

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank O. Flemisch  
Prof. Dr. phil. Dipl.-Ing. Martin Frenz  
Prof. Dr.-Ing. Susanne Mütze-Niewöhner  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Christopher M. Schlick †

**Benedikt Andrew Latos**

# **Auswirkungen von Komplexität auf die Performance von Produktionsgruppen**

# Auswirkungen von Komplexität auf die Performance von Produktionsgruppen

## Effects of Complexity on the Performance of Production Groups

Von der Fakultät für Maschinenwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen  
Hochschule Aachen zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der  
Ingenieurwissenschaften genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Benedikt Andrew Latos

Berichterinnen: apl. Prof. Dr.-Ing. Susanne Mütze-Niewöhner  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch

Tag der mündlichen Prüfung: 26.10.2020



Industrial Engineering and Ergonomics

Band 37

**Benedikt Andrew Latos**

**Auswirkungen von Komplexität auf die Performance  
von Produktionsgruppen**

Shaker Verlag  
Düren 2020

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

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

Zugl.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2020)

Copyright Shaker Verlag 2020

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-7744-5

ISSN 1865-4665

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

Telefon: 02421 / 99 0 11 - 0 • Telefax: 02421 / 99 0 11 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Zusammenfassung

Der Anstieg der Komplexität in Produktionssystemen stellt eine der größten Herausforderungen für produzierende Unternehmen dar. In der vorliegenden Dissertation werden mögliche Auswirkungen von Komplexität auf die Performance von Produktionsgruppen untersucht. Es werden sechs Studien durchgeführt, die inhaltlich und methodisch aufeinander aufbauen und somit einen vollständigen Forschungsprozess von der initialen Begriffsbestimmung bis hin zur Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für die betriebliche Praxis beschreiben.

In der Explorationsphase wird zunächst eine qualitative Interviewstudie durchgeführt, um konkrete Treiber für das Phänomen der Komplexität in digitalisierten Arbeitssystemen zu identifizieren. Basierend auf zwei systematischen Literaturstudien wird der Stand der Forschung zu (1) Komplexitätsmodellen und (2) Gruppenperformancemodellen im Kontext von Produktionssystemen strukturiert erarbeitet und das bestehende Forschungsdefizit offengelegt.

Auf der Grundlage der Vorstudien wird ein hypothetisches Modell zur Erklärung der Performance von Produktionsgruppen entwickelt, das neben bekannten Einflussgrößen aus der Teamforschung verschiedene Komplexitätsdimensionen berücksichtigt. Die Operationalisierung der latenten Variablen erfolgt mit Hilfe einer weiteren qualitativen Interviewstudie. Das Gruppenperformancemodell wird in einer Fragebogenstudie ( $n = 455$ ) unter Anwendung der Methode der Strukturgleichungsmodellierung empirisch evaluiert. In der statistischen Auswertung wird u. a. festgestellt, dass ein positiver Zusammenhang zwischen der Aufgabenkomplexität und der Gruppenperformance besteht, der über die Qualität der Zusammenarbeit vermittelt wird. Dahingegen wird ein negativer Zusammenhang zwischen der Komplexität des Gruppendesigns und der Gruppenperformance identifiziert, der ebenfalls über die Qualität der Zusammenarbeit vermittelt wird. Aus den Ergebnissen werden konkrete Empfehlungen für die komplexitätsbezogene Gestaltung von Gruppenarbeit in der Produktion abgeleitet.

Darüber hinaus wird eine Metrik zur Erfassung der Komplexität des Arbeitsprozesses von Produktionsgruppen entwickelt und in einer Simulationsstudie evaluiert. Die Metrik kann bereits in Planungsphasen von Produktionssystemen verwendet werden, um alternative arbeitsorganisatorische Gestaltungsoptionen anhand des resultierenden Komplexitätsniveaus für die Produktionsgruppe vergleichend zu analysieren. Zudem können die Auswirkungen unterschiedlicher Qualifikationsprofile auf das Komplexitätsniveau und die Performance einer Produktionsgruppe untersucht werden.



