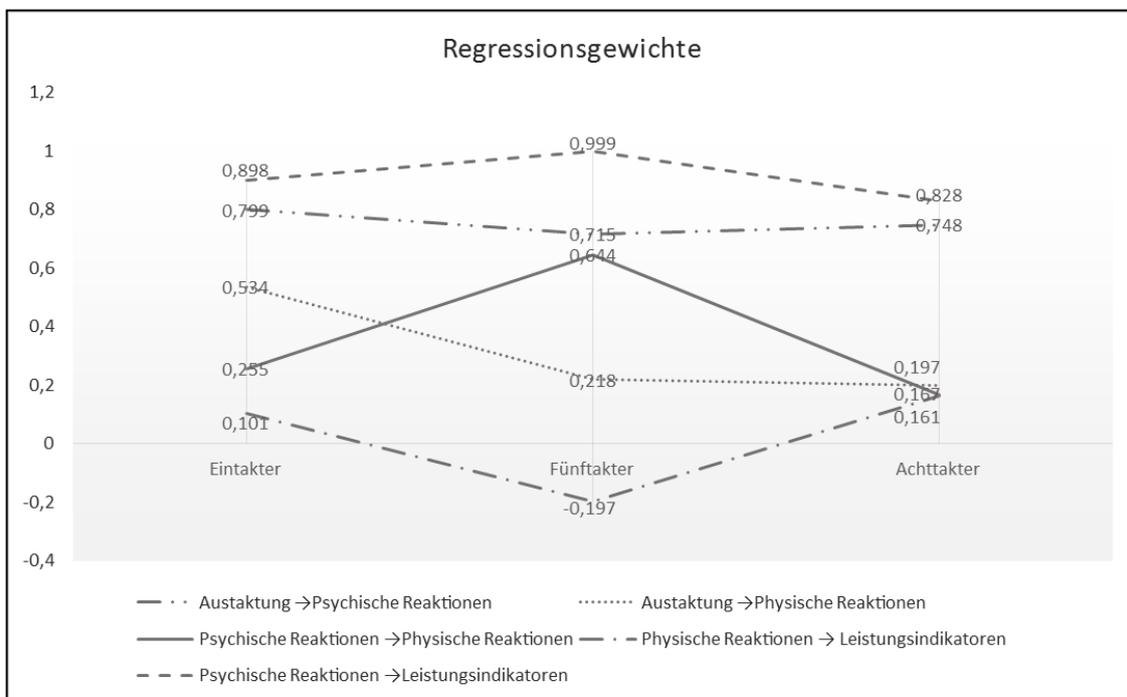


Abbildung 28: Regressionengewichte.

Tabelle 53: Berechnete Regressionsgewichte.

			Eintakter	Zweitakter	Dreitakter	Viertakter
Austaktung	→	Psychische Reaktionen	0,799	0,778	0,757	0,736
Austaktung	→	Physische Reaktionen	0,534	0,455	0,376	0,297
Psychische Reaktionen	→	Physische Reaktionen	0,255	0,352	0,450	0,547
Physische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,101	0,027	-0,048	-0,123
Psychische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,898	0,923	0,949	0,974
		Summe	2,587	2,535	2,483	2,431

			Fünftakter	Sechstakter	Siebtakter	Achttakter
Austaktung	→	Psychische Reaktionen	0,715	0,726	0,733	0,748
Austaktung	→	Physische Reaktionen	0,218	0,211	0,206	0,197
Psychische Reaktionen	→	Physische Reaktionen	0,644	0,485	0,379	0,167
Physische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	-0,197	-0,078	0,002	0,161
Psychische Reaktionen	→	Leistungsindikatoren	0,999	0,942	0,904	0,828
		Summe	2,379	2,286	2,225	2,101

Der Zusammenhang zwischen den aufsummierten Regressionsgewichten ist in Abbildung 30 dargestellt. Es ergibt sich zwischen dem Eintakter und dem Achttakter ein fallender Verlauf der aufsummierten Regressionsgewichte. Zusammenfassend ist zu sagen, dass der Achttakter die Summe der Regressionsgewichte und somit die Summe der negativen Auswirkungen der Austaktung minimiert und stellt in der vorliegenden Untersuchung das Optimum dar. Umso länger die Zykluszeit ist, desto geringer sind die negativen Auswirkungen der Austaktung insgesamt betrachtet.

10 Berechnung der optimalen Zykluszeit

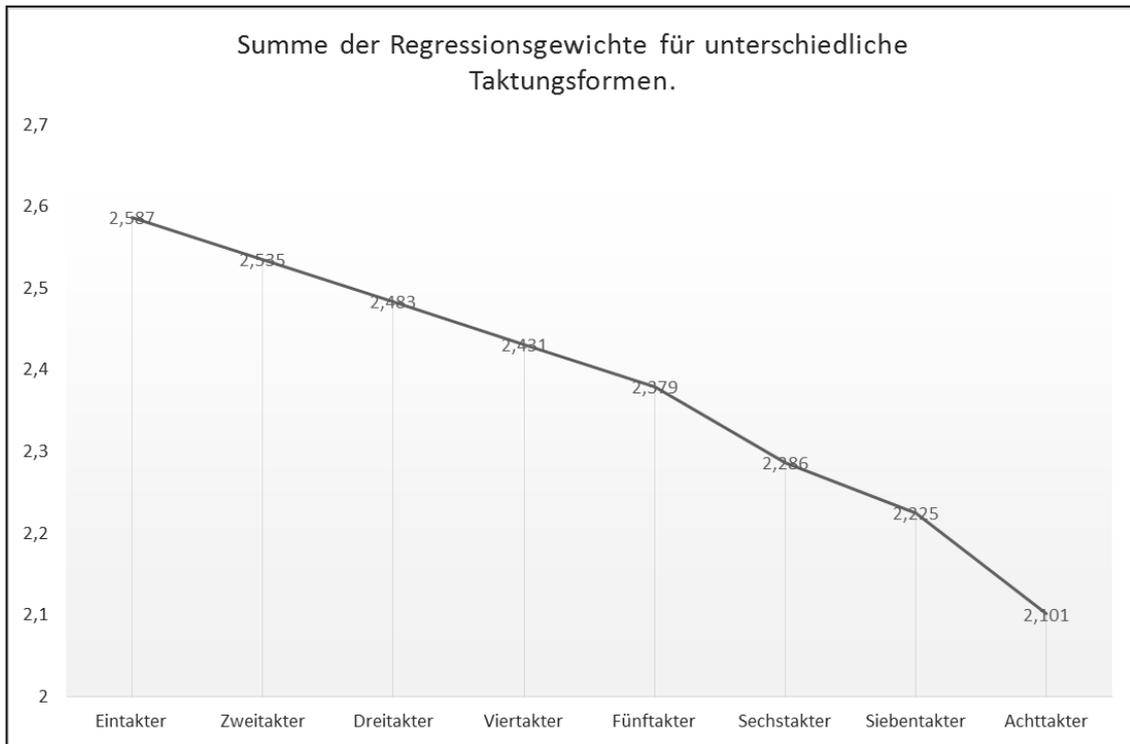


Abbildung 29: Summe der Regressionsgewichte für unterschiedliche Taktungsformen.

11 Erfassung psychischer Belastungen in der Cockpitmontage

Zur Erfassung psychischer Belastungen in der Cockpitmontage wird das Instrument REBA 9.0 genutzt, welches auf dem Tätigkeitsbewertungssystem (TBS) basiert (Hacker, Fritsche, Richter & Iwanowa, 1995). REBA steht für REchnergestütztes Dialogsystem zur psychologischen Bewertung von Arbeitsinhalten. Die Version REBA 9.0 ist ein etabliertes Instrument in der Arbeitswissenschaft, das sich über einen Zeitraum von über 30 Jahren bewährt hat.

Mit der Anwendung von REBA besteht die Möglichkeit die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von psychischen Beanspruchungsfolgen hervorzusagen, welche auf die Arbeitsbedingungen zurück zu führen sind. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit Gestaltungsdefizite und Gestaltungspotentiale aufzufinden (Debitz, Jordan, Pohlandt, Richter & Schulze, 2009; Iffländer, Schmicker & Wassmann, 2013).

Im Folgenden wird auf einige Ergebnisse des Projektes eingegangen. Die Analyse des „typischen“ Eintakters ergab eine leichte Beeinträchtigung in Hinblick auf die Monotonie und die psychische Sättigung. In Bezug auf die psychische Ermüdung und Stress gab es keine Anzeichen auf Beeinträchtigungen. Die Ergebnisse für die Lern- und Persönlichkeitsförderlichkeit liegen im roten Bereich. Die negative Bewertung für die Ebene Lern- und Persönlichkeitsförderlichkeit resultiert insbesondere durch die Bewertung von folgenden Kriterien, die ebenso im Rahmen des zuvor vorgestellten Modells erhoben worden: Anzahl an Teiltätigkeiten, Zyklische Vollständigkeit, Zykluswechsel, zeitlicher Spielraum und inhaltlicher Spielraum. Im Eintakter existiert nur eine Anzahl an Teiltätigkeiten, nämlich die Montage verschiedener Teile am Cockpit. Durch die ähnlichen Ausführungen der Montage verschiedener Teile, kann diese Tätigkeit nur als eine Teiltätigkeit gewertet werden. Die Handlungsempfehlungen lautet hier jedoch im Rahmen der Montagetätigkeit zumindest zwei Teiltätigkeiten (idealerweise vier und mehr) auszuführen. In Bezug auf die zyklische Vollständigkeit wird empfohlen, zumindest eine weitere Funktion, wie beispielsweise Vorbereitung, Organisation oder Kontrolle auszuführen. Im Eintakter ist die zyklische Vollständigkeit nicht gegeben. Im Rahmen des Zykluswechsels wird empfohlen Wiederholungszeiten von zumindest sieben Minuten anzustreben. Idealerweise sollen diese im Laufe des Arbeitstages nicht wiederholt

11 Erfassung psychischer Belastungen in der Cockpitmontage

werden. Im betrachteten Eintakter erfolgt der Zykluswechsel, wie zuvor beschrieben, nach einer Minute. In Bezug auf den zeitlichen Spielraum wird ein Dispositionsspielraum von mehr als drei Minuten empfohlen. Das Optimum liegt jedoch in der freien zeitlichen Arbeitseinteilung. In der betrachteten Gruppe existiert kein zeitlicher Spielraum, da eine strenge Austaktung durch die Montagelinie vorgegeben ist. Ebenso besteht kein inhaltlicher Spielraum für die vorgegebene Gruppe, da durch die Standardisierung alle Montageschritte in Standardarbeitsblättern genau vorgegeben sind. Die Empfehlung in Bezug auf den inhaltlichen Spielraum liegt darin, dass der Mitarbeiter zumindest die Reihenfolge seiner Teiltätigkeit und die Abfolge dieser selbst bestimmen kann. (Iffländer u.a., 2013).

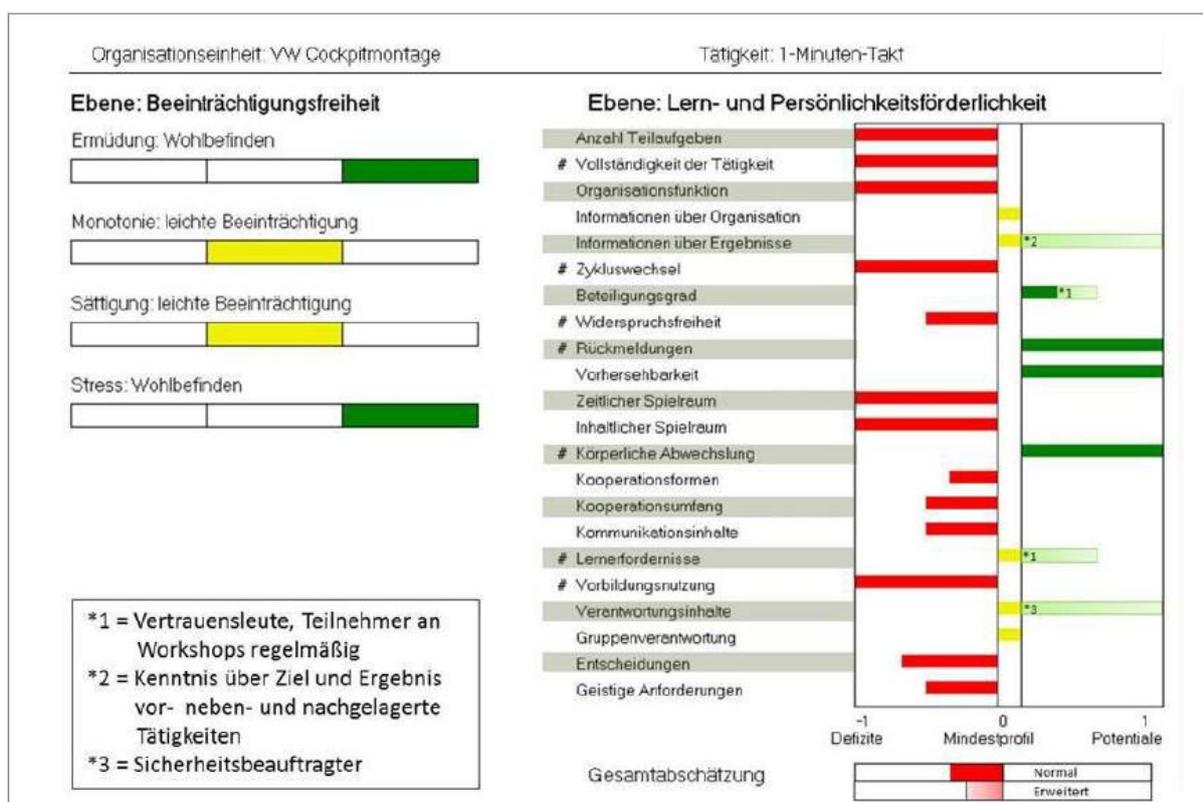


Abbildung 30: Bewertung des Eintakters.

Im zweiten Schritt wurden die beiden Teams Anbauteile der Montagelinien 2 und 3 miteinander verglichen. Im Vergleich zu der allgemeinen Analyse des Eintakters, ist der Eintakter im Team Anbauteile auf der Montagelinie 3 im Hinblick auf die psychische Sättigung negativer bewertet. Hier ist die psychische Sättigung des Mitarbeiters stark beeinträchtigt. Im Gegensatz zum „typischen“ Eintakter weist das Team Anbauteile auf der Montagelinie 3 zwei Arbeitsplätze auf, die zu einer

negativen Auswirkung auf die Widerspruchsfreiheit führen und somit Einfluss auf die psychische Sättigung des Mitarbeiters haben. Die Widerspruchsfreiheit ist in diesen Takten durch permanente und gelegentliche Zielkonflikte gefährdet. Die Analysen für die Ebene Lern- und Persönlichkeitsförderung entsprechen den allgemeinen Analysen für die Gruppe des Eintakters. Für den Achttakter ergeben sich positivere Ergebnisse. Der Modell Mix zwischen Golf und Golf Plus auf der Montagelinie 2 ist als positiv zu bewerten, da diese beiden Montagearten als zwei verschiedene Teiltätigkeiten gewertet werden können. Im Rahmen des Zykluswechsels ist der Achttakter positiver zu bewerten als der Eintakter, da für die Teiltätigkeit Golf mit einer Zykluszeit von acht Minuten die Mindeststufung von sieben Minuten erreicht wurde. Da für den Golf Plus alle 16 Minuten (jedes dritte zu montierende Cockpit) ein Cockpit montiert wird, wurde hier ebenso die Mindeststufung erreicht. Ebenso in Bezug auf den zeitlichen Spielraum ist der Achttakter positiver als der Eintakter zu bewerten. Es besteht hier sogar ein geringer zeitlicher Spielraum, in denen bei Störungen andere Tätigkeiten vorgezogen werden können. Die Mindestanforderung für dieses Kriterium ist aus diesem Grund erreicht. Ebenso ist für das Kriterium inhaltlicher Spielraum die Mindeststufung aufgrund des Modellmixes und der langen Taktzeit erreicht. Entscheidungen über die Abfolge von Handlungen wären im Achttakter möglich, sind jedoch nicht gewünscht. (Iffländer u.a., 2013).

