

Analyse der Einführbarkeit von selbst-organisierter Kapazitätsflexibilität in Cyber-Physical Systems bei einem Automobilhersteller

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science (M. Sc.)“ im Studiengang Wirtschaftsingenieur der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für Maschinenbau und der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover

vorgelegt von

Name: Baser



Vorname: Emre



Prüfer: Prof. Dr. Hans-Jörg von Mettenheim

Hannover, den 02.10.2017*

*(Datum der Beendigung der Arbeit)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XII
Symbolverzeichnis	XIII
Abstract.....	XIV
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Motivation.....	1
1.2 Zielstellung der Arbeit	2
1.3 Aufbau der Arbeit.....	3
2 Theoretische Grundlagen	5
2.1 Kapazitätsflexibilität durch variable Schichtmodelle.....	5
2.1.1 Begrifflichkeiten, Ziele und Anforderungen	5
2.1.2 Schichtarbeit.....	9
2.1.3 Job-Sharing, KAPOVAZ und Baukastenmodell	12
2.1.4 Kapazitätsflexible Schichtplanung in der Fertigung	13
2.2 Flexibles Arbeiten in einer digitalisierten Welt durch Cyber-Physical Systems	19
2.2.1 Industrie 4.0.....	19
2.2.2 Cyber-Physical Systems, Big Data und das Internet der Dinge	22
2.2.3 Selbstorganisierte und flexible Arbeit durch Digital.....	26
2.3 Einführungsstrategien neuer IT-Systeme in Unternehmen	28
2.3.1 Change Management	29
2.3.2 Business Process Model and Notation	31
2.3.3 Nutzwertanalyse	33
3 Stand der Technik und Forschungsbedarf und -methodik.....	35
3.1 KapaflexCy – Applikation zum flexiblen Personaleinsatz.....	35
3.2 Forschungsbedarf.....	40

3.3	Forschungsmethodik	40
4	Ist-Situation im Untersuchungsbereich in der Montage im Amarok bei VWN.....	42
5	Konzeptionierung einer Methodik zur Einführung von KapaflexCy	44
5.1	Vorgehensweise	44
5.2	Aufbau von Schichtmuster für KapaflexCy	45
5.3	Entwicklung einer modifizierten Benutzeroberfläche von KapaflexCy	52
5.4	Erstellung eines Schichtbelegungsplans	59
5.5	Prozessmodellierung: Ablauf einer Schichtorganisation mit KapaflexCy	68
6	Anwendungsmöglichkeiten von KapaflexCy	75
6.1	Use Case 1	75
6.1.1	Schichtmuster	76
6.1.2	Modifizierte Benutzeroberfläche von KapaflexCy	77
6.1.3	Schichtbelegungsplan.....	79
6.1.4	BPMN-Modell	85
6.2	Use Case 2	90
6.2.1	Schichtmuster	90
6.2.2	Modifizierte Benutzeroberfläche von KapaflexCy	96
6.2.3	BPMN-Modell	98
6.3	Use Case 3	104
6.3.1	Modifizierte Benutzeroberfläche von KapaflexCy	104
6.3.2	Schichtbelegungsplan.....	105
6.4	Bewertung der Use Cases	118
7	Kritische Diskussion der Ergebnisse	122
7.1	Limitationen	122
7.2	Wissenschaftlicher und praktischer Beitrag	123
7.3	Handlungsempfehlungen	123

8 Zusammenfassung und Ausblick	125
8.1 Zusammenfassung	125
8.2 Ausblick	126
Anhang	127
Literaturverzeichnis	136
Ehrenwörtliche Erklärung	143

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Motivation

Zunehmend turbulente Märkte in einem globalen Umfeld, kürzere Produktlebenszyklen sowie die fortschreitende Digitalisierung setzen die deutsche Industrie vor tiefgreifenden Herausforderungen. Vor allem im Kontext der Digitalisierung stehen heute neue Formen der Kommunikation sowie der Mobilität im Alltag der Menschen zur Verfügung. Neben dem Einfluss im Privatleben der Menschen, erfasst die Digitalisierung maßgeblich die gesamte Bandbreite der Industrie und beeinflusst die Arbeit der Menschen.¹