## Summary

The increase in complexity in production systems represents one of the major challenges for manufacturing companies. In this dissertation, possible effects of complexity on the performance of production groups are examined. Six studies are carried out, which build on each other in terms of content and methodology and thus cover a complete research process from the initial definition of key concepts up to the derivation of design recommendations for operational practice.

Within the exploratory phase, a qualitative interview study is conducted in order to identify drivers of the phenomenon of complexity in digitalized work systems. Based on two systematic literature studies, the state of research on (1) complexity models and (2) group performance models in the context of production systems is examined in a structured way and the existing research deficit is pointed out.

On the basis of the preliminary studies, a hypothetical model is developed to explain the performance of production groups. The model includes different complexity dimensions in addition to known influencing variables from team research. The operationalization of the latent variables is carried out with a further qualitative interview study. The group performance model is empirically evaluated in a questionnaire study ( $n = 455$ ) using the method of structural equation modelling. On the one hand, the results of the statistical analysis show that there is a positive relationship between task complexity and group performance, which is mediated by the quality of teamwork. On the other hand, a negative relationship is identified between the complexity of group design and group performance, which is also mediated by the quality of teamwork. The findings are used to derive specific recommendations for the complexity-related design of group work in production.

In addition, a metric to capture the complexity of the work process of production groups is developed and evaluated in a simulation study. The metric is applicable in early planning phases of production systems. The resulting complexity level for the production group can be used for a comparative analysis of organizational design options. Furthermore, the effects of different group qualification profiles on the complexity level or performance of a production group can be assessed.



## Vorwort

Im Zusammenhang mit den aktuellen Bestrebungen der Industrie hin zu einer hochflexiblen, kundenindividuellen Fertigung in zunehmend digital vernetzten Produktions- und Wertschöpfungssystemen rücken Fragen des Komplexitätsmanagements erneut in den Fokus. Obwohl die Erforschung von Komplexität auf eine lange Historie zurückblickt und aus unterschiedlichen Disziplinen bereits zahlreiche Ansätze zu ihrer Beschreibung und Beherrschung vorliegen, müssen aus arbeitsorganisatorischer Sicht noch diverse Fragen als unbeantwortet gelten.

Die Installation von Teams in der Produktion zählt zu den arbeitsorganisatorischen Maßnahmen, denen ein großes Potenzial zur Bewältigung hoher Flexibilitäts- und Komplexitätsanforderungen zugeschrieben wird. Existierende Ansätze aus dem Produktionskontext beschreiben Komplexität allerdings vorrangig anhand physischer oder funktionaler Aspekte. Nur wenige Forschungsarbeiten betrachten Komplexität aus einer soziotechnischen Perspektive, mit dem Ziel, die Auswirkungen von Komplexität auf den arbeitenden Menschen respektive auf die Arbeit von Produktionsgruppen zu untersuchen.

Der Verfasser dieser Arbeit adressiert dieses Forschungsdefizit insbesondere mit der Entwicklung eines um relevante Komplexitätsdimensionen erweiterten Performancemodells für Produktionsgruppen. Die Modellentwicklung basiert nicht nur auf systematischen Literaturanalysen auf den Gebieten der Komplexitäts- sowie der Teamforschung, sondern auch auf mehreren empirischen Studien. Im Rahmen der Modellevaluation werden unter anderem die Aufgabenkomplexität und die Komplexität des Teamdesigns hinsichtlich ihres Einflusses auf die Gruppenperformance untersucht. Die Analyseergebnisse unterstreichen, dass Komplexität sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Qualität der Gruppenprozesse und ihre Ergebnisse haben kann. Bei der Ableitung von Maßnahmen des Komplexitätsmanagements ist folglich stets eine differenzierte Betrachtung angezeigt. Die sorgfältige Auswertung und Interpretation mündet in einer ganzen Reihe praxisorientierter Empfehlungen, die bei der Gestaltung von Gruppenarbeit in der Produktion berücksichtigt werden können und sollten.