11 Erfassung psychischer Belastungen in der Cockpitmontage

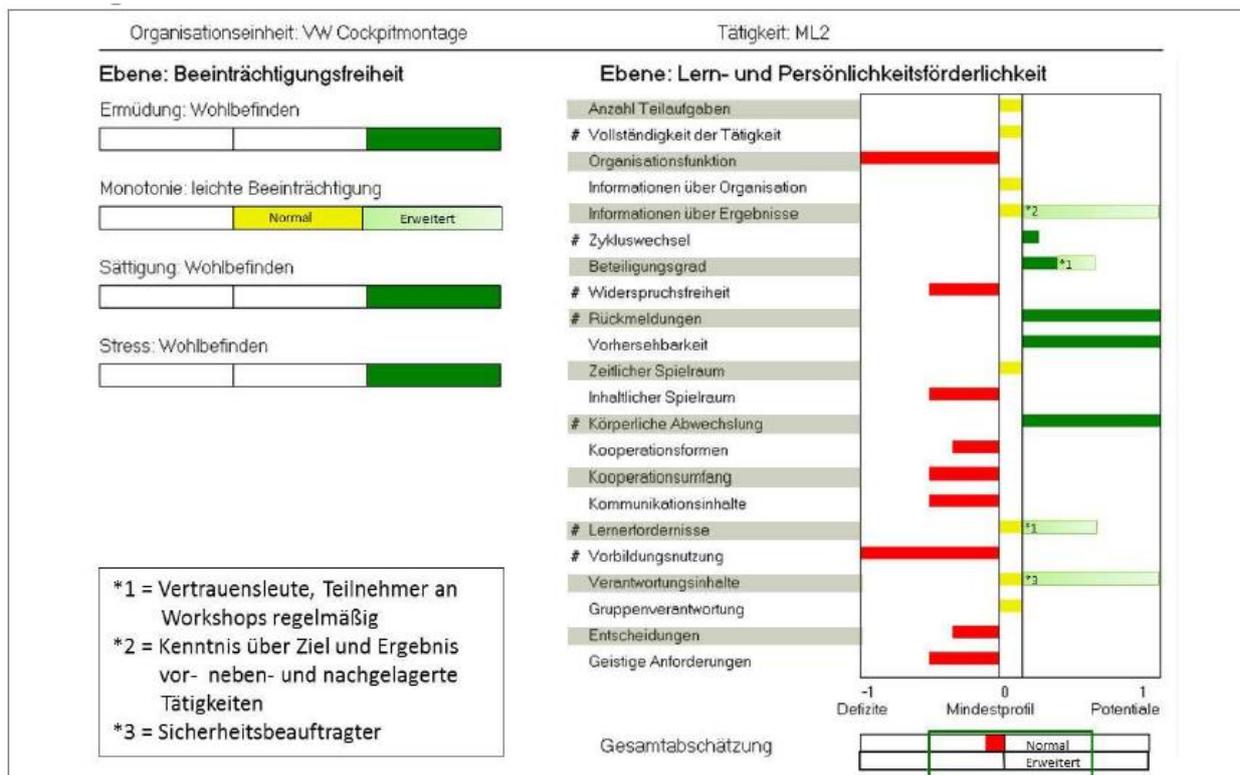


Abbildung 31: Bewertung des Achttaktters.

Im Achttakter ist insgesamt positiv hervorzuheben, dass keine unnötigen Wartezeiten auf vorherige Mitarbeiter entstehen. Im Eintakter hingegen kommen die Mitarbeiter im letzten Takt eines Teams häufig in Zeitbedrängnis, da sich Wartezeiten der vorherigen Takte aufstauen. Aus diesem Grund resultiert das subjektive Empfinden eines gesteigerten Zeitdrucks der Mitarbeiter, welches zuvor auch von den Mitarbeitern in Mitarbeitergesprächen berichtet worden ist. Ebenso gleichen sich im Achttakter unterschiedlich aufgefüllte Takte aus, wohingegen es im Eintakter wiederum zu Wartezeiten kommen kann. Im Eintakter hingegen, ist das schnellere Anlernen im Gegensatz zum Anlernen des Achttaktters positiv hervorzuheben. Bei der Analyse des Fünftaktters werden die beiden Kriterien Monotonie und psychische Sättigung mit einer leichten Beeinträchtigung bewertet. Bei der Bewertung von psychischer Ermüdung und Stress kommt es zu keiner Beeinträchtigung. Die Ergebnisse entsprechen der Analyse des Eintaktters. Die Bewertung der Ebene der Lern- und Persönlichkeitsförderlichkeit fällt die Gesamteinschätzung etwas positiver im Vergleich zum Eintakter aus.

11 Erfassung psychischer Belastungen in der Cockpitmontage

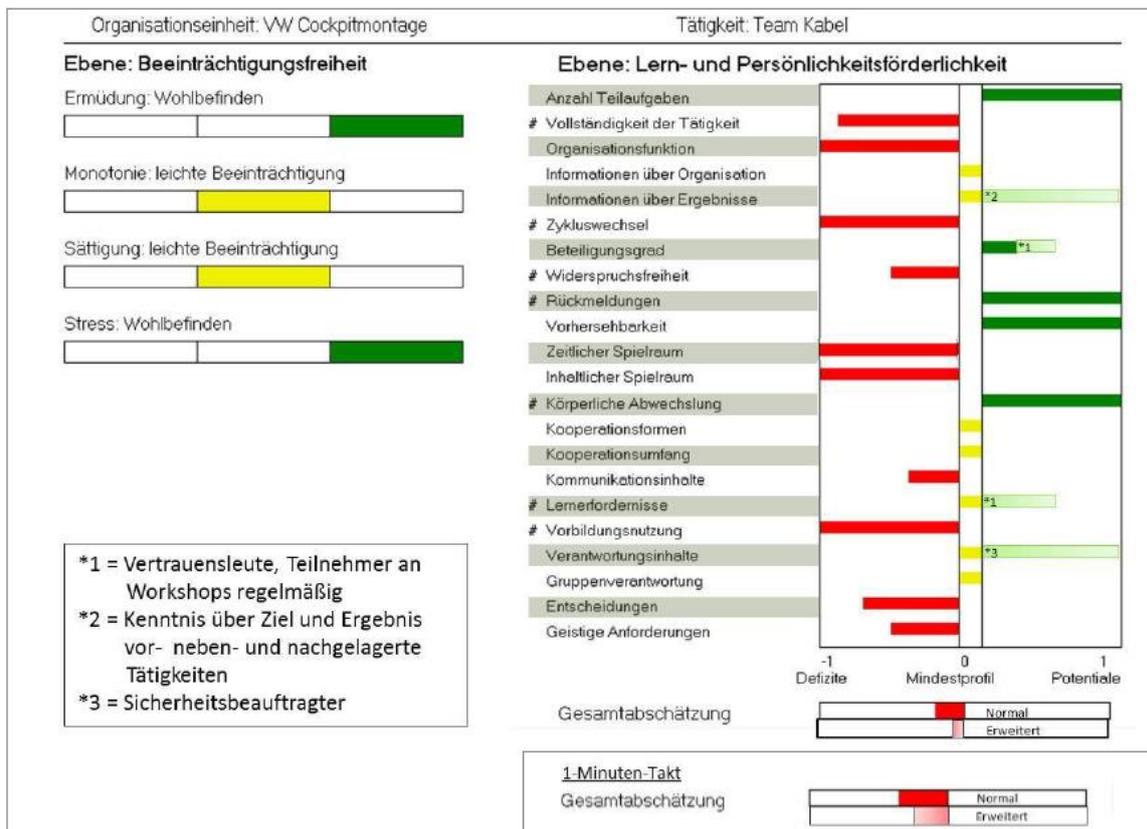


Abbildung 32: Bewertung des Fünftaktors.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Bewertung des Achttaktors im Vergleich mit dem Eintakter und dem Fünftakter positiver ausfällt. Dieses Ergebnis entspricht auch dem berichteten subjektiven Empfinden der Mitarbeiter.

12 Diskussion

Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurden in Kapitel 7.1 insgesamt sieben Hypothesen aufgestellt. Darauffolgend wurden die unterstellten Zusammenhänge im Pfaddiagramm dargestellt und dieses Modell wurde im ersten Schritt untersucht. Für diese Analyse wurden nach Anwendung des t-Tests die Stichproben Eintakter und Achttakter zusammengefasst und anschließend wurde analysiert, ob das aufgestellte Modell als gute Anpassung an die Realität bezeichnet werden kann. Darauffolgend wurde im Rahmen der Mehrgruppen-Kausalanalyse überprüft, ob die unterstellten Unterschiede zwischen den drei betrachteten Stichproben zu beobachten sind und somit die einzelnen Hypothesen bestätigt werden können.

In Kapitel 8.2 wurde der t-Test angewendet um die Mittelwertausprägungen der Stichproben miteinander zu vergleichen, um erste Aussagen bezüglich der Unterschiede zwischen den drei betrachteten Stichproben zu treffen. Die zuvor erwarteten erheblichen Differenzen, aufgrund der subjektiv empfundenen und berichteten Unterschiede, zwischen den beiden Stichproben Eintakter und Achttakter konnten in der empirischen Analyse nicht bestätigt werden. Es konnten im Rahmen des t-Tests keine signifikanten Unterschiede in den Mittelwertausprägungen dieser beiden Stichproben identifiziert werden. Es liegt die Vermutung nahe, dass beide Taktungen ähnliche Auswirkungen haben und die Unterschiede geringer ausfallen als erwartet. Aus diesem Grund wurden für die erste Modellüberprüfung die Stichproben Eintakter und Achttakter zusammengefasst. Ebenso wiesen die beiden anderen vergleichenden Analysen der Stichproben mittels des t-Tests nur bei jeweils sieben der betrachteten Variablen signifikante Unterschiede auf. Überraschend ist die, trotz längerer Taktzeit im Vergleich zum Eintakter, positivere Bewertung des Fünftakters, welche zuvor als die physisch schwerste zu verrichtende Arbeit definiert wurde. Dabei liegt die Vermutung nahe, dass die Arbeit in Zweierteams sich in Verbindung mit einer längeren Zykluszeit positiv auf die Bewertung ausgewirkt hat.

Bei der Analyse des Modells konnte festgestellt werden, dass das aufgestellte Modell 2 als gute Anpassung an die Realität bezeichnet werden kann, da es die empirische Varianz-Kovarianzmatrix möglichst gut vorhersagen kann, was durch die positiv zu bewertenden Fit-Indizes interpretiert werden konnte. Die von Hu und Bentler (1999) empfohlene Kombination von IFI, CFI und SRMR bei einem geringen

Stichprobenumfang ($n \leq 250$) weist, bis auf den IFI sehr gute Werte auf, wobei der Wert für den IFI mit 0,927 in keinem negativ zu bewertenden Bereich liegt. Zur Prüfung des Modells 2 wurde die Forderung an die Stichprobengröße $N-t > 50$ von Bagozzi (1981) erfüllt, da für diese Analyse die Stichproben Eintakter und Achttakter nach Anwendung des t-Tests zusammengefasst worden sind. Des Weiteren sollte ein Modell mit möglichst wenigen Parametern aufgestellt werden, sodass es eine große Modellsparsamkeit aufweist. Das vorliegende Modell wurde im Laufe der Analyse sparsamer und konnte zu einem Modell mit möglichst wenigen Parametern abgeändert werden. Als weiteren Punkt für ein gutes Modell wurde die Tatsache genannt, dass das Modell besser als das Basismodell sein soll, was durch die Interpretation der inkrementellen Fit-Indizes (TLI, CFI und IFI) aufgezeigt wurde. Bei der Betrachtung dieser Fit-Indizes von Default und Independence Modell wurde deutlich, dass die aufgestellten Modelle einen guten Modellfit aufweisen, da alle Werte dieser Kriterien Werte größer 0,9 annehmen. Bei der Betrachtung der Regressionsgewichte wird deutlich, dass die geschätzten Parameter hinsichtlich der Vorzeichen mit den aufgestellten Hypothesen übereinstimmen und in Bezug auf die Größe der Faktorladungen zwischen den jeweiligen Konstrukten nach Chin (1998a), mit Ausnahme des Pfadkoeffizienten zwischen physische Reaktionen und Leistungsindikatoren (0,125), mit Werten größer als 0,2 als bedeutungsvoll anzusehen sind. Bezogen auf die zusammengefasste Stichprobe ist somit der Zusammenhang zwischen den physischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren als nicht bedeutungsvoll einzustufen. Der Wert für den Pfadkoeffizienten zwischen den psychischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren ist hingegen mit 0,877 als hoch einzuordnen, somit sind die Auswirkungen der psychischen Reaktionen auf die Leistungsindikatoren weitaus stärker und bedeutungsvoller ausgeprägt. Ebenso hat die Austaktung im beschriebenen Modell bei der betrachteten Stichprobe größere Auswirkungen auf die psychischen Reaktionen (0,776) als auf die physischen Reaktionen (0,379). Des Weiteren wirken sich die psychischen Reaktionen schwach auf die physischen Reaktionen aus (0,27). Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass im Zusammenhang mit dem Modellkonstrukt psychische Reaktionen größere negative Auswirkungen zu beobachten sind und somit dieses Modellkonstrukt bei der Untersuchung der Austaktung eine größere Rolle spielt. Dieses Ergebnis ist auch bei der Mehrgruppen-Kausalanalyse für jede einzelne Stichprobe zu beobachten. Dieses Ergebnis entspricht den Erwartungen, da die

Austaktung auch in der Literatur häufig im direkten Zusammenhang mit den erhobenen vier Indikatoren Monotonie, Stress, psychische Sättigung und psychische Ermüdung steht. Der Zusammenhang zwischen der Austaktung und den physischen Reaktionen hingegen ist in der Literatur nur vereinzelt belegbar, aber beobachtbar.

In Kapitel 9 konnte mittels verschiedener Tests geschlussfolgert werden, dass ein Vergleich der unterschiedlichen Stichproben miteinander durchgeführt werden kann. Die Ergebnisse dieser Analyse müssen allerdings mit Vorsicht interpretiert werden, da die einzelnen Stichprobenumfänge bei 67 Probanden für den Eintakter, bei 30 Probanden für den Achttakter und 45 Probanden für den Fünftakter liegen. Bei der Analyse der einzelnen Stichproben, wird die Forderung $N-t > 50$ von Bagozzi (1981) von keiner Stichprobe und keinem Modell erfüllt. Als Untersuchungsgegenstand diente die Cockpitmontage des Geschäftsfelds Kunststoff, weil auf zwei Montagelinien drei unterschiedliche Taktungsformen nebeneinander bestanden und somit eine Vergleichbarkeit gegeben war, was bei anderen Montagelinien nicht anzutreffen ist. Aus diesem Grund wurde bewusst das Risiko eingegangen für die Mehrgruppen-Kausalanalyse zu kleine Stichprobengrößen zu generieren. Trotz der kleinen Stichprobengrößen sind die Ergebnisse der Kausalanalyse konsistent mit den Ergebnissen der großen zusammengefassten Stichprobe und es ergab sich nur ein Schätzungsfehler bei der Stichprobe des Fünftakters im Zusammenhang mit dem Pfadkoeffizienten zwischen den physischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren. Allerdings liegen die Ergebnisse für den Eintakter und den Achttakter ebenso in einem nicht bedeutungsvollen Bereich für diesen betrachteten Zusammenhang, was auch schon bei der großen zusammengefassten Stichprobe zu beobachten war.

Im Rahmen der darauffolgenden Mehrgruppen-Kausalanalyse konnten einige der aufgestellten Hypothesen bestätigt werden. Im Rahmen des Strukturgleichungsmodells spiegeln die Pfadkoeffizienten zwischen den Konstrukten die Stärke der beobachteten Beziehungen wider. In der vorliegenden Analyse weist ein hoher Wert auf eine stärkere negative Beziehung zwischen den Modellkonstrukten hin.

Die erste Hypothese, welche besagt, dass je kürzer die Taktzeit ist, desto höher das Ausmaß an negativen psychischen Reaktionen ist, konnte teilweise bestätigt werden. Sowohl der Fünftakter, als auch der Achttakter weisen niedrigere und somit bessere Ergebnisse auf als der Eintakter. Allerdings konnte kein fallender Verlauf zwischen

den drei betrachteten Taktungsformen, welcher vermutet worden ist, festgestellt werden. Es konnte beobachtet werden, dass der Fünftakter die negativen psychischen Reaktionen in der vorliegenden Studie minimiert und nicht der Achttakter. Auch hier liegt die Vermutung nahe, ebenso wie bei der Analyse des t-Tests, dass die Arbeit in Zweierteams sich in Verbindung mit einer längeren Zykluszeit positiv auf die Bewertung ausgewirkt hat.

Die zweite Hypothese, welche besagt, dass je kürzer die Taktzeit ist, desto höher das Ausmaß an negativen physischen Reaktionen ist, konnte bestätigt werden. Zwischen den drei betrachteten Taktungsformen konnte ein fallender Verlauf beobachtet werden, wobei der Achttakter die negativen physischen Reaktionen, wie zuvor vermutet, minimiert. Hier ist auch der größte Unterschied zwischen Eintakter und Achttakter zu beobachten (36,89 Prozent). Der Wert für den Achttakter liegt knapp unter dem geforderten bedeutungsvollen Wert von 0,2. Dieses Ergebnis wurde im Vorfeld angenommen, da der Eintakter bei den kurzzyklischen, repetitiven Tätigkeiten, die die Entstehung von muskuloskelettalen Erkrankungen fördern, einzuordnen ist. Sowohl ältere Studien (Forcier, 1995) als auch eine aktuellere Studie von Schlick, Bruder und Luczak (2010) bestätigen diese Ergebnisse.

Die dritte Hypothese, welche besagt, dass je höher das Ausmaß an psychischen Reaktionen ist, desto niedriger die Zufriedenheit ist, konnte nicht überprüft werden, da das Modellkonstrukt Zufriedenheit aus dem Modell eliminiert werden musste. Ebenso bezieht sich die siebte Hypothese auf die Zufriedenheit. Diese besagt, dass je geringer die Zufriedenheit ist, desto schlechter fallen die Leistungsindikatoren aus. Diese Hypothese konnte ebenso nicht überprüft werden, da das Modellkonstrukt Zufriedenheit aus dem Modell entfernt worden ist.