Der fortschreitenden Digitalisierung im industriellen Umfeld wird dabei folgendes disruptive Potenzial zugeschrieben: Ein Schrumpfen von Raum und Zeit. Durch vernetzte Datenbanken können Mitarbeiter jederzeit und von überall auf Informationen zugreifen. Somit steigt u.a. der Einfluss jedes Individuums auf die Gestaltung der eigenen Arbeitszeiten.²

Parallel zu dieser Entwicklung erlebt die Gesellschaft im Zuge des demographischen Wandels eine zunehmend veränderte Altersstruktur. Diese zwingt die Industrie die Arbeitszeiten alters- sowie gesundheitsgerecht auszurichten. Zusätzlich dürfen die Interessen der heranwachsenden Generationen Y und Z nicht unberücksichtigt bleiben. Die unterschiedlichen Ansprüche, welche mit den Themen „Work-Life-Balance, der Vorstellung einer flexiblen sowie selbstbestimmenden Lebensweise sowie der Vereinbarkeit von Beruf und Familie, charakterisiert werden, unterstreichen die Notwendigkeit flexibler Arbeitszeitsysteme.³

Es entsteht eine neue Basisinfrastruktur für die Arbeit, die vor allem die Arbeitszeiten miteinschließen.⁴ Diese äußern sich meist durch kurzfristige Maßnahmen, wie z.B. die Einstellung von Leiharbeitern oder die Hinzunahme einer Zusatzschicht am Wochenende. Produktionsunternehmen unterliegen jedoch aufgrund der dynamischen Märkte einem stetigen Wandel. Hierfür reichen diese kurzfristigen Maßnahmen zur Erhöhung der Flexibilität nicht aus.⁵ Es besteht für Produktionsunternehmen die Not-

¹ Vgl. Gerlach, S. et al. (2015), S.9.

² Vgl. Hofmann, J. (2017), S.1.

³ Vgl. Stowasser et al. (2016), S.15.

⁴ Vgl. Carstensen, T. (2016), S. 15.

⁵ Vgl. Bullinger, H.-J. et al. (1989), S.27.

wendigkeit langfristige flexible Arbeitszeitmodelle einzuführen, die den Marktanforderungen gerecht werden.⁶

Die Steuerung sowie Planung langfristiger flexibler Arbeitszeitmodelle implizieren einen massiven Steuerungs- sowie Kommunikationsaufwand. Der Einsatz von Cyber-Physical Systems in der Produktion ist ein Vorschlag zur technischen Erfüllung dieser Anforderungen. Die Durchdringung der Produktion mit Cyber-Physical Systems (CPS) ermöglicht die Lieferung von Echtzeitinformationen auf jedes mobile Endgerät im Produktionsumfeld. Abhilfe kann in diesem Zusammenhang eine Schichtplanungs-Applikation, namens **KapaflexCy** (selbstorganisierte **Kapazitätsflexibilität** in **Cyber-Physical Systems**) leisten, welche in der Lage ist, alle Beteiligten miteinander zu vernetzen und verändernde Kapazitäten in der Produktion flexibel, schnell und unternehmensübergreifend zu steuern.⁷ Mit diesem Werkzeug wird den Mitarbeiter eine Plattform zur Kapazitätsabstimmung geboten, sodass alle Mitarbeiter ihre individuellen Arbeitszeiten selbst steuern können. Werden beispielsweise Arbeitskräfte für eine Zusatzschicht benötigt, so können Mitarbeiter mithilfe der KapaflexCy-Applikation schnell kontaktiert werden. Diese wiederum stimmen sich untereinander mit Social-Media-Komponenten, wie z.B. in Gruppenchats, ab. Die Vergabe der Zusatzschichten basiert auf einem Regelwerk, welches die tarifrechtlichen Gesetzgebungen zur Arbeitszeit sowie die Qualifikationen der Mitarbeiter berücksichtigt. Die entwickelte KapaflexCy-Applikation wurde bereits in einigen Unternehmen in der Praxis erprobt. Im Vordergrund stand hierbei die Verteilung von Zusatzschichten. Darüber hinaus wurde die Organisation und Steuerung aller Schichten an allen Arbeitstagen bisher nicht berücksichtigt.⁸