Darüber hinaus entwickelt der Verfasser eine Metrik zur Erfassung des Komplexitätsniveaus des Arbeitsprozesses einer Produktionsgruppe und evaluiert diese in einer simulationsbasierten Fallstudie. Die Komplexitätsmetrik kann insbesondere in frühen Phasen der Arbeitssystemplanung für den bewertenden Vergleich arbeitsorganisatorischer Gestaltungsalternativen eingesetzt werden.

Mit der Publikation dieser Schrift ist die Hoffnung verbunden, dass die Ergebnisse dieser Arbeit in Wissenschaft und Praxis mit großem Interesse aufgenommen, adaptiert und in anknüpfenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten weiterentwickelt werden.

Susanne Mütze-Niewöhner



## Danksagung

Ich möchte mich bei allen Personen herzlich bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben. Insbesondere gilt mein Dank Frau Prof. Dr.-Ing. Susanne Mütze-Niewöhner für die äußerst engagierte Betreuung und Unterstützung meines Promotionsvorhabens. Sie räumte mir umfangreiche Freiheiten im Forschungsprozess ein und stand zugleich stets für die konstruktive Diskussion der Ergebnisse zur Verfügung.

Frau Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch danke ich herzlich für die Übernahme des Koreferats und die Unterstützung bei methodischen Rückfragen. Für ihre Mitwirkung in der Promotionskommission möchte ich mich ausdrücklich bei Frau Prof. Dr. phil. Ingrid Isenhardt und Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves bedanken.

Meinen Kolleginnen und Kollegen der Abteilung Arbeitsorganisation danke ich für die äußerst angenehme, freundschaftliche und effektive Zusammenarbeit in einem sehr gut funktionierenden Team. Zudem danke ich meinen studentischen Mitarbeitern Florens, Peyman, Matthias und Michael für ihren tatkräftigen Einsatz.

Ebenfalls gilt mein Dank den Projektpartnern des Verbundvorhabens TransWork (Förderkennzeichen 02L15A162) für die konstruktive Diskussion der Zwischenergebnisse und allen Personen, die freiwillig an den qualitativen Interviewstudien teilgenommen haben.

Ich danke Hannah und Christian herzlich für die kritischen Diskussionen bei der Überarbeitung des Manuskripts.

Schließlich möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden für die Unterstützung während der Promotionsphase bedanken.

Mein größter Dank gilt meiner Frau Luisa und meinem Sohn Christopher, denen ich diese Schrift von ganzem Herzen widme.

Benedikt Andrew Latos



# Veröffentlichte Teilergebnisse

## Peer-Reviewed Journals

- Latos, B. A., Harlacher, M., Burgert, F., Nitsch, V., Przybysz, P. & Mütze-Niewöhner, S. (2018). Complexity Drivers in Digitalized Work Systems: Implications for Cooperative Forms of Work. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 3(5), 171–185. <https://doi.org/10.25046/aj030522>
- Latos, B. A., Holtkötter, C., Brinkjans, J., Kalantar, P., Przybysz, P. M. & Mütze-Niewöhner, S. (2018). Partizipatives und simulationsgestütztes Vorgehen zur Konzeption einer flexiblen und demografierobusten Montagelinie. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 72(1), 90–98. <https://doi.org/10.1007/s41449-017-0081-8>