Das Modellkonstrukt Zufriedenheit musste aus dem Modell entfernt werden, da die Analyse der Alpha-Werte für die Indikatoren Engagement und Aversionstendenzen Werte unter 0,7 lagen ergab. Ebenso wiesen die Items dieser beiden Indikatoren überwiegend unzureichende korrigierte Item-Skala-Korrelationen ($< 0,5$) auf. Beide Indikatoren wurden aus diesem Grund aus der weiteren Analyse ausgeschlossen. Die Messung des Modellkonstrukts Zufriedenheit sollte nur durch den Indikator Arbeitszufriedenheit mit einem Alpha-Wert von 0,861 erfolgen. Die Forderung von Weiber und Mühlhaus (2010), dass Modellkonstrukte aus methodischer Sicht bei reflektiven Messmodellen in einem Mehr-Konstrukt-Modell mindestens mit jeweils zwei Indikatoren gemessen werden sollten, wäre in diesem Fall nicht erfüllt. Ebenso

ist die Messung des Konstrukts Zufriedenheit in der Literatur sehr umstritten und der Zusammenhang zwischen der Zufriedenheit und dem erhobenen Modellkonstrukt Leistungsindikatoren (insbesondere Produktivität) ist in der Literatur nicht eindeutig bestimmt. Aus diesem Grund wurde das Modellkonstrukt Zufriedenheit aus dem Modell entfernt und die Hypothesen 3 und 7 konnten nicht überprüft werden. Wenn diese beiden Hypothesen zukünftig in weiteren Studien überprüft werden sollen, wird empfohlen das Modellkonstrukt Zufriedenheit erneut zu operationalisieren und messbar zu machen.

Die vierte Hypothese, welche besagt, dass je höher das Ausmaß an negativen psychischen Reaktionen ist, desto schlechter fallen die Leistungsindikatoren aus, konnte teilweise bestätigt werden. Der Wert für den Achttakter liegt zwar wie erwartet unterhalb des Wertes des Eintakters, allerdings konnte kein fallender Verlauf zwischen den betrachteten Taktungsformen, welcher vermutet worden ist, festgestellt werden. Der Unterschied zwischen Eintakter und Achttakter ist allerdings nur schwach ausgeprägt mit Werten von 0,898 für den Eintakter und 0,828 für den Achttakter. Es konnte beobachtet werden, dass der Fünftakter den Zusammenhang zwischen den psychischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren in der vorliegenden Studie mit einem Wert in Höhe von 0,999 maximiert. Dieses Ergebnis entspricht nicht den Erwartungen, da laut den aufgestellten Hypothesen 1 und 4 der Eintakter diesen Zusammenhang maximieren sollte. Insgesamt betrachtet weisen die Werte für alle drei Stichproben auf eine ausgeprägte, starke Beziehung zwischen den Modellkonstrukten psychische Reaktionen und Leistungsindikatoren hin. Dieses Ergebnis entspricht auch dem ersten Ergebnis, welches aus der zusammengefassten Stichprobe resultierte. Zusammenfassend ist bezüglich der vierten Hypothese zu sagen, dass über alle Stichproben hinweg das Modellkonstrukt psychische Reaktionen eine starke Auswirkung auf das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren hat. Es kann geschlussfolgert werden, dass alle drei Taktungen vergleichbare psychische Auswirkungen auf die Leistungsindikatoren haben und die Unterschiede geringer ausfallen als erwartet. Somit stellt die Taktgebundenheit an sich im Zusammenhang mit den Leistungsindikatoren das Problem dar und nicht die Länge des Taktes. Dieses Ergebnis, welches besagt, dass die Unterschiede geringer ausfallen als vermutet, entspricht dem Resultat, welches sich aus dem t-Test ergab. Die fünfte Hypothese, welche besagt, dass je höher das Ausmaß an negativen psychischen Reaktionen ist, desto höher das Ausmaß an negativen psychischen

Reaktionen ist, konnte mit den Stichproben nicht bestätigt werden. Zwar besteht zwischen dem Eintakter und dem Achttakter ein fallender Verlauf der Regressionsgewichte, allerdings liegt das Ergebnis für den Achttakter unter dem geforderten Wert von 0,2. Der Fünftakter weist hingegen den höchsten Wert (0,644) auf und maximiert somit die negativen Auswirkungen der psychischen Reaktionen auf die physischen Reaktionen. Dieses Ergebnis liegt möglicherweise daran, dass innerhalb des Fünftakters die physisch anspruchsvollsten Tätigkeiten durchgeführt werden und daraus die größte physische Belastung auf den Mitarbeiter resultiert. Innerhalb dieses Teams, welches nur aus Männern bestehen darf, werden von den Montagemitarbeitern die meisten und größten Lasten unter Zeitdruck gehandhabt. Die Austaktung wirkt sich beim Fünftakter stärker negativ auf die psychischen Reaktionen (0,715) als auf die physischen Reaktionen (0,218) aus, wobei die psychischen Reaktionen sich wiederum auf die physischen Reaktionen auswirken (0,644). Somit dient das Modellkonstrukt psychische Reaktionen als vermittelnde Variable, auch Mediator genannt, und dieser Zusammenhang stellt einen indirekten Effekt dar. Dieser Zusammenhang ist bei den anderen beiden Stichproben kaum ausgeprägt und könnte erklären, wieso bei der Stichprobe des Fünftakters die Beziehung zwischen den Modellkonstrukten psychische Reaktionen und physische Reaktionen deutlich stärker ausgeprägt ist als bei den anderen beiden Stichproben. Die sechste Hypothese, welche besagt, dass je höher das Ausmaß an negativen physischen Reaktionen ist, desto schlechter fallen die Leistungsindikatoren aus, konnte nicht bestätigt werden. Die Lösung für den Fünftakter liegt in einem nicht zulässigen Bereich, da die Berechnung des Fehlerterms e_{11} zu einem negativen Wert führt. Ebenso liegen die Ergebnisse für den Eintakter (0,101) und den Achttakter (0,161) in keinem bedeutungsvollen Bereich, was den Ergebnissen der zusammengefassten Stichproben entspricht (0,125). Somit sind die Ergebnisse in keinem bedeutungsvollen Bereich einzuordnen. Zusammenfassend ist zu sagen, dass auch bei der Mehrgruppen-Kausalanalyse im Zusammenhang mit dem Modellkonstrukt physische Reaktionen keine bedeutungsvollen negativen Auswirkungen zu beobachten sind und somit dieses Modellkonstrukt bei der Untersuchung der Austaktung eine geringfügigere Rolle spielt. Auch hier sind die bedeutungsvollen negativen Auswirkungen der psychischen Reaktionen wie bei der Modellüberprüfung mit der zusammengefassten Stichprobe hervorzuheben. Dieses Ergebnis entspricht wie zuvor beschrieben den Erwartungen, da die Austaktung in

der Literatur häufig im direkten Zusammenhang mit den psychischen Reaktionen steht. Die Beziehung zwischen der Austaktung und den physischen Reaktionen hingegen ist wie zuvor beschrieben in der Literatur nur vereinzelt nachweisbar.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass sowohl bei der zusammengefassten Stichprobe als auch bei der Mehrgruppen-Kausalanalyse die Pfadkoeffizienten im Zusammenhang mit den psychischen Reaktionen am stärksten ausfallen.

Sowohl bei der ersten Hypothese als auch bei der fünften Hypothese entsprechen die Ergebnisse des Fünftakters nicht den aufgestellten Hypothesen. Positiv hervorzuheben ist in dieser Stichprobe, dass die Montagemitarbeiter in Zweiertteams arbeiten können. Negativ hervorzuheben hingegen ist, dass die Mitarbeiter die physisch schwerste Arbeit verrichten müssen. Aus diesem Grund kann geschlussfolgert werden, dass die Vergleichbarkeit zwischen dem Fünftakter und den anderen beiden Taktungsformen nicht vollständig gegeben ist.

Abschließend ist zu sagen, dass bei außer Acht lassen der Fünftakter-Stichprobe die Stichprobe des Eintakters über vier von fünf erhobenen Pfadkoeffizienten die stärksten negativen Beziehungen aufweist in Übereinstimmung mit den aufgestellten Hypothesen. Eine Ausnahme stellen hier die Pfadkoeffizienten zwischen den Modellkonstrukten physische Reaktionen und Leistungsindikatoren dar, welche allerdings für beide Stichproben wie zuvor beschrieben in keinem bedeutungsvollen Bereich liegen. Dieses Ergebnis stützt die These, dass die Ergebnisse für die Stichprobe des Fünftakters nicht gänzlich vergleichbar mit den Ergebnissen für die Stichproben Eintakter und Achttakter sind.

13 Zusammenfassung und Ausblick

Im ersten Abschnitt der Zusammenfassung werden die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation noch einmal kurz erläutert. Im Anschluss wird eine Empfehlung bezüglich der Länge der Taktzeit gegeben, welche sich auf verschiedene Ergebnisse aus der Literatur bezieht. Darauffolgend erfolgt eine Analyse des Rotationskonzeptes in Verbindung mit einer Handlungsempfehlung. Ebenso wird das Festhalten am Eintakter kritisch hinterfragt. Als letztes wird noch einmal auf den ersten Ansatz in der Literatur eingegangen, eine Zykluszeit in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren zu berechnen, was das Ziel zukünftiger Forschungsstudien in Bezug auf die Taktzeit sein sollte.

In Bezug auf die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation ist zusammenfassend zu sagen, dass eine Reihe von Zusammenhängen empirisch mittels Strukturgleichungsmodellierung nachgewiesen werden konnten.

Zwar ist das aufgestellte Modell nach dem kritisch zu bewertenden Chi-Quadrat-Test und dem errechneten p-Wert sowie dem Bollen-Stine p-Wert keine gute Anpassung an die Realität und sollte verworfen werden (Bühner, 2011; Byrne, 2010), aber die in Kapitel 8.4.1 erhobenen Fit-Indizes zur Überprüfung des lokalen Modell-Fits, welche zusätzlich erhoben werden sollen, liegen in einem guten bis sehr guten Bereich. In diesem Zusammenhang kann das Modell 2 als gute Anpassung an die Realität bezeichnet werden, da es die empirische Varianz-Kovarianzmatrix möglichst gut vorhersagen kann, was durch die positiv zu bewertenden Fit-Indizes interpretiert werden kann.

Somit kann die Hypothese, welche besagt, dass die Austaktung negative Auswirkungen auf die psychischen Reaktionen hat, in der vorliegenden Dissertation nachgewiesen werden. Des Weiteren kann die Hypothese, dass die Austaktung bei kurzzyklischen, repetitiven Tätigkeiten zu physischen Reaktionen führt, in dieser Arbeit bestätigt werden. Ebenfalls kann der Zusammenhang zwischen den psychischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren nachgewiesen werden. Der Zusammenhang zwischen den physischen Reaktionen und den Leistungsindikatoren ist hingegen als nicht bedeutungsvoll einzustufen und konnte somit nicht bestätigt werden. Eine Betrachtung der Variable Zufriedenheit konnte im Rahmen der konfirmatorischen Faktorenanalyse nicht erfolgen, da dieses Modellkonstrukt im Laufe der Analyse aus dem Modell entfernt werden musste.

Im Rahmen der Mehrgruppenanalyse konnte der Zusammenhang zwischen der Austaktung und den psychischen Reaktionen über alle Gruppen hinweg beobachtet werden und fällt bei der Gruppe des Eintakters etwas stärker aus, allerdings ist die erwartete Differenz schwächer ausgeprägt als zu Beginn der Studie angenommen wurde. Der Zusammenhang zwischen der Austaktung und den physischen Reaktionen ist beim Eintakter deutlich stärker ausgeprägt als bei den anderen beiden Stichproben. Die Interpretation der Mehrgruppenanalyse muss allerdings mit Vorsicht erfolgen, da die Stichprobengrößen als nicht ausreichend einzustufen sind.

Bezogen auf die Mehrgruppenanalyse konnte darüber hinaus zwischen dem Eintakter und dem Achttakter ein fallender Verlauf der aufsummierten Regressionsgewichte identifiziert werden. Der Achttakter minimiert die Summe der Regressionsgewichte und somit die Summe der Auswirkungen der Austaktung und stellt damit in der vorliegenden Arbeit das Optimum dar. Dieses Ergebnis entspricht dem Resultat, welches sich bei der durchgeführten Studie mit REBA 9.0 ergab, da in diesem Zusammenhang eine Mindesttaktlänge von sieben Minuten gefordert wird. Die umfangreiche Literaturrecherche, welche im Rahmen der Dissertation durchgeführt worden ist, bestätigt ebenso dieses Ergebnis.

Als nächstes soll ergänzend noch auf einige wichtige Ergebnisse aus der Literatur eingegangen werden, welche als Handlungsempfehlung dienen sollen. Insgesamt betrachtet wird eine Verlängerung der Taktzeit in Verbindung mit einer Abkehr vom hohen Standardisierungsgrad empfohlen.

Engström u.a. (1996) empfehlen diesbezüglich die Einführung einer längeren Zykluszeit in Verbindung mit parallelen Montagelinien. Sie kommen in ihrer Studie zu dem Ergebnis, dass eine längere Zykluszeit mit parallelen Montagesystemen mit einer höheren Effizienz einhergeht als die Versteifung auf die Einführung von kurzen Taktzeiten in Serienmontagelinien, welche zu starken Belastungen der Mitarbeiter führen. Die nötigen Voraussetzungen wie technische und administrative Gegebenheiten müssen zuvor selbstverständlich geschaffen werden.

Neumann (2004) bestätigt in seiner Arbeit die zuvor genannten Ergebnisse und besagt, dass parallele Montagelinien mit langen Zykluszeiten sowohl ergonomische als auch produktive Vorteile gegenüber kurzzyklischen Montagelinien mit sich bringen. Dieser Effekt verstärkt sich, wenn mehrere Varianten auf einer Montagelinie gefertigt werden. Er weist darauf hin, dass diese Vorteile nur bei einer sorgfältigen

Implementierung, vor allem in Bezug auf die Materialanstellung, generiert werden können.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass Unternehmen, die eine längere Zykluszeit eingeführt haben und bei denen die Mitarbeiter einen größeren Handlungsspielraum besitzen, einen besseren Gesundheitsstand aufweisen. Ebenso sind diese Tatsachen für die persönliche Entwicklung von Relevanz und führen zu einer Senkung von physischen Belastungen und Verletzungen (Berggren u.a., 1992).

Im Rahmen der aktuellen Studie von Frieling u.a. (2012) wird ebenso eine Verlängerung der Taktzeit in Verbindung mit der Möglichkeit kurze Arbeitsunterbrechungen einzulegen empfohlen. Diese Änderung geht mit einer Senkung der Auslastung einher. Des Weiteren empfehlen sie eine Abkehr vom hohen Standardisierungsgrad um den Mitarbeitern mehr Spielraum zu schaffen, was im Rahmen der immer älter werdenden Belegschaft empfehlenswert ist.

Es wird die Vorgehensweise von Kvarnström (1996) als angemessen betrachtet. Dieser empfiehlt durch eine angemessene Taktlänge ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Ausbringung und Qualität zu schaffen und dem Mitarbeiter die Möglichkeit zu geben, innerhalb gewisser Grenzen, einen eigenen Arbeitsrhythmus zu entwickeln und die Arbeitsschritte nicht bis in alle Einzelheiten vorzugeben. Durch diese Vorgehensweise steigen die Motivation und die Zufriedenheit der Mitarbeiter und mittelfristig auch die Produktivität.

Das Job-Demand-Control Modell von Karasek (1979) bestätigt dieses Ergebnis. Dieses Modell beinhaltet die zwei Dimensionen Anforderungen und Kontrolle, was gleichzusetzen ist mit dem Tätigkeitsspielraum des Mitarbeiters. Zu den Arbeitsanforderungen gehören unter anderem der Zeitdruck und der Arbeitsinhalt. Karasek besagt, dass je höher die Anforderungen an den Mitarbeiter sind und je weniger Tätigkeitsspielraum er im Rahmen seiner Arbeit besitzt, desto mehr Stress und gesundheitliche Belastungen auftreten werden. Wenn im Rahmen von Lean Production die Arbeitsanforderungen in Form von Taktzeitverkürzungen steigen, sollte in diesem Zusammenhang der Tätigkeitsspielraum des Mitarbeiters ebenso betrachtet und erhöht werden.

Hinsichtlich der Kommunikation konnte ebenso ein positiver Effekt beobachtet werden. Überraschend ist die trotz längerer Taktzeit im Vergleich zum Eintakter positivere Bewertung des Fünftakters, da diese zuvor als die physisch schwerste zu verrichtende Arbeit definiert wurde. Dabei liegt die Vermutung nahe, dass die Arbeit

in Zweierteams und die Taktlänge sich positiv auf die Bewertung ausgewirkt hat und die ergonomischen Defizite dieses Teams aufgewogen hat.

Aus Sicht der Produktionsplaner werden häufig Montagefehler, welche mit der Länge der Taktzeit korrelieren sollen als Grund für die Einführung von kurzen Taktzeiten genannt. Diese Korrelation konnte in bisherigen Studien nicht festgestellt werden (Frieling, 1997). Lin u.a. (2001) bestätigen dieses Ergebnis und besagen, dass die vorgegebene Zeit für die Arbeitsaufgabe und ergonomische Defizite zusammen für rund 50% der Varianz bezüglich der Qualität verantwortlich sind, was ebenso für eine Verlängerung der Taktzeit spricht.