## Weitere Publikationen

- Latos, B. A., Harlacher, M., Nitsch, V. & Mütze-Niewöhner, S. (2019). Messung der Komplexität von Arbeitsprozessen für Montageteams. In W. Bauer, S. Stowasser, S. Mütze-Niewöhner, C. Zanker & K.-H. Brandl (Hrsg.), *Arbeit in der digitalisierten Welt. Stand der Forschung und Anwendung im BMBF-Förderschwerpunkt* (S. 16–20). Stuttgart: Fraunhofer.
- Harlacher, M., Latos, B. A., Heller, T., Przybysz, P. M. & Mütze-Niewöhner, S. (2018). Exploration von Maßnahmen zur Beherrschung von Komplexität in digitalisierten Arbeitssystemen. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.), *ARBEIT(S).WISSEN.SCHAFF(F)T Grundlage für Management & Kompetenzentwicklung. 64. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft* (S. 1–6). Dortmund: GfA-Press.
- Latos, B. A., Kalantar, P., Burgert, F., Arend, M., Nitsch, V., Przybysz, P. M. et al. (2018). Development, Implementation and Evaluation of a Complexity Measure for the Work of Assembly Teams in One-Piece-Flow Assembly Systems Employing Simulation Studies. In EUROSIS (Hrsg.), *32nd annual European Simulation and Modelling Conference EUROSIS ESM'2018* (S. 88–94). Ostende, Belgien: Hrsg. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2018-229657>
- Latos, B. A., Harlacher, M., El-Mahgary, M., Götzelmann, D., Przybysz P. M., Mütze-Niewöhner, S. et al. (2017). Komplexität in Arbeitssystemen: Analyse und Ordnung von Beschreibungsansätzen aus unterschiedlichen Disziplinen. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.), *Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels - kreativ, innovativ, sinnhaft. 63. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft* (S. 1–7). Dortmund: GfA-Press. Verfügbar unter <http://publications.rwth-aachen.de/record/689190/files/689190.pdf###>.
- Latos, B. A., Harlacher, M., Przybysz, P. M. & Mütze-Niewöhner, S. (2017). Transformation of working environments through digitalization: Exploration and systematization of complexity drivers. In IEEE (Hrsg.), *2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering & Engineering Management* (S. 1084–1088). Piscataway, NJ: Hrsg. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2017.8290059>
- Latos, B. A., Holtkötter, C., Brinkjans, J., Przybysz, P. M., Mütze-Niewöhner, S. & Schlick, C. (2017). Partizipatives und simulationsgestütztes Vorgehen zur Konzeption einer flexiblen

- und demografierobusten Montagelinie bei einem Hersteller von weißer Ware. In Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. (Hrsg.), *Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels - kreativ, innovativ, sinnhaft*. 63. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (S. 1–6). Dortmund: GfA-Press. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2017-04218>
- Latos, B. A., Kalantar, P., Przybysz, P. M., Mütze-Niewöhner, S., Holtkötter, C. & Brinkjans, J. (2017). Simulation of a Flexible and Adaptable One-Piece-Flow Assembly Line Based on a Process Flow of Colored and Timed Petri Nets. In EUROSIS (Hrsg.), *31st annual European Simulation and Modelling Conference EUROSIS ESM'2017* (S. 162–166). Ostende, Belgien: Hrsg. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2017-09307>
- Latos, B. A., Holtkötter, C., Brinkjans, J. & Mütze-Niewöhner, S. (2016). Simulationsbasiertes Vorgehen zur Planung einer Montagelinie nach dem Prinzip One-Piece-Flow. *IAW-Spectrum*, 12, 8–9. Verfügbar unter <http://iaw-aachen.de/files/iaw/publikationen/spectrum/2016-12-Spectrum.pdf##>:

# I Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>i</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung.....	1
1.2	Zielsetzung und Forschungsfragen.....	2
1.3	Methodischer Ansatz und Aufbau der Arbeit.....	3
<b>2</b>	<b>Komplexitätsbetrachtungen</b> .....	<b>6</b>
2.1	Komplexitätsdefinitionen und -charakteristika.....	6
2.1.1	Komplexitätsverständnis in der Systemtheorie.....	7
2.1.2	Komplexitätsverständnis in ausgewählten Wissenschaftsdisziplinen.....	12
2.1.3	Abgeleitete Merkmale für Komplexität im Kontext von Gruppenarbeit in Produktionssystemen.....	18
2.2	Systematisierung von Komplexitätstreibern in produzierenden Unternehmen.....	19
2.3	Interviewstudie zur Exploration von Komplexitätstreibern in digitalisierten Arbeitssystemen (Studie 1).....	20
2.3.1	Methodisches Vorgehen.....	21
2.3.2	Ergebnisse.....	23
2.3.3	Zusammenfassung und Diskussion.....	26
2.4	Systematisierung von Modellen zu Komplexität in Produktionssystemen (Studie 2).....	28
2.4.1	Der Modellbegriff.....	28
2.4.2	Kriterien zur Systematisierung existierender Komplexitätsmodelle.....	29
2.4.3	Identifizierung relevanter Komplexitätsmodelle.....	30
2.4.3.1	Modell nach Guimaraes, Martensson, Stahre und Igbaria (1999).....	33
2.4.3.2	Modell nach Li und Wieringa (2001).....	34
2.4.3.3	Modell nach W. H. ElMaraghy und Urbanic (2004; 2003).....	34
2.4.3.4	Modell nach Mattsson et al. (2012).....	35
2.4.3.5	Modell nach Zeltzer et al. (2013).....	35
2.4.3.6	Modell nach Claeys, Hoedt, Soete, Landeghem und Cottyn (2015).....	36
2.4.4	Zusammenfassung und Diskussion.....	36
<b>3</b>	<b>Gruppenarbeit in der Produktion</b> .....	<b>40</b>