Das Argument der schnelleren Anlernung neuer Mitarbeiter, was häufig im Zusammenhang mit kurzen Taktzeiten genannt wird, wiegt die Nachteile der Einführung immer kürzer werdenden Taktzeiten nicht auf, sondern ist mit einer immer älter werdenden Belegschaft kritischer denn je zu bewerten. Ebenso kann in bisherigen Studien, wie zuvor erwähnt, die Korrelation zwischen langen Taktzeiten und Qualitätsdefiziten bzw. Fehlerhäufigkeiten nicht bestätigt werden. Generell ist zu sagen, dass die Argumente, die gegen die Einführung von kurzen Taktzeiten sprechen, deutlich überwiegen.

Da die Bedeutung des demografischen Wandels für die Produktion deutlich ansteigt (Prasch, 2010), sollte die Konsequenz dieser Entwicklung die Gestaltung besserer, altersgerechter Arbeitsplätze sein, um die Herausforderung der alternden Firmenbelegschaft zu begegnen. Das Ziel kann nicht in der Einführung immer kürzer werdenden Taktzeiten liegen. In diesem Zusammenhang ist zu sagen, dass eine ausreichend lange Taktzeit eingeführt werden sollte und somit eine Abkehr von dem vorliegenden Eintakter, welcher als sehr kurzzyklisch und repetitiv einzustufen ist, erfolgen sollte. Die Einführung von längeren Zykluszeiten wirkt sich auf eine Vielzahl von Variablen aus, welche einen direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens haben. Aus dem Fehlzeiten-Report 2013 geht hervor, dass 23 Prozent aller Arbeitsunfähigkeitstage (441 von 1.661 AU-Tagen je 100 Mitglieder) ursächlich auf muskuloskelettale Erkrankungen zurückzuführen sind. Zu der nächstgrößeren Krankheitsgruppe für eine Arbeitsunfähigkeit gehören die psychischen Störungen mit 244 AU-Tagen je 100 BKK Pflichtmitglieder (Badura u.a., 2013). Die Austaktung einer Montagelinie ruft, wie zuvor erwähnt, sowohl psychische als auch physische Reaktionen hervor, die wiederum zu Fehlzeiten des Mitarbeiters führen können, welche monetär erfasst werden können. In der vorliegenden

Dissertation konnte bestätigt werden, dass das Ausmaß an negativen Auswirkungen sich mit einer immer kürzer werdenden Taktzeit verstärkt. Im Rahmen einer immer älter werdenden Belegschaft ist die Einführung von kurzzyklischen und repetitiven Tätigkeiten besonders kritisch zu bewerten.

Es sollte ebenso die Rotation innerhalb des Teams betrachtet werden. Die Rotation innerhalb der unterschiedlichen Arbeitstakte gehört zu den Elementen des Ganzheitlichen Produktionssystems. Notbohm (1984) definiert Jobrotation als systematische und geplante Arbeitsplatzwechsel, wobei innerhalb der einzelnen Arbeitstakte Arbeitsinhalte bestehen bleiben. Beim Bestehen von einseitig belastenden Tätigkeiten werden diese nur für eine gewisse Zeit ausgeführt, anschließend erfolgt ein Wechsel der Tätigkeit, wobei dieser Tätigkeitswechsel zu einem Wechsel der beanspruchten Körperbereiche führen soll, um eine Entlastung für den Mitarbeiter zu erwirken. Im Rahmen der Cockpitmontage weisen alle Arbeitstakte ähnliche Arbeitstätigkeiten auf und können auf diese Weise keine Entlastung für den Mitarbeiter darstellen. Es wird den Mitarbeitern nur die Möglichkeit eröffnet zwischen Arbeitstakten zu rotieren, die alle als repetitiv einzustufen sind und die durchgängig eine Belastung für den Hand-Arm-Apparat und den oberen Rücken sind. Es wird empfohlen diese Rotation bzw. die Teamzugehörigkeit zu optimieren. So könnte eine Rotation zwischen den Teams der Montagelinien und der EHB erfolgen. Das Team EHB führt Kommissioniertätigkeiten und vorbereitende Tätigkeiten, wozu unter anderem die Vormontage des Handschuhkastens gehört, für die Montagelinien aus. In diesem Team werden vor allem ältere und leistungsgewandelte Mitarbeiter eingesetzt. Als leistungsgewandelte Mitarbeiter bezeichnet man Mitarbeiter, die aufgrund ihrer physischen oder psychischen Beeinträchtigungen die Arbeitsanforderungen nicht mehr voll erfüllen können. Diese Mitarbeiter müssen gemäß ihrer Tätigkeitseinschränkungen ordnungsgemäß eingesetzt werden und können nicht ohne weiteres die Tätigkeiten auf den Montagelinien ausführen. Aus diesem Grund wird die Umsetzung möglicher optimierter Rotationskonzepte erschwert. Eine weitere Erschwerung für die Umsetzung dieser Konzepte sind die unterschiedlichen Zugehörigkeiten zu Arbeitssystemen, welche mit unterschiedlichen Lohngruppen einhergehen. Die vorgegebenen unternehmerischen Strukturen erschweren im vorliegenden Fall die Optimierung der Arbeitsplätze und sollten gegebenenfalls gelöst werden.

Es ist in diesem Kontext auf das Konzept von Hacker (1991) hinzuweisen. In diesem Ansatz wird das Konzept der vollständigen Tätigkeit als Voraussetzungen für eine Gestaltung von Arbeitstätigkeiten beschrieben, welche die Beanspruchung von Arbeitnehmern optimiert. Diese Arbeitstätigkeiten bestehen zum Beispiel in „vielfältigen geistigen und körperlichen Anforderungen, Handlungs- und Entscheidungsspielräumen, Transparenz, Möglichkeiten zur Kooperation, Kommunikation und zum Lernen“ (Richter, 2000, S.9). Insgesamt betrachtet wird empfohlen eine Aufgabenvollständigkeit zu erzielen, indem die Mitarbeiter Planung, Ausführung und Kontrolle der Arbeitstätigkeit realisieren. Im vorliegenden Bereich führen die Montagemitarbeiter nur ausführende Tätigkeiten aus. Lediglich die ernannten Teamsprecher führen im Rahmen ihrer täglichen Arbeit zusätzliche Arbeitstätigkeiten hinsichtlich Planung und Kontrolle aus. Positiv hervorzuheben ist die Möglichkeit der Teilnahme an Workshops. Im Rahmen dieser Workshops können die Mitarbeiter an der Gestaltung bzw. Optimierung ihrer Arbeitsplätze mitarbeiten und somit über ihre ausführende Tätigkeit hinaus mitwirken. Die Anzahl an Workshops pro Jahr und die freien Plätze in diesen Workshops sind allerdings begrenzt.

Trotz der vielseitigen Bemühungen der Volkswagen AG die Arbeitsplätze im Rahmen einer ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung menschengerecht zu gestalten, um die Gesundheit und Einsatzfähigkeit der Mitarbeiter, unter der Berücksichtigung des demografischen Wandels, langfristig zu erhalten, wird am Modell des Eintakters im Rahmen des Volkswagen Produktionssystems festgehalten. Dabei wird Bezug genommen auf die Arbeit von Womack u.a. (1990). Demnach sind die Elemente des japanischen Ganzheitlichen Produktionssystems unteilbar, nicht kombinierbar und nicht modifizierbar (Berggren u.a., 1991). Adler u.a. (1997) heben in diesem Zusammenhang allerdings hervor, dass schlecht implementierte Lean Production Systeme zu einem Anstieg der Krankheitsfälle führen können, wenn aber im Rahmen der Implementierung der Fokus auf die Gesundheit und Sicherheit gelegt wird, kann eine Verbesserung der Ergonomie erzielt werden. In diesem Zusammenhang sollten Varianten oder auch hybride Formen des Produktionssystems zugelassen werden, um den negativen Auswirkungen einiger Elemente des ursprünglichen japanischen Ganzheitlichen Produktionssystems entgegen zu wirken (Adler, 1994). Es existieren bereits hybride Formen in Schweden und in den USA, die positiv hervorzuheben sind (Bjorkman, 1996; LaBar, 1994). Als Beispiel nennt Bjorkman (1996) ein

Unternehmen in Schweden, welchem es gelungen ist, durch geeignete Teambildungsmaßnahmen, Multiskilling, Job Rotation und einer Prozessorganisation, welche mit dem Ende der Linienmontage einhergingen, monotone Arbeitsaufgaben zu reduzieren. Diese hybriden Formen sollten dabei genauer analysiert werden, um positive Effekte daraus für das eigene Unternehmen mit den bestehenden Rahmenbedingungen zu ziehen. Dabei sollte eine Abkehr von den strengen Vorgaben des Ganzheitlichen Produktionssystems nach Toyota bezüglich der Taktzeit nicht negativ bewertet werden, sondern im vorliegenden Fall als Anpassung beziehungsweise als Optimierung für die Strukturen des eigenen Unternehmen gesehen werden.

Grundsätzlich stellt sich die Frage nach der optimalen Länge der Taktzeit. Die Taktzeit und die damit verbundenen Belastungen, welche wiederum zu einer Beanspruchung des Mitarbeiters führen können, sind von einer Reihe verschiedener Faktoren abhängig. Das Ziel zukünftiger Forschungsarbeit sollte die Berechnung einer optimalen Zykluszeit in Abhängigkeit von diesen verschiedenen Faktoren sein.

In diesem Zusammenhang existiert ein erster Ansatz, welcher die Einführung einer ergonomischen Zykluszeit fordert. Dieser Ansatz von Kapellusch u.a. (2012) berechnet eine ergonomische Zykluszeit in Abhängigkeit von Risikofaktoren, welche eine muskuloskelettale Erkrankung fördern. Dieser Ansatz stellt einen ersten Schritt in die richtige Richtung dar und sollte weiter verfolgt werden. In diesem Zusammenhang sind aber nicht nur die Risikofaktoren für das Zustandekommen von muskuloskelettalen Erkrankungen zu beachten, sondern ebenso die Risikofaktoren für das Zustandekommen von psychischen Erkrankungen. Somit fordert diese Vorgehensweise sowohl eine Bewertung aller Arbeitsplätze hinsichtlich ergonomischer physischer Kriterien als auch eine Bewertung aller Arbeitsplätze hinsichtlich ihrer psychischen Gefährdungspotenziale. Hinzu kommen die Beurteilung des verfolgten Rotationskonzepts und die Bewertung der Vollständigkeit der Tätigkeit nach Hacker (1991). Diese Faktoren miteinander in Einklang zu bringen und darauf aufbauend eine Taktzeit zu berechnen sollte das Forschungsziel künftiger Studien bezüglich der Taktzeit sein.

Ebenso ist es aus wirtschaftlicher Sicht empfehlenswert, die Kosten aufzuzeigen, welche mit einer Verkürzung der Taktzeit einhergehen und diese Beziehung in einem Modell darzustellen. Für dieses Modell müssten alle Faktoren, welche sich finanziell auf das Unternehmen auswirken, monetär bewertet werden, wobei hier vor allem die

Leistungsindikatoren und physischen Reaktionen hervorzuheben sind. In diesem Modell könnten die Kosten in Abhängigkeit von der Taktzeit aufgezeigt werden und würden dem Unternehmen Transparenz bezüglich der finanziellen Auswirkungen schaffen, woraus direkt Handlungsempfehlungen resultieren.

Schlussfolgernd lässt sich der unternehmerische Handlungsbedarf wie folgt zusammenfassen: Es wird eine Abkehr vom Eintakter und die Einführung längerer Zykluszeiten in Verbindung mit einer Abkehr vom hohen Standardisierungsgrad in Verbindung mit einer Erhöhung des Tätigkeitsspielraums empfohlen. Darüber hinaus soll mittels Rotation eine Aufgabenvollständigkeit erzielt werden, indem die Mitarbeiter Planung, Ausführung und Kontrolle der Arbeitstätigkeit realisieren. Es sollten Varianten oder auch hybride Formen des Produktionssystems zugelassen werden, um den negativen Auswirkungen einiger Elemente des ursprünglichen japanischen Ganzheitlichen Produktionssystems entgegen zu wirken. Das Ziel sollte die Berechnung und Einführung einer optimalen Zykluszeit in Abhängigkeit von physischen und psychischen Kriterien mit Einbeziehung des Rotationskonzepts und einer Aufgabenvollständigkeit sein.

14 Literaturverzeichnis

- Adler, P., Goldoftas, B. & Levine, D. (1997):** Ergonomics, Employee Involvement, and the Toyota Production System: A Case Study of NUMMI's 1993 Model Introduction, *Industrial and Labor Relations Review*, 50, Nr. 3, S. 416-437.
- Adler, P. (1994):** Review of „Alternatives to lean production“, by C. Berggren, *American Journal of Sociology*, 99, S. 1366-1368.
- Allegro, J.T. & Veermann, T.J. (1998):** Sickness Absence, in: Pieter Johan Diederik Drenth, Henk Thierry, Charles Johannes Wolff (Ed.): *Handbook of Work and Organizational Psychology: Work psychology*, Psychology Press, East Sussex.
- Arbeitsgruppe des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (2002):** Konzept zur Ermittlung psychischer Fehlbelastungen am Arbeitsplatz und Möglichkeiten der Prävention, *Sicher ist sicher*, 5, S. 206-216.
- Arbuckle, J. L. (1997):** Amos user's guide: version 3.6, SmallWaters Corp., Chicago.
- Wittig, P., Nöllenheidt, C. & Brenscheidt, S. (2012):** Grundausswertung der BIBB/BAuA Erwerbstätigenbefragung 2012 mit den Schwerpunkten Arbeitsbedingungen, Arbeitsbelastungen und gesundheitliche Beschwerden, 1. Auflage, Dortmund, zuletzt abgerufen am 23.04.2014 von http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd73.pdf;jsessionid=87A181EA14D6C2BA00F82EEC97B535DB.1_cid380?__blob=publicationFile&v=5.
- Ariens, G. A., Bongers, P. M., Douwes, M., Miedema, M. C., Hoogendoorn, W. E., Van der Wal, G., Bouter, L. M. & Van Mechelen, W. (2001a):** Are neck flexion, neck rotation, and sitting at work risk factors for neck pain? Results of a prospective cohort study, *Occup. Environ. Med.*, 58(3), S. 200-207.
- Ariens, G. A., Bongers, P. M., Hoogendoorn, W. E., Houtman, I. L., Van der Wal, G. & Van Mechelen, W. (2001b):** High quantitative job demands and low coworker support as risk factors for neck pain: results of a prospective cohort study, *Spine*, 26(17), S. 1896-1901.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2008):** *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*, 12. vollständig überarbeitete Ausgabe, Springer, Berlin.
- Backhaus, K., Erichson, B. & Weiber, R. (2011):** *Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*, Springer, Berlin.
- Badura, B., Ducki, A., Schröder, H., Klose, J. & Meyer, M. (2013):** *Fehlzeiten-Report 2013 - Verdammt zum Erfolg - die süchtige Arbeitsgesellschaft?*, Springer, Berlin.

- Bagozzi, R.P. (1981):** Evaluating Structural Equation Models With Unobservable Variables and Measurement Error: A Comment, *Journal of Marketing Research*, Vol. 18, S. 375-381.
- Bagozzi, R.P. & Edwards, J.R. (1998):** A General Approach for Representing Constructs in Organizational Research, *Organizational Research Methods*, 1, S. 45-87.
- Bagozzi, R.P. & Baumgartner, H. (1994):** The Evaluation of Structural Equation Models and Hypotheses Testing, in: Bagozzi, R.P. (Ed.): *Principles of Marketing Research*, Cambridge, S. 386-422.
- Bagozzi, R.P. & Heatherton, T.F. (1994):** A General Approach for Representing Multifaceted Personality Constructs: Application to State Self-Esteem, *Structural Equation Modeling*, 1, S. 35-67.
- Bagozzi, R.P. & Yi, Y. (1988):** On the Evaluation of Structural Equation Models, *Journal of the Academy of Marketing Science*, Vol. 16, S. 74-94.
- Barrett, P. (2007):** Structural equation modelling: Adjudging model fit, *Personality and Individual Differences*, Vol. 42, S. 815-824.
- BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) (2010):** Kosten für Arbeitsunfähigkeit – Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit 2010, zuletzt abgerufen am 08.05.2014 von <http://www.baua.de/de/Informationen-fuer-die-Praxis/Statistiken/Arbeitsunfaehigkeit/Kosten.html>.
- Baumgartner, H. & Homburg, C. (1996):** Applications of structural equation modeling in marketing and consumer research - A review, *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 13, S. 139-161.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011):** Checklisten zur Erfassung der Fehlbeanspruchungsfolgen - ChEF. Schwachstellen erkennen - Maßnahmen ableiten - Arbeit menschengerecht gestalten, zuletzt abgerufen am 08.05.2014 von <http://www.baua.de/de/Informationen-fuer-die-Praxis/Handlungshilfen-und-Praxisbeispiele/ChEF.html>.
- Beauducel, A. & Wittmann, W.W. (2005):** Simulation study on fit indices in confirmatory factor analysis based on data with slightly distorted simple structure, *Structural Equation Modeling*, 12, S. 41-75.
- Beevis, D. (2003):** Ergonomics - Costs and Benefits Revised, *Applied Ergonomics* 34, S. 491-496.
- Beevis, D. & Slade, I.M. (2003):** Ergonomics - Costs and benefits, *Applied Ergonomics* 34, S. 413-418.

- Bentler, P.M. (1985):** Theory and Implementation of EQS: A Structural Equations Program, Los Angeles.
- Berggren, C., Bjorkman, T., & Hollander, E. (1991):** Are they unbeatable? Report from a field trip to study transplants, the Japanese owned auto plants in North America, Schweden, Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Berggren, C., Bjorkman, T., & Hollander, E. (1992):** Are they unbeatable?: Report from a field trip to study transplants, the Japanese owned auto plants in North America (Vol. 12), University of New South Wales.
- Berggren, C. (1991):** Von Ford zu Volvo: Automobilherstellung in Schweden, Springer-Verlag.
- Berggren, C. (1993):** Alternatives to lean production: Work organization in the Swedish auto industry, No. 22, Cornell University Press.
- Bjorkman, T. (1996):** The rationalisation movement in perspective and some ergonomic implications, Applied Ergonomics, Volume 27, Issue 2, April 1996, S. 111–117.
- BKK Dachverband (2013):** BKK-Gesundheitsreport 2013, Gesundheit in Bewegung, Schwerpunkt Muskel- und Skeletterkrankungen, Königsdruck Printmedien und digitale Dienste GmbH, Berlin.
- Bozdogan, H. (1987):** Model Selection and Akaike's Information Criterion (AIC): The General Theory and its Analytical Extensions, Psychometrika, 52. Jg., S. 345-370.
- Bödeker, W. & Barthelmes, I. (2011):** Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren und Berufe mit hoher Krankheitslast in Deutschland: Synopse des wissenschaftlichen Kenntnisstandes und ergänzende Datenanalysen, iga-Report 22 - Arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren und Berufe mit hoher Krankheitslast in Deutschland, Synopse des wissenschaftlichen Kenntnisstandes und ergänzende Datenanalysen.
- Bollen, K.A. (1989):** Structural Equations with Latent Variables, New York.
- Bollen, K.A. & Lennox, R. (1991):** Conventional Wisdom in Measurement: A Structural Equation Perspective, Psychological Bulletin, Vol. 110, No. 2, S. 305-314.
- Boomsma, A. (1983):** On the Robustness of LISREL (Maximum Likelihood Estimation) Against Small Sample Size and Non Normality, Haren.
- Borg, I. & Staufenbiel, T. (2007):** Lehrbuch Theorien und Methoden der Skalierung, 4. vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe, Huber, Bern.

- Bortz, J. & Döring, N. (2006):** Forschungsmethoden und Evaluation für Human und Sozialwissenschaftler (4., überarbeitete Ausg.), Springer Medizin Verlag, Heidelberg.
- Boysen, N., Fliedner, M. & Scholl, A. (2008):** Assembly line balancing: Which model to use when? *International Journal of Production Economics*, 111, S. 509-528.
- Brosius, F. (2011):** SPSS 19, mitp, Heidelberg.
- Browne, M. & Cudeck, R. (1993):** Alternative Ways of Assessing Equation Model Fit, in: Bollen, K.A. & Long, J.S. (Eds.), *Testing Structural Equation Models*, Newbury Park, S. 136-162.
- Buck, H., Kistler, E. & Mendijs, H.G. (2002):** Demographischer Wandel in der Arbeitswelt, Chancen für eine innovative Arbeitsgestaltung, IRB-Verlag, Stuttgart.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011):** Checklisten zur Erfassung der Fehlbeanspruchungsfolgen - ChEF. Schwachstellen erkennen - Maßnahmen ableiten - Arbeit menschengerecht gestalten, zuletzt abgerufen am 01.07.2014 von <http://www.baua.de/de/Informationen-fuer-die-Praxis/Handlungshilfen-und-Praxisbeispiele/ChEF.html>.
- Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung (2004):** Arbeitsunfähigkeits-Richtlinien (2004), Bekanntmachung des Bundesausschusses der Ärzte und Krankenkassen über die Beurteilung der Arbeitsunfähigkeit und die Maßnahmen zur Wiedereingliederung (Arbeitsunfähigkeits-Richtlinien), § 92 Abs. 1 Satz 2 Nr. 7 SGB V. Köln: Bundesanzeiger 29.03.2004.
- Bühner, M. (2011):** Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion, Pearson Studium, München.
- Burke, R.J. (1969-1970):** Occupational and life strains, satisfaction and mental health, *Journal of Business Administration*, 1, S. 35-41.
- Byrne, B.M. (2001):** Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming, Erlbaum, Mahwah, New Jersey.
- Byrne, B. (2010):** Structural equation modeling using AMOS, Basic concepts, applications, and programming, 2. ed., Routledge, New York.
- Byrne, B.M. (1989):** A primer of LISREL: Basic applications and programming for confirmatory factor analytic model, New York.

- Canadian Centre for Occupational Health and Safety (2005):** Work-related Musculoskeletal Disorders (WMSDs), zuletzt abgerufen am 23.05.2014 von <http://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/rmirsi.html>
- Carlson, M. & Mulaik, S.A. (1993):** Trait ratings from descriptions of behavior as mediated by components of meaning, *Multivariate Behavioral Research*, 28, S. 111-159.
- Cheung, G.W. & Rensvold, R.B. (2002):** Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance, *Structural Equation Modeling*, 9(2), S. 233-255.
- Chin, W.W. (1998):** Issues and Opinion on Structural Equation Modeling, *Management Information Systems Quarterly*, 22(1), S. 7-16.
- Churchill, G.A. (1979a):** A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs, in: *Journal of Marketing Research*, Vol. 16, No. 1, S. 64-73.
- Churchill, G.A. (1979b):** *Marketing Research: Methodological Foundations*, 4. ed., Fort Worth.
- Conti, R., Angelis, J., Cooper, C., Faragher, B. & Gill, C. (2006):** The effects of lean production on worker job stress, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 26 Iss: 9, S.1013-1038.
- Cortina, J. M. (1993):** What is Coefficient Alpha? Examination of Theory and Applications, *Journal of Applied Psychology*, 78(1), S. 98-104.
- Cox, T. (1985):** Repetitive work: occupational stress and health, in: Cooper, C.L. and Smith, M. (Ed.): *Job Stress and Blue Collar Work*, Wiley & Sons, Chichester.
- Cox, T. (1985):** The nature and measurement of stress, *Ergonomics*, 28, S. 1155-1163.
- Debitz, U., Jordan, P., Pohlandt, A., Richter, P. & Schulze, F. (2009):** *Handbuch zum PC Programm Analyse, Bewertung und Gestaltung von Tätigkeiten unter Berücksichtigung von Sicherheit und Gesundheit*, InfoMedia, Bochum.
- Deutsche Gesellschaft für Personalführung e.V. (2007):** Sind zufriedener Mitarbeiter gesünder und arbeiten sie härter?, *Fragestellungen und Traditionen der Forschung zur Arbeitszufriedenheit*, Personalführung 3/2007, Themenschwerpunkt, zuletzt abgerufen am 22.05.2014 von <http://www.dgfp.de/wissen/personalwissen-direkt/dokument/83356/herunterladen>.

- Dwyer, D.J., & Fox, M.L. (2006):** The Relationship Between Job Demands and Key Performance Indicators: Moderating Effects of Job Resources in Call Centers, *Journal of Business & Management*, 12(2).
- Eberl, M. (2004):** Formative und reflektive Indikatoren im Forschungsprozess: Entscheidungsregeln und die Dominanz des reflektiven Modells, in: *Schriften zur Empirischen Forschung und Quantitativen Unternehmensplanung*, Heft 19.
- Eklund, J.A.E. (1995):** Relationships between ergonomics and quality in assembly work. *Applied Ergonomics* 26 (1), S. 15-20.
- Engström, T., Jonsson, D. & Medbo, L. (1996):** Production model discourse and experiences from the Swedish automotive industry, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16 Issue: 2, S.141 – 158.
- Ertel, M., Junghanns, G., Pech, E. & Ullsperger, P. (1997):** Auswirkungen der Bildschirmarbeit auf Gesundheit und Wohlbefinden, Ergebnisse betrieblicher Untersuchungen mit dem Fragebogen "Gesundheit am Bildschirmarbeitsplatz" (Schlussbericht), 1. Auflage, *Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven*, (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Forschungsbericht, Fb 762).
- Falck, A., Örtengen, R. & Högberg, D. (2008):** The influence of assembly ergonomics on product quality and productivity in car manufacturing – a cost-benefit approach, zuletzt abgerufen am 24.01.2013 von http://www.his.se/PageFiles/2413/The_influence_of_assembly_ergonomics_on_product_quality_and_productivity_in_car_manufacturing.pdf.
- Fischer, L. & Lück, H.E. (1972):** Entwicklung einer Skala zur Messung von Arbeitszufriedenheit (SAZ), in: *Psychologie und Praxis*. H. 16, S. 64-76.
- Fornell, C. (1982):** A Second Generation of Multivariate Analysis: An Overview, in: *Fornell, C. (ed.): A Second Generation of Multivariate Analysis: Classification of Methods and Implications for Marketing Research, Volume 1: Methods*, New York, S. 1-21.
- Fornell, C. & Larcker, D.F. (1981):** Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error, *Journal of Marketing Research*, Vol. 18, No. 1, S. 39-50.
- Fredriksson, K., Alfredsson, L., Thorbjörnsson, C. B., Punnett, L., Toomingas, A., Torgén, M. & Kilbom, A. (2000):** Risk factors for neck and shoulder disorders: a nested case-control study covering a 24 year period, *American Journal of Industrial Medicine*, 38, S. 1-13.
- Frieling, E. (Hrsg.) (1997):** *Automobilmontage in Europa*, Frankfurt/Main Campus.

- Frieling, E., Kotzab, D., Enriquez-Diaz, A. & Sytch, A. (2012):** Mit der Taktzeit am Ende – die älteren Beschäftigten in der Automobilmontage, *Ergonomia*, 1. Auflage, Stuttgart.
- Fucini, J. & Fucini, S. (1990):** Working for the Japanese: Inside Mazda's American auto plant, Free Press, New York.
- George, D. & Mallery, P. (2002):** SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 11.0 Update, 4. Auflage, Allyn & Bacon.
- Greiner, B.A., Krause, N., Ragland, D.R. & Fisher, J.M. (1998):** Objective Stress Factors, Accidents and Absenteeism in Transit Operators: A Theoretical Framework and Empirical Evidence, *Journal Of Occupational Health Psychology*, Vol. 3, S. 130-146.
- Garrahan, P. & Stewart, P. (1992):** The Nissan Enigma-Flexibility at Work in a Local Economy, Mansell, London.
- Hacker, W. (1991):** Aspekte einer gesundheitsstabilisierenden und-fördernden Arbeitsgestaltung, *Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie* 35, (N.F.9), Heft 2, S. 48-58.
- Hacker, W., Fritsche, B., Richter, P. & Iwanowa, A. (1995):** Tätigkeitsbewertungssystem TBS, Verfahren zur Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeitstätigkeiten, in Ulich, E. (Hrsg.) *Mensch-Technik-Organisation* (Bd. 7), vdf Hochschulverlag, Zürich.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E. & Tatham, R.L. (2006):** *Multivariate data analysis*, New Jersey: Pearson.
- Hall, R.J., Snell, A.F. & Singer Foust, M. (1999):** Item parceling strategies in SEM: Investigating the subtle effects of unmodeled secondary constructs, *Organizational Research Methods*, 2 (3), S. 233-256.
- Harrison, D.A., Newman, D.A., & Roth, P.L. (2006):** How important are job attitudes? Meta-analytic comparisons of integrative behavioral outcomes and time sequences, *Academy of Management Journal*, 49: 305–325.
- Herzberg, F., Mausner, B. & Snyderman, B. (1959):** *The Motivation to Work*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Hildebrandt, L. & Temme, D. (2006):** Probleme der Validierung mit Strukturgleichungsmodellen, *Die Betriebswirtschaft*, 66. Jg., Heft 6, S. 618-639.
- Höpflinger, F. (2009):** Ältere Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen aus soziologischer Sicht, zuletzt abgerufen am 14.07.2014 von <http://www.hoepflinger.com/fhtop/Arbeit50plus.pdf>.

- Höbel, Eric (2014):** Analyse von Arbeitssystemen und Ableitung von Bewegungsstandards am Beispiel der Cockpitvormontage des VW Werkes Wolfsburg und Entwicklung einer Methodik zur nachhaltigen Vermittlung ergonomischer Bewegungsabläufe, Masterarbeit, Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.
- Homburg, C. & Baumgartner, H. (1995):** Beurteilung von Kausalmodellen - Bestandsaufnahme und Anwendungsempfehlungen, Marketing ZfP, Vol. 17, Heft 3, S. 162-176.
- Homburg, C. & Pflesser, C. (2000):** A Multiple-Layer Model of Market- Oriented Organizational Culture: Measurement Issues and Performance Outcomes, Journal of Marketing Research, 37. Jg., Nr. 4, S. 449-462.
- Homburg, C. & Giering, A. (1996):** Konzeptualisierung und Operationalisierung komplexer Konstrukte - Ein Leitfaden für die Marketingforschung, in: Marketing: Zeitschrift für Forschung und Praxis, 18. Jg., Heft 1, S. 5-24.
- Homburg, C., Klarmann, M. & Pflesser, C. (2008):** Strukturgleichungsmodell mit latenten Variablen: Kausalanalyse, in: Hermann, A., Homburg, C. & Klarmann, M. (Hrsg.): Handbuch Marktforschung, 3. Auflage, Wiesbaden, S. 547-577.
- Hoogendoorn, W.E., Bongers, P.M., De Vet, H.C., Douwes, M., Koes, B.W., Miedema, M.C., Ariens, G.A. & Bouter, L.M. (2000a):** Flexion and rotation of the trunk and lifting at work are risk factors for low back pain: results of a prospective cohort study, Spine, 25(23), S. 3087-3092.
- Hoogendoorn, W.E., Bongers, P.M., De Vet, H.C., Houtman, I.L., Ariens, G.A., Van Mechelen, W. & Bouter, L.M. (2001):** Psychosocial work characteristics and psychological strain in relation to low-back pain, Scandinavian Journal of Work Environment and Health, 27(4), S. 258-267.
- Hoyle, R.H. (1999):** Statistical strategies for small sample research, Sage Publications, Thousand Oaks, CA.
- Hu, L. & Bentler, P.M. (1999):** Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives, Structural Equation Modeling, 6 (1), S. 1-55.

- Iffländer, J., Schmicker, S. & Wassmann, S. (2013):** Projektbericht, Erfassung psychischer Belastungen in der Cockpitmontage und Ableitung entsprechender Arbeitsgestaltungsempfehlungen - Projektnummer AZ-76988089, in Auftrag von der Volkswagen AG, durchgeführt von der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg - Fakultät für Maschinenbau - Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb - Lehrstuhl für Arbeitswissenschaft und Arbeitsgestaltung in Kooperation mit der METOP GmbH - An-Institut der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg.
- Jöreskog, K. (1993):** Testing Structural Equations Models, in: Bollen, K.A. & Long, J.S. (Eds.), Testing Structural Equation Models, Sage Publications, Newbury Park, CA, S. 294-316.
- Judge, T., Thoresen, C., Bono, J. & Patton, G. (2001):** The Job Satisfaction-Job Performance Relationship: A Qualitative and Quantitative Review, Psychological Bulletin, Vol. 127, No. 3, S. 376 - 407.
- Kaiser, H.F. (1974):** An Index of Factorial Simplicity, in: Psychometrika, Vol. 39, S. 31-36.
- Kaiser, H. F. und Rice, J. (1974):** Little Jiffy, Mark IV, Educational and Psychological Measurement, 34, S. 11-117.
- Kapellusch, J. M., Kapellusch, J. M. & Garg, A. (2012):** Conference Proceeding: Ergonomic cycle time: A proposed metric for the design of safe, productive manufacturing jobs, 10th International Conference on Manufacturing Research, Birmingham, England, 09/2012.
- Karasek, R. A. (1979):** Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign, Administrative science quarterly, 24(2).
- Kerr, M. S., Frank, J. W., Shannon, H. S., Norman, R. W., Wells, R. P., Neumann, W. P. & Bombardier, C. (2001):** Biomechanical and psychosocial risk factors for low back pain at work, American Journal of Public Health, 91(7), S. 1069-1075.
- Kleinbeck, U. (1996):** Arbeitsmotivation, Juventa Verlag, München.
- Kline, R.B. (2005):** An Easy Guide to Factor Analysis, Routledge, London.
- Kuorinka, I. & Forcier, L. (1995):** Work related musculoskeletal disorders (WMSDs): A reference book for prevention, Taylor & Francis, London and Bristol.
- Kvarnström, S. (1996):** Stress prevention for blue-collar workers in assembly-line production, Conditions of work and welfare facilities branch, Working paper, Genf.