3.1	Begriffsverständnis von Gruppenarbeit .....	40
3.1.1	Ziele sowie Vor- und Nachteile der Einführung von Gruppenarbeit.....	42
3.1.2	Klassifikation von Arbeitsgruppen im Produktionskontext .....	43
3.1.3	Abgrenzung von Lean-Gruppen und teilautonomen Arbeitsgruppen .....	44
3.2	Systematisierung von Modellen zur Gruppenperformance (Studie 3).....	45
3.2.1	Kriterien zur Systematisierung existierender Gruppenperformancemodelle ...	46
3.2.2	Identifizierung relevanter Gruppenperformancemodelle .....	46
3.2.2.1	Modell nach Bailey (2000) .....	49
3.2.2.2	Modell nach Pagell und LePine (2002) .....	49
3.2.2.3	Modell nach Doolen et al. (2003).....	50
3.2.2.4	Modell nach Michael et al. (2004).....	52
3.2.2.5	Modell nach Leach et al. (2005).....	52
3.2.2.6	Modell nach Fraser und Hvolby (2010).....	53
3.2.2.7	Modell nach Kathuria et al. (2010).....	54
3.2.2.8	Modelle nach Stranzenbach et al. (2016) sowie Stranzenbach (2018) .....	55
3.2.3	Zusammenfassung und Diskussion.....	56
3.2.4	Zwischenfazit .....	61
<b>4</b>	<b>Entwicklung eines Performancemodells für Produktionsgruppen .....</b>	<b>62</b>
4.1	Vorgehensweise zur Durchführung einer Strukturgleichungsmodellierung .....	62
4.2	Modellentwicklung und Ableitung von Hypothesen.....	63
4.2.1	Übergeordnete Modellstruktur .....	64
4.2.2	Übersicht über die untersuchten Variablen .....	65
4.2.3	Hypothese zur Qualität der Zusammenarbeit .....	69
4.2.4	Hypothesen zur Qualität der Gruppenziele .....	70
4.2.5	Hypothesen zur Komplexität des Gruppendesigns .....	71
4.2.6	Hypothesen zur Aufgabenkomplexität .....	74
4.2.7	Hypothesen zur Qualität der Gruppenführung .....	76
4.2.8	Hypothesen zur Umsetzungsqualität digitaler Unterstützungssysteme .....	77
4.2.9	Hypothesen zur Qualität der organisationalen Rahmenbedingungen .....	78
4.2.10	Kontrollvariablen .....	79
4.2.11	Zusammenfassung der Hypothesen im Forschungsmodell .....	80