- LaBar, G. (1994):** Safety at Saturn: A team effort, *Occupational Hazards*, S. 41-44.
- Landau, K. (2011):** Arbeitsgestaltung für alternde Belegschaften, in ASU-protect Das Magazin für Arbeitsschutzmanagement 1.11, Gentner Verlag, Stuttgart, S.30-33.
- Landsbergis, P.A., Cahill, J. & Schnall, P. (1999):** The Impact of Lean Production and Related New Systems of Work Organization on Worker Health, *Journal of Occupational Health Psychology*, Vol. 4, No.2, S. 108-130.
- Landsbergis, P.A., Adler, P.S., Babson, S., Johnson, J., Kaminski, M., Lessin, N., MacDuffie, J.P., Nishiyama, K., Parker, S. & Richardson, C. (1998):** Lean production and worker health: A discussion, *New Solutions*, 8(4), S. 499-523.
- Lewchuk, W. & Robertson, D. (1996):** Working Conditions under Lean Production: A Workerbased Benchmarking Study, *Asia Pacific Business Review*, 2: 4, S. 60 - 81.
- Liebig, C. & Müller, K. (2005):** Mitarbeiterbefragung online oder offline? Chancen und Risiken von papierbasierten versus internetgestützten Befragungen, in Jöns, I. & Bungard, W. (Hrsg.), *Feedbackinstrumente im Unternehmen, Grundlagen, Gestaltungshinweise, Erfahrungsberichte*, Gabler, Wiesbaden, S. 209-219.
- Liker, J.K. & Meier, D.P. (2007):** Praxisbuch der Toyota Weg: Für jedes Unternehmen, FinanzBuch Verlag, München.
- Liker, J.K. (2007):** Der Toyota Weg, 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns, FinanzBuch Verlag, München.
- Lin, L., Drury, C. & Kim, S.-W. (2001):** Ergonomics and Quality in Paced Assembly Lines, *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 11(4), S. 377-382.
- Little, T. D., Cunningham, W. A., Shahar, G. & Widaman, K. F. (2002):** To parcel or not to parcel: Exploring the question, weighing the merits, *Structural Equation Modeling*, 9 (2), S. 151-173.
- Locke, E.A. (1976):** The nature and causes of job satisfaction, in Dunnette, M.D. (Ed.), *Handbook of industrial and organizational psychology*, Rand McNally, Chicago, S.1297-1349.
- Loehlin, J.C. (1987):** *Latent Variable Models*, Hillsdale, NJ.
- Malchaire, J., Piette, A. & Cock, N. (2001b):** Associations between hand-wrist musculoskeletal and sensorineural complaints and biomechanical and vibration work constraints, *The Annals of Occupational Hygiene*, 45(6), S 479-491.

- May, D. R., Gilson, R. L. & Harter, L. M. (2004):** The psychological conditions of meaningfulness, safety and availability and the engagement of the human spirit at work. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 77, S. 11-37.
- Meijman, T. F. & Mulder, G. (1998):** Psychological aspects of workload, in Drenth, P. J. D. & Thierry, H. (Ed.), *Handbook of work and organizational psychology*, Vol. 2, Work psychology, Psychology, Hove, England, S 5-33.
- Melamed, S., Ben-Avi, I., Luz, J. & Green, M. (1995):** Objective and Subjective Work Monotony: Effects on Job Satisfaction, Psychological Distress, and Absenteeism in Blue-Collar Workers, *Journal of Applied Psychology*, 80, Nr. 1, S. 29-42
- Milde, J. & Ponto, K. (2005):** Der neue Berufsgenossenschaftliche Grundsatz G 46: Belastungen des Muskel- und Skelettsystems. *Arbeitsmedizin Sozialmedizin Umweltmedizin* (40) 8, S. 428-440.
- Nachreiner, F. & Wucherpfennig, D. (1975):** Arbeits- und sozialpsychologische Aspekte der Arbeit unter Zeitdruck, *Betriebsärztliches*, Heft 2, S. 22-36.
- Netemeyer, R.G., Bearden, W.O. & Sharma, S. (2003):** *Scaling Procedures Issues and Applications*, SAGE Publications Inc., London.
- Neuhaus, R. (2009):** KPB - Kurzverfahren Psychische Belastung. Ein Verfahren zur Beurteilung psychischer Belastungen, 2. überarbeitete Auflage, *Wirtschaftsverlag Bachem*, Köln.
- Neumann, W.P. (2004):** *Production Ergonomics: Identifying and Managing Risk in the Design of High Performance Work Systems*, Doctoral Thesis, Department of Design Sciences Lund University, Sweden.
- Notbohm, G. (1984):** Mehrfachbelastungen und Gesundheitsrisiken am Arbeitsplatz, in: Gros, E. (Hrsg.), *Anwendungsbezogene Arbeits-, Betriebs- und Organisationspsychologie*, Verlag Angewandte Psychologie, Göttingen.
- Nübling, M., Stöbel, U., Hasselhorn, H.-M., Michaelis, M. & Hofmann, F. (2005):** Methoden zur Erfassung psychischer Belastungen - Erprobung eines Messinstrumentes (COPSOQ), 1. Auflage, Bremerhaven, *Wirtschaftsverlag NW* (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb 1058).
- Nunally, J.C. (1978):** *Psychometric Theory*, 2nd Edition, New York.
- Oeltjenbruns, H. (2000):** *Organisation der Produktion nach dem Vorbild Toyotas*, Dissertation am IMAB der TU Clausthal, Band 3 der Reihe: Innovationen der Fabrikplanung und -organisation, Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Uwe Brach, *Shaker Verlag*, Aachen.

- Organ, D.W. (1988):** Organizational citizenship behavior: The good soldier syndrome, Lexington Books, Lexington/MA.
- Östergren, P.E., Hanson, B.S., Balogh, I., Ektor-Anderson, J., Isacsson, A., Ørbaek, P., Winkel, J., Isacsson, S.-O. & Group, T.M.S.N.S. (2001):** Incidence of shoulder and neck pain in a working population - effect modifications between mechanical and psychosocial exposures at work? Results from a one-year follow-up study of the Malmö shoulder neck study cohort, in: Exposure assessment for the prevention of musculoskeletal disorders, in Balogh, I. (ed.): PhD Thesis, Lund University, Dept. of Occupational and Environmental Medicine, Lund.
- Peter, J.P. (1979):** Reliability: A Review of Psychometric Basics and Recent Marketing Practices, Journal of Marketing Research, Vol. 26, S. 6-17.
- Prasch, M.G. (2010):** Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter in die variantenreiche Serienmontage, Dissertation am Lehrstuhl für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der Technischen Universität München, abgerufen am: 23.05.2014 von <http://www.iwb.tum.de/iwbmedia/Prasch.pdf>.
- Pütz, D. (2010):** Psychosoziale Einflussfaktoren bei Beschwerden am Bewegungsapparat, in: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V., Mensch- und Prozessorientierte Arbeitsgestaltung im Fahrzeugbau, Herbstkonferenz 2010 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, GfA Press, Dortmund.
- Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W.J. & Naumann, E. (2010):** Quantitative Methoden, Band 1 (3. Auflage), Springer, Heidelberg.
- Richter, G. (2000):** Psychische Belastung und Beanspruchung - Stress, psychische Ermüdung, Monotonie, psychische Sättigung, in BAuA (Hrsg.), Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse: Forschungsergebnisse für die Praxis (Nr. 116), Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, S. 1-13.
- Richter, G. (2001):** Checklisten zur Erfassung von Fehlbeanspruchungsfolgen, in: Pickshaus, K., Schmitthener, H. & Urban, H.-J. (Hrsg.), Arbeiten ohne Ende, Neue Arbeitsverhältnisse und gewerkschaftliche Arbeitspolitik (CD-ROM der IG-Metall), VSA-Verlag, Hamburg.
- Rimann, M. & Udris, I. (1997):** Subjektive Arbeitsanalyse: Der Fragebogen SALSA, in: Strohm, O. & Ulich, E. (Hrsg.), Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten, Ein Mehr-Ebenen-Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik und Organisation, vdf Hochschulverlag, Zürich, S. 281-298.
- Rohmert, W. (1984):** Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 38, 4, S. 193-200.

- Rosenstiel, L.v. (2003):** Grundlagen der Organisationspsychologie. 5. Auflage, Stuttgart.
- Rossiter, J.R. (2002):** The C-OAR-SE Procedure for Scale Development in Marketing, in: International Journal of Research Marketing, Vol. 19, S. 305-335.
- Rost, J. (2004):** Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion, 2. überarbeitete und erweiterte Ausgabe, Hans Huber, Bern.
- Schermelleh-Engel, K. & Werner, C. (2009):** Item Parceling: Bildung von Testteilen oder Item-Päckchen, abgerufen am 23.04.2014 von http://www.psychologie.uzh.ch/fachrichtungen/methoden/team/christinawerner/em/item_parceling.pdf
- Scheuplein, C. (2011):** Unternehmerischer Anti-Kollektivismus und der Niedergang der US-amerikanischen Automobilindustrie, in Scheuplein, C. & Wood, G. (Hrsg.): Nach der Weltwirtschaftskrise: Neuanfänge in der Region? Beiträge zur europäischen Stadt- und Regionalforschung, Bd. 8, LIT Verlag, Berlin und Münster, S.182-227.
- Schlick, C., Bruder R. & Luczak, H. (2010):** Arbeitswissenschaft, Springer, Heidelberg.
- Sczesny, S. & Thau, S. (2004):** Gesundheitsbewertung vs. Arbeitszufriedenheit: Der Zusammenhang von Indikatoren des subjektiven Wohlbefindens mit selbstberichteten Fehlzeiten, Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie A&O, Volume 48, Number 1, S. 17-24.
- Silverstein, B.A., Fine, L.J. & Armstrong, T.J. (1987):** Occupational factors and carpal tunnel syndrome, American Journal of Industrial Medicine, 11, S. 343-358.
- Steenkamp, J.B. & Baumgartner, H. (1998):** Assessing Measurement Invariance in Cross-National Consumer Research, in: Journal of Consumer Research, Vol. 25, S. 78-90.
- Steiger, J.H. (2002):** When constraints interact: A caution about reference variables, identification constraints, and scale dependencies in structural equation modeling, Psychological Methods, 7, S. 210-227.
- Stewart, P. & Garrahan, P. (1995):** Employee responses to new management techniques in the auto industry, Work, Employment & Society, 9(3), S. 517-536.
- Temme, D. & Hildebrandt, L. (2009):** Gruppenvergleiche bei hypothetischen Konstrukten – Die Prüfung der Übereinstimmung von Messmodellen mit der Strukturgleichungsmethodik, in: Zfbf, 61. Jg., Heft 2, S.138-146.

- Thompson, B. (2004):** Exploratory and confirmatory factor analysis: understanding concepts and applications, American Psychological Association, Washington D.C..
- Thurstone, L.L. (1947):** Multiple factor analysis, University of Chicago Press, Chicago.
- Tuomi, K., Ilmarinen, J., Jahkola, A., Katajarinne, L. & Tulkki, A. (2001):** Arbeitsbewältigungsindex - Work Ability Index, 1. Auflage, Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Übersetzung, Ü 14.
- Tuomi, K., Ilmarinen, J., Jahkola, A., Katajarinne, L. & Tulkki, A. (1998):** Work Ability Index, 2nd revised ed., Finnish Institute of Occupational Health, Helsinki.
- Turnbull, P. J. (1988):** The limits to “Japanisation”—just-in-time, labour relations and the UK automotive industry. *New Technology, Work and Employment*, 3, S. 7–20.
- Udris, I. & Frese, M. (1999):** Belastung und Beanspruchung, in: Hoyos, Graf, C. & Frese, D. (Hrsg.): *Arbeits- und Organisationspsychologie - GL Lehrbuch, Psychologie Verlagsunion, Weinheim*, S. 429-445.
- Ulich, E., Groskurth, P. & Bruggemann, A. (1973):** Neue Formen der Arbeitsgestaltung, Europäische Verlagsanstalt, Frankfurt a. M..
- Volkswagen AG (2013a):** Konzernpräsentation, interne Quelle.
- Volkswagen AG (2015):** Konzernpräsentation, interne Quelle.
- Volkswagen AG (2012a):** Die Komponente, interne Quelle.
- Volkswagen AG (2014):** Volkswagen Pkw Strategie: mach18, interne Quelle.
- Volkswagen AG (2012b):** Konzern: Produktionssystem, interne Quelle.
- Volkswagen AG (2013b):** Konzern: Produktionssystem, interne Quelle.
- Volkswagen AG (2013c):** Konzern: Ergonomie, interne Quelle.
- Vroom, V.H. (1964):** *Work and motivation*, NY: Wiley, New York.
- Weiber, R. & Mühlhaus, D. (2010):** *Strukturgleichungsmodellierung, Eine anwendungsorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS*, Heidelberg.

- Wenchel, K.-Th. (2004):** Psychische Gesundheit am Arbeitsplatz, Orientierungshilfe, InfoMediaVerlag e.K., Bochum.
- Wendsche, J, Wegge, J. & Obst, M. (2012):** Kurzpausen puffern die Zunahme von Fehlbeanspruchungsfolgen bei steigendem Zeitdruck ab – die moderierende Wirkung der Erholungsfähigkeit, in GfA (Hrsg.): Gestaltung nachhaltiger Arbeitssysteme, 58. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft, 22. bis 24. Februar 2012.
- West, S.G., Finch, J.F. & Curran, P.J. (1995):** Structural equations models with nonnormal variables: Problems and remedies, in: Hoyle, R.H. (Ed.): Structural equation modeling, London, S.56-75.
- Weyer, G., Hodapp, V. & Neuhäuser, S. (1980):** Weiterentwicklung von Fragebogenskalen zur Erfassung der subjektiven Belastung und Unzufriedenheit im beruflichen Bereich (SBUS-B), Psychologische Beiträge, 22: S. 335-355.
- Womack, J.P., Jones, D.T. & Roos, D. (1991):** The Machine that Changed the World, Harper-Perennial, New York.
- Womack, J.P., Jones, D.T. & Roos, D. (1990):** The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production, Rawson Associates, New York.
- Vandenberg, R.J. & Lance, C.E. (2000):** A review and synthesis of the measurement invariance literature: Suggestions, practices, and recommendations for organizational research, Organizational Research Methods, 3(1), S. 4-69.
- Wieseke, J. (2004):** Implementierung innovativer Dienstleistungsmarken, Wiesbaden.

15 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Das TPS-Haus (in Anlehnung an Liker, 2007, S.65).	16
Abbildung 2: Allgemeiner Zusammenhang zwischen Belastung und Beanspruchung nach Rohmert (1984).	19
Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Belastung und Beanspruchung nach Rohmert (1984).	20
Abbildung 5: Gefertigte Teile des Geschäftsfelds Kunststoff.	34
Abbildung 6: Übersicht über die Cockpitmontage.	36
Abbildung 7: Layout Montagelinie 2 und befragte Teams.	38
Abbildung 8: Abweichungen vom Fehlzeiten-Zielwert 2011/2012 auf der Montagelinie 2.	41
Abbildung 9: Abweichungen vom Fehlzeiten-Zielwert 2011/2012 auf der Montagelinie 3.	41
Abbildung 10: Pfaddiagramm (Beispiel).	44
Abbildung 11: Zusammenhang zwischen den Modellkonstrukten.	75
Abbildung 12: Messmodell für das Modellkonstrukt Austaktung.	78
Abbildung 13: Messmodell für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.	80
Abbildung 14: Messmodell für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.	81
Abbildung 15: Messmodell für das Modellkonstrukt Zufriedenheit.	82
Abbildung 16: Messmodell für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.	83
Abbildung 17: Altersverteilung im Pretest.	87
Abbildung 18: Altersverteilungen in der Hauptuntersuchung für die jeweilige Stichprobe.	91
Abbildung 19: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt Austaktung.	92
Abbildung 20: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.	93
Abbildung 21: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.	93
Abbildung 22: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt Zufriedenheit.	94
Abbildung 23: Mittelwertausprägungen für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.	94
Abbildung 24: Ausgangsmodell.	120

15 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 25: Modell 1.....	123
Abbildung 26: Modell 2.....	124
Abbildung 27: Ursachen der Beanspruchung (Höbel, 2014).....	138
Abbildung 28: Modell 2a.....	140
Abbildung 29: Regressionsgewichte.....	153
Abbildung 30: Summe der Regressionsgewichte für unterschiedliche Taktungsformen.	155
Abbildung 31: Bewertung des Eintakters.	158
Abbildung 32: Bewertung des Achttakters.	160
Abbildung 33: Bewertung des Fünftakters.	161

16 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit (eigene Darstellung nach BAuA, 2010, S.1).....	26
Tabelle 2: Übersicht über die befragten Teams und Taktungen.	39
Tabelle 3: Cronbachs-Alpha-Werte.	52
Tabelle 4: Anforderungen und Eigenschaften iterativer Schätzverfahren (Weiber & Mühlhaus, 2010, S.56).	57
Tabelle 5: Prüfung des Modellfits (eigene Darstellung nach Bühner (2011) sowie Weiber und Mühlhaus (2010)).	63
Tabelle 6: Verwendete Gütekriterien (in Anlehnung an Weiber & Mühlhaus, 2010)..	64
Tabelle 7: Negative Folgen psychischer Belastung nach Udris und Frese (1999). ...	73
Tabelle 8: Subskalen.....	85
Tabelle 9: Signifikante Ergebnisse des t-Tests für Eintakter und Achttakter.	96
Tabelle 10: Signifikante Ergebnisse des t-Tests für Eintakter und Fünftakter.	97
Tabelle 11: Signifikante Ergebnisse des t-Tests für Fünftakter und Achttakter.	99
Tabelle 12: Subskalen für das Modellkonstrukt Austaktung.....	103
Tabelle 13: Subskalen für das Modellkonstrukt Zufriedenheit.....	104
Tabelle 14: Subskalen für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.....	105
Tabelle 15: Subskalen für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.	107
Tabelle 16: Subskala für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.	109
Tabelle 17: Cronbachs Alpha und Inter-Item-Korrelation für die Gesamtskalen.....	110
Tabelle 18: KMO- und Bartlett-Test, berechnete Kommunalitäten und Anti-Image Matrizen für das Modellkonstrukt Austaktung.....	111
Tabelle 19: Faktorenmatrix für das Modellkonstrukt Austaktung.....	112
Tabelle 20: KMO- und Bartlett-Test, berechnete Kommunalitäten und Anti-Image Matrizen für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.	113
Tabelle 21: Faktorenmatrix für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.	114
Tabelle 22: KMO- und Bartlett-Test, berechnete Kommunalitäten und Anti-Image Matrizen für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.....	115
Tabelle 23: Faktorenmatrix für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.....	116
Tabelle 24: KMO- und Bartlett-Test, berechnete Kommunalitäten und Anti-Image Matrizen für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.....	117

Tabelle 25: Faktorenmatrix für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.....	118
Tabelle 26: Modellfit für das Ausgangsmodell.	120
Tabelle 27: Prüfung auf Normalverteilung für das Ausgangsmodell.....	122
Tabelle 28: Modellfit für das Modell 1.	122
Tabelle 29: Modellfit für das Modell 2.	124
Tabelle 30: Prüfung auf Normalverteilung für das Modell 2.	125
Tabelle 31: Modellfit für das Modell 2.	125
Tabelle 32: Reliabilitätsberechnungen für das Modellkonstrukt Austaktung.....	127
Tabelle 33: Reliabilitätsberechnungen für das Modellkonstrukt psychische Reaktionen.....	127
Tabelle 34: Reliabilitätsberechnungen für das Modellkonstrukt physische Reaktionen.....	128
Tabelle 35: Reliabilitätsberechnungen für das Modellkonstrukt Leistungsindikatoren.....	128
Tabelle 36: Quadrierte Korrelationen zwischen den Faktoren und berechnete durchschnittlich extrahierte Varianz.....	129
Tabelle 37: Chi-Quadrat-Differenztest.	130
Tabelle 38: Übersicht über das Modell.	131
Tabelle 39: Unstandardisierte Regressionsgewichte für das Modell 2.	132
Tabelle 40: Standardisierte Regressionsgewichte für das Modell 2.	134
Tabelle 41: Fehlervarianzen für das Modell 2.....	135
Tabelle 42: Ergebnisse für die empfohlenen Fit-Indizes nach Hu und Bentler (1999).....	136
Tabelle 43: Regressionsgewichte für das Modell 2.....	139
Tabelle 44: Modellfit für das Modell 2 und Modell 2a.	141
Tabelle 45: Standardisierte Residuen für Modell 2.	142
Tabelle 46: Modifikationsindizes für das Modell 2.....	143
Tabelle 47: Modellfit für das Modell 2b.	144
Tabelle 48: Fitindizes für das unrestringierte Modell M^U	148
Tabelle 49: Gegenüberstellung der Modellvarianten M^U und M^M	148
Tabelle 50: Gegenüberstellung der Modellvarianten M^M und M^S	149
Tabelle 51: Vergleich zwischen unrestringiertem und restringiertem Modell.	150
Tabelle 52: Standardisierte Regressionsgewichte für die drei Gruppen.....	150
Tabelle 53: Berechnete Regressionsgewichte.....	154

17 Anhang

17.1 Anhang A

Zuordnung der Items zu Quellen

Items, welche aus anderen Fragebögen stammen, wurden zum Teil leicht modifiziert und mit einem * gekennzeichnet. Ebenso wurden Items, welche selbst konstruiert wurden, aber dessen Herkunft auf eine andere Studie zurückzuführen ist bzw. aus einer anderen Studie abgeleitet worden sind, mit einem * gekennzeichnet.

Quellen mit einem x kennzeichnen selbst konstruierte Items.

<u>Item</u>	<u>Nr.</u>	<u>Quelle</u>
Modellkonstrukt: Austaktung		
Regenerationszeit		
Die Erholpause zwischen zwei Takten empfinde ich als zu kurz.	B14	Adler, Goldoftas & Levine (1997)*
Die Zeit zwischen zwei Takten ist zu kurz.	B16	Adler, Goldoftas & Levine (1997)*
Ich habe genug Zeit zwischen der Abarbeitung zweier Takte	B18	Adler, Goldoftas & Levine (1997)*
In der Zeit zwischen zwei Takten bleibt genügend Zeit zur Erholung.	B41	Adler, Goldoftas & Levine (1997)*
Repetitivität		
Der Arbeitsinhalt unterscheidet sich zwischen den unterschiedlichen Arbeitstakten.	B2	x
Ich empfinde meine Arbeit als stark wiederholend.	B8	Rimann & Udris (1997)*
Der Arbeitsinhalt unterscheidet sich kaum in den verschiedenen Takten.	B9	x
Der Arbeitsinhalt variiert in den unterschiedlichen Takten.	B11	x
Es gibt fast jeden Tag etwas anderes zu tun.	B23	Rimann & Udris (1997)
Ergonomie		
Wenn ich könnte, dann würde ich die	B1	x

ergonomische Gestaltung meines Arbeitsplatzes ändern.		
Die Belastung durch die Arbeitshaltung (beugen, bücken, etc.) ist stark.	B6	Rimann & Udris (1997)
Die ergonomische Gestaltung meines Arbeitsplatzes ist gut.	B12	x
Die ergonomische Gestaltung meines Arbeitsplatzes ist schlecht.	B15	x
Die Belastung durch die Lastenhandhabung ist stark.	B20	Rimann & Udris (1997)*

Arbeitsinhalt

Ich empfinde meine Arbeit als sinnhaftig.	B10	May, Gilson & Harter (2004)*
Die Arbeit ist zerstückelt und man erledigt nur kleine Teilaufgaben.	B17	Rimann & Udris (1997)
Bei dieser Arbeit macht man etwas Ganzes, Abgerundetes.	B25	Rimann & Udris (1997)

Tempo

Man hat genug Zeit, die Arbeit in einem Takt zu erledigen.	B4	Rimann & Udris (1997)*
Das Arbeitstempo innerhalb eines Taktes ist sehr hoch.	B28	x
Es kommt oft vor, dass ich nicht genügend Zeit habe, alle meine Aufgaben pro Takt zu erledigen.	B31	x
Ich bin mit dem Arbeitstempo zufrieden.	B40	x

Zeitdruck

Es gibt so viel zu tun, dass es einem über den Kopf wächst.	B24	Rimann & Udris (1997)
Bei meiner Arbeit fühle ich mich einem ständigen Druck ausgesetzt.	B26	Weyer, Hodapp & Neuhäuser (1980)
Der Zeitdruck bei der Arbeit ist sehr hoch.	B30	Weyer, Hodapp & Neuhäuser (1980)*
Ich muss manchmal Dinge aufgrund von Zeitdruck so tun, die eigentlich auf andere Weise getan werden sollten.	B32	Nübling, Stößel, Hasselhorn, Michaelis & Hofmann (2005)*

Ich fühle mich oft etwas abgehetzt auf der Arbeit.	B34	Weyer, Hodapp & Neuhäuser (1980)
Arbeitsvarietät		
Ich wünschte, dass mir die Arbeit mehr Abwechslung verschaffen würde.	B7	Berggren (1993)* und Rimann & Udris (1997)*
Die Abwechslung meiner Arbeit ist (insgesamt betrachtet) hoch.	B13	Berggren (1993)* und Rimann & Udris (1997)*
Bei dieser Arbeit muss man immer das das Gleiche tun.	B19	Rimann & Udris (1997)
Der Wechsel zwischen zwei verschiedenen Takten verschafft mir genug Abwechslung.	B27	x
Diese Arbeit ist abwechslungsreich.	B29	Rimann & Udris (1997)
Intensivierung der Arbeit		
Hier hat man das Gefühl, dass man mehr könnte, als von einem verlangt wird.	B5	Rimann & Udris (1997)
Ich fühle mich bei der Ausführung meiner Tätigkeit oft unterfordert.	B35	Rimann & Udris (1997)*
Ich fühle mich bei der Ausführung meiner Tätigkeit oft überfordert.	B37	Rimann & Udris (1997)*
Es kommt schon vor, dass einem die Arbeit zu schwierig ist.	B38	Rimann & Udris (1997)
Manchmal fühle ich mich den Anforderungen, die die Arbeit an mich stellt, nicht gewachsen.	B39	Rimann & Udris (1997)*
Selbständigkeit		
Es ist genau vorgeschrieben, wie man seine Arbeit machen muss.	B3	Rimann & Udris (1997)
Man muss in der Lage sein, selbständig Entscheidungen zu treffen.	B21	Rimann & Udris (1997)
Man kann sich seine Arbeit selbständig einteilen.	B22	Rimann & Udris (1997)
Ich habe großen Einfluss auf die Art und Weise, wie ich meine Arbeit ausführe.	B33	Nübling, Stößel, Hasselhorn, Michaelis & Hofmann (2005)*

Ich kann selbst bestimmen, wann ich eine Pause mache.	B36	Nübling, Stößel, Hasselhorn, Michaelis & Hofmann (2005)*
---	-----	--

Modellkonstrukt: Psychische Reaktionen

Stress

Ich hatte in den vergangenen vier Wochen oft Schwierigkeiten, klar zu denken.	C4	Nübling, Stößel, Hasselhorn, Michaelis & Hofmann (2005)
Ich fühle mich auf der Arbeit häufig gestresst.	C5	x
Bei der Arbeit bin ich meistens sehr angespannt.	C6	Weyer, Hodapp & Neuhäuser (1980)
Bei der Arbeit habe ich das Gefühl, dass ich die Übersicht verliere.	C10	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Bei der Arbeit bin ich unruhig und nervös.	C11	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Ich hatte in den vergangenen vier Wochen oft Schwierigkeiten, mich zu erinnern.	C13	Nübling, Stößel, Hasselhorn, Michaelis & Hofmann (2005)
Ich kann die Arbeitsausführung beziehungsweise die Reihenfolge der Tätigkeiten nicht beeinflussen.	C17	Neuhaus (2009)
Ich hatte in den vergangenen vier Wochen oft Schwierigkeiten, Entscheidungen zu treffen.	C22	Nübling, Stößel, Hasselhorn, Michaelis & Hofmann (2005)

Psych. Ermüdung

Bei der Arbeit benötige ich zunehmend mehr Zeit für die Tätigkeitsausführungen.	C1	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Ich muss oft meine Müdigkeit überwinden.	C9	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)

Abends nach der Arbeit bin ich erschöpft.	C18	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)*
Ich habe ein starkes Erholungsbedürfnis.	C21	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Mein Leistungsniveau ist konstant über die Schichtdauer.	C24	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)*
Bei der Arbeit werden mir eigene Fehlleistungen erst später bewusst.	C26	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Meine Leistung ist zum Ende der Schicht schlechter als zu Beginn der Schicht.	C36	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)*
Meine Arbeit beschränkt sich nur auf ausführende Tätigkeiten (keine Planung, Kontrolle, Rückmeldung)	C40	Neuhaus (2009) und Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)

Psych. Sättigung

Nach getaner Arbeit habe ich doch öfter das Gefühl, dass ich wirklich etwas geleistet habe.	C16	Weyer, Hodapp & Neuhäuser (1980)
Bei der Arbeit mache ich „Dienst nach Vorschrift“.	C27	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Bei der Arbeit trete ich auf der Stelle und komme nicht vorwärts.	C34	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Auf der Arbeit bin ich missgestimmt, ärgerlich und gereizt.	C35	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Bei der Arbeit kann ich mich zu wenig einbringen.	C37	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Bei der Arbeit ist mir der Sinn und der Nutzen meiner Tätigkeit für das Gesamtergebnis unklar.	C14	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)

Monotonie		
Auf der Arbeit habe ich das Gefühl, dass ich mehr Zeit benötige, bis ich reagiere.	C15	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)*
Ich empfinde meine Arbeit als stark monoton.	C28	x
Auf der Arbeit ertappe ich mich dabei, dass ich vor mich hin döse, dämmere oder träume.	C29	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)*
Der Ablauf der Arbeit kann vom Beschäftigten nicht beeinflusst werden.	C30	Neuhaus (2009)
Auf der Arbeit führe ich Nebentätigkeiten aus oder meine Gedanken schweifen trotz geforderter Daueraufmerksamkeit ab.	C32	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Die Arbeit besteht lediglich aus ausführenden Tätigkeiten.	C38	Neuhaus (2009)
Auf der Arbeit langweile ich mich.	C39	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Auf der Arbeit fühle ich mich unterfordert.	C41	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)

Arbeitsfähigkeit

Ich schätze meine eigene Arbeitsfähigkeit als sehr gut ein.	C19	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Ich schätze meine derzeitige Arbeitsfähigkeit in Bezug auf die psychischen Arbeitsanforderungen als gut ein.	C23	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Ich schätze meine derzeitige Arbeitsfähigkeit in Bezug auf die körperlichen Arbeitsanforderungen als gut ein.	C25	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Ich glaube, ausgehend von meinem jetzigen Gesundheitszustand, meine derzeitige Arbeit auch in den nächsten zwei Jahren ausüben zu können.	C31	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*

Ich fühle mich in der Lage meine Tätigkeit bis zum Renteneintrittsalter auszuführen.	C33	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
--	-----	---

Modellkonstrukt: Leistungsindikatoren

Fehlerhäufigkeit

Ich habe in der vergangenen Arbeitswoche (überdurchschnittlich) viele Fehler bei der Arbeit gemacht.	D1	x
--	----	---

Reißleine

Ich habe in der vergangenen Arbeitswoche öfter an der Reißleine ziehen müssen.	D2	x
--	----	---

LINDIKAT

Auf der Arbeit sinkt meine Leistung immer wieder ab.	C12	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Zum Ende der Schicht mache ich mehr Fehler als zu Beginn.	C2	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)*
Meine Konzentration lässt nach.	C3	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Ich fühle mich erschöpft und müde.	C7	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)
Ich hatte in den vergangenen vier Wochen oft Konzentrationsprobleme.	C20	Nübling, Stößel, Hasselhorn, Michaelis & Hofmann (2005)
Bei der Arbeit übersehe oder übergehe ich in letzter Zeit überdurchschnittlich häufig Informationen.	C8	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011)

Modellkonstrukt: Physische Reaktionen

Repetitive Motion Injury

Ich hatte oft Schmerzen im Ellenbogen in den vergangenen 12 Monaten.	E2	x
--	----	---

Ich hatte oft Schmerzen in den Fingern in den vergangenen 12 Monaten.	E3	x
Ich hatte oft Schmerzen im Handgelenk in den vergangenen 12 Monaten.	E6	x
Muskuloskelettale Erkrankungen		
Ich hatte oft Schmerzen im oberen Rücken/Halswirbelsäule in den vergangenen 12 Monaten.	E1	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Ich hatte oft Schmerzen in der Schulter in den vergangenen 12 Monaten.	E4	x
Ich hatte oft Schmerzen im unteren Rücken in den vergangenen 12 Monaten.	E5	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Ich habe eine Erkrankung des Muskel-Skelett-Systems.	E8	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Fehlzeiten		
Ich habe in den vergangenen 12 Monaten häufig krankheitsbedingt gefehlt.	E7	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Ich hatte in den vergangenen 12 Monaten öfter keine Lust zur Arbeit zu gehen.	E12	
Leistungsfähigkeit		
Ich bin zufrieden mit meiner körperlichen Gesundheit in den vergangenen 12 Monaten.	E9	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Ich bin manchmal aufgrund meiner Gesundheitsbeeinträchtigungen gezwungen, langsamer zu arbeiten oder meine Arbeitsmethoden zu ändern.	E10	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Meine körperliche Leistungsfähigkeit war aufgrund von körperlichen Gesundheitsbeeinträchtigungen in den vergangenen 12 Monaten eingeschränkt.	E11	Tuomi, Ilmarinen, Jahkola, Katajarinne & Tulkki (2001)*
Modellkonstrukt: Zufriedenheit		
Leistungsbereitschaft/ Engagement		
Meine Bereitschaft mehr zu tun als von mir verlangt wird, ist hoch.	F1	x
Ich engagiere mich im Vergleich zu meinen Kollegen mehr.	F3	x
Mein Arbeitsengagement ist überdurchschnittlich hoch.	F5	x

Aversionstendenzen infolge von Übersättigung		
Ich hatte in den vergangenen 12 Monaten häufig Kopfschmerzen.	F6	Burke (1969-1970) und Herzberg, Mausner & Snyderman (1959)
Ich hatte in den vergangenen 12 Monaten häufig überhöhte Müdigkeit.	F8	Burke (1969-1970) und Herzberg, Mausner & Snyderman (1959)
Ich hatte in den vergangenen 12 Monaten häufig Übelkeit.	F10	Burke (1969-1970) und Herzberg, Mausner & Snyderman (1959)
Zufriedenheit (allgemein)		
Ich habe richtige Freude an der Arbeit.	F2	Fischer & Lück (1971)*
Meistens gehe ich gern zur Arbeit.	F4	x
Wenn ich zu entscheiden hätte, würde ich den Beruf wechseln.	F7	Fischer & Lück (1971)*
Insgesamt gesehen würde ich sagen, dass meine Arbeit wirklich interessant und befriedigend ist.	F9	Fischer & Lück (1971)*
Ich bin mit meiner Arbeit insgesamt, unter Berücksichtigung aller Umstände, zufrieden.	F11	Nübling, Stößel, Hasselhorn, Michaelis & Hofmann (2005)

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2011): Die in den Checklisten enthaltenen Merkmale sind literaturgestützt abgeleitet und entsprechen im Wesentlichen den arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen von Richter (2000).