4.3	Operationalisierung der latenten Variablen .....	81
4.3.1	Interviewstudie zur Identifikation von Indikatoren zur Operationalisierung der latenten Variablen (Studie 4) .....	81
4.3.1.1	Methodisches Vorgehen .....	82
4.3.1.2	Ergebnisse .....	86
4.3.1.3	Zusammenfassung und Diskussion .....	91
4.3.2	Entwicklung der Messmodelle .....	92
4.3.3	Pretest der entwickelten Skalen .....	94
4.3.4	Verwendete Messmodelle in der Hauptbefragung .....	95
<b>5</b>	<b>Statistische Evaluierung des Gruppenperformancemodells .....</b>	<b>104</b>
5.1	Konzeption und Durchführung der Befragung (Studie 5) .....	104
5.1.1	Aufbau des Online-Fragebogens .....	104
5.1.2	Technische Umsetzung und Funktionstest des Online-Fragebogens .....	105
5.1.3	Datenerhebung .....	107
5.1.4	Datenbereinigung .....	107
5.2	Beschreibung der Stichprobe .....	111
5.3	Statistische Auswertung des Strukturgleichungsmodells .....	116
5.3.1	Evaluierung der reflektiv spezifizierten Messmodelle .....	118
5.3.2	Evaluierung der formativ spezifizierten Messmodelle .....	122
5.3.3	Evaluierung des Strukturmodells .....	128
5.3.4	Zusammenfassung der Analyse des Strukturgleichungsmodells .....	139
5.3.5	Überprüfung des Einflusses der Kontrollvariablen .....	141
5.3.6	Stabilitätsprüfung der Ergebnisse .....	142
<b>6</b>	<b>Empfehlungen für die Gestaltung von Gruppenarbeit .....</b>	<b>145</b>
6.1	Gestaltungsempfehlungen auf der Strukturmodellebene .....	145
6.1.1	Prädiktoren für die „Gruppenperformance“ .....	146
6.1.2	Prädiktoren für die „Qualität der Zusammenarbeit“ .....	150
6.1.3	Überblick über die Modellzusammenhänge .....	151
6.2	Gestaltungsempfehlungen auf der Messmodellebene .....	153
6.2.1	Einflussfaktoren auf die „Qualität der Zusammenarbeit“ .....	153
6.2.2	Einflussfaktoren auf die „Qualität der Gruppenziele“ .....	154

6.2.3	Einflussfaktoren auf die „Qualität der organisationalen Rahmenbedingungen“.....	156
6.2.4	Einflussfaktoren auf die „Qualität der Gruppenführung“.....	157
6.2.5	Einflussfaktoren auf die „Aufgabenkomplexität“.....	158
6.2.6	Einflussfaktoren auf die „Komplexität des Gruppendesigns“.....	160
6.2.7	Einflussfaktoren auf die „Umsetzungsqualität digitaler Unterstützungssysteme“.....	161
6.3	Limitationen und weiterer Forschungsbedarf.....	163
6.3.1	Methodische Limitationen der Studie.....	164
6.3.2	Inhaltliche Limitationen der Studie.....	167
<b>7</b>	<b>Komplexitätsmetrik zur Gruppenarbeit in der Produktion.....</b>	<b>173</b>
7.1	Systematisierung von Ansätzen zur Messung von Komplexität in der Produktion und Montage.....	173
7.1.1	Entropie / Informationstheorie.....	175
7.1.2	Numerische und hybride Metriken / Heuristiken.....	175
7.1.3	Axiomatisches Design.....	177
7.1.4	Zusammenfassung und Diskussion.....	177
7.2	Entwicklung der Komplexitätsmetrik zur Erfassung der Komplexität des Arbeitsprozesses von Produktionsgruppen.....	179
7.3	Simulationsbasierte Fallstudie zur Anwendung der Komplexitätsmetrik (Studie 6).....	181
7.3.1	Beschreibung des Anwendungsbeispiels.....	181
7.3.2	Evaluierung der Komplexitätsmetrik in einer Simulationsstudie.....	183
7.4	Weitere Gestaltungsempfehlungen für die betriebliche Praxis.....	191
7.5	Diskussion und weiterer Forschungsbedarf.....	195
<b>8</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>198</b>
8.1	Zusammenfassung und Diskussion.....	198
8.2	Ausblick.....	201
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>206</b>
<b>II</b>	<b>Formelzeichen und Abkürzungen.....</b>	<b>234</b>
<b>III</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>241</b>
<b>IV</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>244</b>
<b>V</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>249</b>