17.2 Anhang B

Liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Volkswagen,

Mit dem vorliegenden Fragebogen möchten wir feststellen, welche Merkmale Ihre Arbeit/ Ihr Arbeitsplatz **Ihrer Meinung nach** aufweist und wie stark Sie sich durch diese Merkmale belastet fühlen.

Bitte beantworten Sie den Fragebogen zügig und lassen Sie möglichst keine Frage aus. Machen Sie bitte bei jeder Frage ein Kreuz bei der Antwortmöglichkeit, die **Ihrer Meinung nach** am ehesten zutrifft. Werfen Sie den Fragebogen anschließend in den dafür vorgesehenen verschlossenen Behälter.

Die Teilnahme an der Befragung ist freiwillig und anonym. Ein Name wird nicht erfasst. Die Daten aus diesem Fragebogen werden in ein Datenverarbeitungsprogramm eingegeben und ausgewertet. Anschließend wird der Fragebogen vernichtet. Die Befragung wird nur für Gruppen von mindestens 5 Mitarbeitern ausgewertet. Die Antworten werden dafür zusammengefasst, d.h. die Ergebnisse beschreiben die Meinungen von Mitarbeitergruppen. Der Rückschluss auf die Antworten von Einzelpersonen ist nicht möglich. Die Ergebnisse der Befragung werden im Rahmen einer Doktorarbeit veröffentlicht.

Wie ausfüllen?

Benutzen Sie zum Ankreuzen bitte einen Kugelschreiber!

Wenn Sie eine Antwort korrigieren möchten, streichen Sie das Kreuz wie im Beispiel durch und machen Sie ein neues Kreuz.

	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Teils-Teils	Stimme eher zu	Stimme zu
So kreuzen Sie richtig an:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
So können Sie eine Antwort korrigieren:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Das Ausfüllen des Fragebogens dauert ungefähr eine halbe Stunde.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Johanna Waschitzki

Montage Cockpit HTW-2/5
Kunststofftechnik Wolfsburg 2

E-Mail: johanna.waschitzki@volkswagen.de
BIK: +49 5361-9-995662

Volkswagen Aktiengesellschaft
Brieffach 11800
D-38440 Wolfsburg

A) Angaben zur Person

- A1) Alter
- | | |
|------------------|--------------------------|
| unter 30 Jahren | <input type="checkbox"/> |
| 30 bis 50 Jahren | <input type="checkbox"/> |
| über 50 Jahren | <input type="checkbox"/> |

- A2) Ich arbeite im
- | | |
|-------------|--------------------------|
| Eintakter | <input type="checkbox"/> |
| Zweitakter | <input type="checkbox"/> |
| Dreitakter | <input type="checkbox"/> |
| Viertakter | <input type="checkbox"/> |
| Fünftakter | <input type="checkbox"/> |
| Sechstakter | <input type="checkbox"/> |
| Siebtakter | <input type="checkbox"/> |
| Achttakter | <input type="checkbox"/> |
|takter | <input type="checkbox"/> |

Ich arbeite in der Meisterschaft der EHB/Vormontagen

Es folgen nun einige Fragen zu Ihrer Arbeitssituation. Kreuzen Sie bitte bei jedem Satz die für Sie zutreffende Stufe an.		Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Teils-teils	Stimme eher zu	Stimme zu
B	<u>Austaktung</u>					
B1	Wenn ich könnte, dann würde ich die ergonomische Gestaltung meines Arbeitsplatzes ändern.	<input type="checkbox"/>				
B2	Der Arbeitsinhalt unterscheidet sich zwischen den unterschiedlichen Arbeitstakten.	<input type="checkbox"/>				
B3	Es ist genau vorgeschrieben, wie man seine Arbeit machen muss.	<input type="checkbox"/>				
B4	Man hat genug Zeit, die Arbeit in einem Takt zu erledigen.	<input type="checkbox"/>				
B5	Hier hat man das Gefühl, dass man mehr könnte, als von einem verlangt wird.	<input type="checkbox"/>				
B6	Die Belastung durch die Arbeitshaltung (beugen, bücken, etc.) ist stark.	<input type="checkbox"/>				
B7	Ich wünschte, dass mir die Arbeit mehr Abwechslung verschaffen würde.	<input type="checkbox"/>				
B8	Ich empfinde meine Arbeit als stark wiederholend.	<input type="checkbox"/>				
B9	Der Arbeitsinhalt unterscheidet sich kaum in den verschiedenen Takten.	<input type="checkbox"/>				
B10	Ich empfinde meine Arbeit als sinnhaftig.	<input type="checkbox"/>				
B11	Der Arbeitsinhalt variiert in den unterschiedlichen Takten.	<input type="checkbox"/>				
B12	Die ergonomische Gestaltung meines Arbeitsplatzes ist gut.	<input type="checkbox"/>				
B13	Die Abwechslung meiner Arbeit ist (insgesamt betrachtet) hoch.	<input type="checkbox"/>				
B14	Die Erholpause zwischen zwei Takten empfinde ich als zu kurz.	<input type="checkbox"/>				
B15	Die ergonomische Gestaltung meines Arbeitsplatzes ist schlecht.	<input type="checkbox"/>				
B16	Die Zeit zwischen zwei Takten ist zu kurz.	<input type="checkbox"/>				
B17	Die Arbeit ist zerstückelt und man erledigt nur kleine Teilaufgaben.	<input type="checkbox"/>				
B18	Ich habe genug Zeit zwischen der Abarbeitung zweier Takte.	<input type="checkbox"/>				
B19	Bei dieser Arbeit muss man immer das Gleiche tun.	<input type="checkbox"/>				
B20	Die Belastung durch die Lastenhandhabung ist stark.	<input type="checkbox"/>				

17 Anhang

		Es folgen nun einige Fragen zu Ihrer Arbeitssituation. Kreuzen Sie bitte bei jedem Satz die für Sie zutreffende Stufe an.				
		Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Teils-teils	Stimme eher zu	Stimme zu
B21	Man muss in der Lage sein, selbständig Entscheidungen zu treffen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B22	Man kann sich seine Arbeit selbständig einteilen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B23	Es gibt fast jeden Tag etwas anderes zu tun.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B24	Es gibt so viel zu tun, dass es einem über den Kopf wächst.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B25	Bei dieser Arbeit macht man etwas Ganzes, Abgerundetes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B26	Bei meiner Arbeit fühle ich mich einem ständigen Druck ausgesetzt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B27	Der Wechsel zwischen zwei verschiedenen Takten verschafft mir genug Abwechslung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B28	Das Arbeitstempo innerhalb eines Taktes ist sehr hoch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B29	Diese Arbeit ist abwechslungsreich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B30	Der Zeitdruck bei der Arbeit ist sehr hoch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B31	Es kommt oft vor, dass ich nicht genügend Zeit habe, alle meine Aufgaben pro Takt zu erledigen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B32	Ich muss manchmal Dinge aufgrund von Zeitdruck so tun, die eigentlich auf andere Weise getan werden sollten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B33	Ich habe großen Einfluss auf die Art und Weise, wie ich meine Arbeit ausführe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B34	Ich fühle mich oft etwas abgehetzt auf der Arbeit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B35	Ich fühle mich bei der Ausführung meiner Tätigkeit oft unterfordert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B36	Ich kann selbst bestimmen, wann ich eine Pause mache.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B37	Ich fühle mich bei der Ausführung meiner Tätigkeit oft überfordert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B38	Es kommt schon vor, dass einem die Arbeit zu schwierig ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B39	Manchmal fühle ich mich den Anforderungen, die die Arbeit an mich stellt, nicht gewachsen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B40	Ich bin mit dem Arbeitstempo zufrieden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	Es folgen nun einige Fragen zu Ihrer Arbeitssituation. Kreuzen Sie bitte bei jedem Satz die für Sie zutreffende Stufe an.	Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Teils-teils	Stimme eher zu	Stimme zu
B41	In der Zeit zwischen zwei Takten bleibt genügend Zeit zur Erholung.	<input type="checkbox"/>				
<u>C</u> Beanspruchung						
C1	Bei der Arbeit benötige ich zunehmend mehr Zeit für die Tätigkeitsausführungen.	<input type="checkbox"/>				
C2	Zum Ende der Schicht mache ich mehr Fehler als zu Beginn.	<input type="checkbox"/>				
C3	Meine Konzentration lässt nach.	<input type="checkbox"/>				
C4	Ich hatte in den vergangenen vier Wochen oft Schwierigkeiten, klar zu denken.	<input type="checkbox"/>				
C5	Ich fühle mich auf der Arbeit häufig gestresst.	<input type="checkbox"/>				
C6	Bei der Arbeit bin ich meistens sehr angespannt.	<input type="checkbox"/>				
C7	Ich fühle mich erschöpft und müde.	<input type="checkbox"/>				
C8	Bei der Arbeit übersehe oder übergehe ich in letzter Zeit überdurchschnittlich häufig Informationen.	<input type="checkbox"/>				
C9	Ich muss oft meine Müdigkeit überwinden.	<input type="checkbox"/>				
C10	Bei der Arbeit habe ich das Gefühl, dass ich die Übersicht verliere.	<input type="checkbox"/>				
C11	Bei der Arbeit bin ich unruhig und nervös.	<input type="checkbox"/>				
C12	Auf der Arbeit sinkt meine Leistung immer wieder ab.	<input type="checkbox"/>				
C13	Ich hatte in den vergangenen vier Wochen oft Schwierigkeiten, mich zu erinnern.	<input type="checkbox"/>				
C14	Bei der Arbeit sind mir der Sinn und der Nutzen meiner Tätigkeit für das Gesamtergebnis unklar.	<input type="checkbox"/>				
C15	Auf der Arbeit habe ich das Gefühl, dass ich mehr Zeit benötige, bis ich reagiere.	<input type="checkbox"/>				
C16	Nach getaner Arbeit habe ich doch öfter das Gefühl, dass ich wirklich etwas geleistet habe.	<input type="checkbox"/>				
C17	Ich kann die Arbeitsausführung beziehungsweise die Reihenfolge der Tätigkeiten nicht beeinflussen.	<input type="checkbox"/>				

17 Anhang

Es folgen nun einige Fragen zu Ihrer Arbeitssituation. Kreuzen Sie bitte bei jedem Satz die für Sie zutreffende Stufe an.		Stimme nicht zu	Stimme eher nicht zu	Teils-teils	Stimme eher zu	Stimme zu
C18	Abends nach der Arbeit bin ich erschöpft.	<input type="checkbox"/>				
C19	Ich schätze meine eigene Arbeitsfähigkeit als sehr gut ein.	<input type="checkbox"/>				
C20	Ich hatte in den vergangenen vier Wochen oft Konzentrationsprobleme.	<input type="checkbox"/>				
C21	Ich habe ein starkes Erholungsbedürfnis.	<input type="checkbox"/>				
C22	Ich hatte in den vergangenen vier Wochen oft Schwierigkeiten, Entscheidungen zu treffen.	<input type="checkbox"/>				
C23	Ich schätze meine derzeitige Arbeitsfähigkeit in Bezug auf die psychischen Arbeitsanforderungen als gut ein.	<input type="checkbox"/>				
C24	Mein Leistungsniveau ist konstant über die Schichtdauer.	<input type="checkbox"/>				
C25	Ich schätze meine derzeitige Arbeitsfähigkeit in Bezug auf die körperlichen Arbeitsanforderungen als gut ein.	<input type="checkbox"/>				
C26	Bei der Arbeit werden mir eigene Fehlleistungen erst später bewusst.	<input type="checkbox"/>				
C27	Bei der Arbeit mache ich „Dienst nach Vorschrift“.	<input type="checkbox"/>				
C28	Ich empfinde meine Arbeit als stark monoton.	<input type="checkbox"/>				
C29	Auf der Arbeit ertappe ich mich dabei, dass ich vor mich hin döse, dämmere oder träume.	<input type="checkbox"/>				
C30	Der Ablauf der Arbeit kann vom Beschäftigten nicht beeinflusst werden.	<input type="checkbox"/>				
C31	Ich glaube, ausgehend von meinem jetzigen Gesundheitszustand, meine derzeitige Arbeit auch in den nächsten zwei Jahren ausüben zu können.	<input type="checkbox"/>				
C32	Auf der Arbeit führe ich Nebentätigkeiten aus oder meine Gedanken schweifen trotz geforderter Daueraufmerksamkeit ab.	<input type="checkbox"/>				
C33	Ich fühle mich in der Lage meine Tätigkeit bis zum Renteneintrittsalter auszuführen.	<input type="checkbox"/>				
C34	Bei der Arbeit trete ich auf der Stelle und komme nicht vorwärts.	<input type="checkbox"/>				
C35	Auf der Arbeit bin ich missgestimmt, ärgerlich und gereizt.	<input type="checkbox"/>				
C36	Meine Leistung ist zum Ende der Schicht schlechter als zu Beginn der Schicht.	<input type="checkbox"/>				
C37	Bei der Arbeit kann ich mich zu wenig einbringen.	<input type="checkbox"/>				

Es folgen nun einige Fragen zu Ihrer Arbeitssituation. Kreuzen Sie bitte bei jedem Satz die für Sie zutreffende Stufe an.		Stimme nicht zu	Stimme eher nicht	Teils-teils	Stimme eher zu	Stimme zu
C38	Die Arbeit besteht lediglich aus ausführenden Tätigkeiten.	<input type="checkbox"/>				
C39	Auf der Arbeit langweile ich mich.	<input type="checkbox"/>				
C40	Meine Arbeit beschränkt sich nur auf ausführende Tätigkeiten (keine Planung, Kontrolle, Rückmeldung).	<input type="checkbox"/>				
C41	Auf der Arbeit fühle ich mich unterfordert.	<input type="checkbox"/>				
<u>D</u> Produktivität						
D1	Ich habe in der vergangenen Arbeitswoche (überdurchschnittlich) viele Fehler bei der Arbeit gemacht.	<input type="checkbox"/>				
D2	Ich habe in der vergangenen Arbeitswoche öfter an der Reißleine ziehen müssen.	<input type="checkbox"/>				
<u>E</u> Gesundheitsstand						
E1	Ich hatte oft Schmerzen im oberen Rücken/Halswirbelsäule in den vergangenen 12 Monaten.	<input type="checkbox"/>				
E2	Ich hatte oft Schmerzen im Ellenbogen in den vergangenen 12 Monaten.	<input type="checkbox"/>				
E3	Ich hatte oft Schmerzen in den Fingern in den vergangenen 12 Monaten.	<input type="checkbox"/>				
E4	Ich hatte oft Schmerzen in der Schulter in den vergangenen 12 Monaten.	<input type="checkbox"/>				
E5	Ich hatte oft Schmerzen im unteren Rücken in den vergangenen 12 Monaten.	<input type="checkbox"/>				
E6	Ich hatte oft Schmerzen im Handgelenk in den vergangenen 12 Monaten.	<input type="checkbox"/>				
E7	Ich habe in den vergangenen 12 Monaten häufig krankheitsbedingt gefehlt.	<input type="checkbox"/>				
E8	Ich habe eine Erkrankung des Muskel-Skelett-Systems.	<input type="checkbox"/>				
E9	Ich bin zufrieden mit meiner körperlichen Gesundheit in den vergangenen 12 Monaten.	<input type="checkbox"/>				
E10	Ich bin manchmal aufgrund meiner Gesundheitsbeeinträchtigungen gezwungen, langsamer zu arbeiten oder meine Arbeitsmethoden zu ändern.	<input type="checkbox"/>				
E11	Meine körperliche Leistungsfähigkeit war aufgrund von körperlichen Gesundheitsbeeinträchtigungen in den vergangenen 12 Monaten eingeschränkt.	<input type="checkbox"/>				

Es folgen nun einige Fragen zu Ihrer Arbeitssituation. Kreuzen Sie bitte bei jedem Satz die für Sie zutreffende Stufe an.		Stimme nicht zu	Stimme eher nicht	Teils-teils	Stimme eher zu	Stimme zu
E12	Ich hatte in den vergangenen 12 Monaten öfter keine Lust zur Arbeit zu gehen.	<input type="checkbox"/>				
<u>F</u> <u>Zufriedenheit</u>						
F1	Meine Bereitschaft mehr zu tun als von mir verlangt wird, ist hoch.	<input type="checkbox"/>				
F2	Ich habe richtige Freude an der Arbeit.	<input type="checkbox"/>				
F3	Ich engagiere mich im Vergleich zu meinen Kollegen mehr.	<input type="checkbox"/>				
F4	Meistens gehe ich gern zur Arbeit.	<input type="checkbox"/>				
F5	Mein Arbeitsengagement ist überdurchschnittlich hoch.	<input type="checkbox"/>				
F6	Ich hatte in den vergangenen 12 Monaten häufig Kopfschmerzen.	<input type="checkbox"/>				
F7	Wenn ich zu entscheiden hätte, würde ich den Beruf wechseln.	<input type="checkbox"/>				
F8	Ich hatte in den vergangenen 12 Monaten häufig überhöhte Müdigkeit.	<input type="checkbox"/>				
F9	Insgesamt gesehen würde ich sagen, dass meine Arbeit wirklich interessant und befriedigend ist.	<input type="checkbox"/>				
F10	Ich hatte in den vergangenen 12 Monaten häufig Übelkeit.	<input type="checkbox"/>				
F11	Ich bin mit meiner Arbeit insgesamt, unter Berücksichtigung aller Umstände, zufrieden.	<input type="checkbox"/>				