1.2 Zielstellung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, die Einführbarkeit der KapaflexCy-Applikation im Produktionsumfeld zu analysieren. Dafür soll neben der Organisation und Steuerung von Zusatzschichten, die Ausweitung auf alle Schichten an allen Arbeitstagen erfolgen. Dadurch ergeben sich zwangsläufig neue Anforderungen an die KapaflexCy-Applikation sowie deren Nutzer. Im Rahmen dessen werden die folgenden Gesichtspunkte in dieser Arbeit bearbeitet, sodass eine ganzheitliche Nutzung der KapaflexCy-Applikation im Automobilumfeld erfolgen kann:

⁶ Vgl. Reitmayer, A. (2017) S.242-243.

⁷ Vgl. Gerlach, S. et al. (2015) S.25.

⁸ Vgl. Kuhn C. et al. (2015), S.61.

- Entwicklung eines angepassten Regelwerkes zur Verteilung aller Schichten mit KapaflexCy
- Konzeptionierung einer modifizierten Benutzeroberfläche der KapaflexCy-Applikation
- Entwurf eines Schichtbelegungsplanes für die Schichtplaner zur Organisation und Steuerung aller Schichten mit KapaflexCy
- Modellierung des Prozessablaufes zur übersichtlichen Darstellung
- Implementierung der konzeptionierten Methodik in drei Use Cases
- Validierung sowie Vergleich der drei Use Cases

1.3 Aufbau der Arbeit

Um die Zielstellung dieser Arbeit zu erreichen, wird in Kapitel 2 mit der Darstellung aller wesentlichen theoretischen Grundlagen, die die Problemstellung einschließen, begonnen. Dabei gilt der Fokus auf kapazitätsflexible Schichtzeiten im Produktionsumfeld sowie auf das Arbeiten in einer digitalisierten Umgebung in Cyber-Physical Systems. Zusätzlich sollen Werkzeuge theoretisch vorgestellt werden, die im Hauptteil dieser Arbeit zur Anwendung kommen. Kapitel 3 gibt einen Überblick über den Stand der Technik. Hier soll die Anwendungssoftware „KapaflexCy“ vorgestellt werden. Auf Basis dieser präsentierten Inhalte wird der Forschungsbedarf abgeleitet sowie die Forschungsmethodik in dieser Arbeit charakterisiert. Im Anschluss erfolgt in Kapitel 4 die Vorstellung des Untersuchungsbereiches, sodass im Nachhinein die Konzeptionierung einer Methodik zur ganzheitlichen Nutzung von KapaflexCy in Kapitel 5 erfolgen kann. Darauf aufbauend werden in Kapitel 6 drei Use Cases aufgezeigt, welche drei unterschiedliche Anwendungsfälle symbolisieren sollen. Diese werden anschließend einer Bewertung unterzogen. In Kapitel 7 erfolgt die Diskussion dieser Ergebnisse, welche die Limitationen, den wissenschaftlichen und praktischen Beitrag sowie Handlungsempfehlungen beinhalten. Abschließend werden in Kapitel 8 die wichtigsten Erkenntnisse aus dieser Arbeit zusammengefasst sowie ein Ausblick für weitere Forschungsarbeiten gegeben.

In Abbildung 1 ist der Aufbau dieser Arbeit übersichtlich visualisiert.

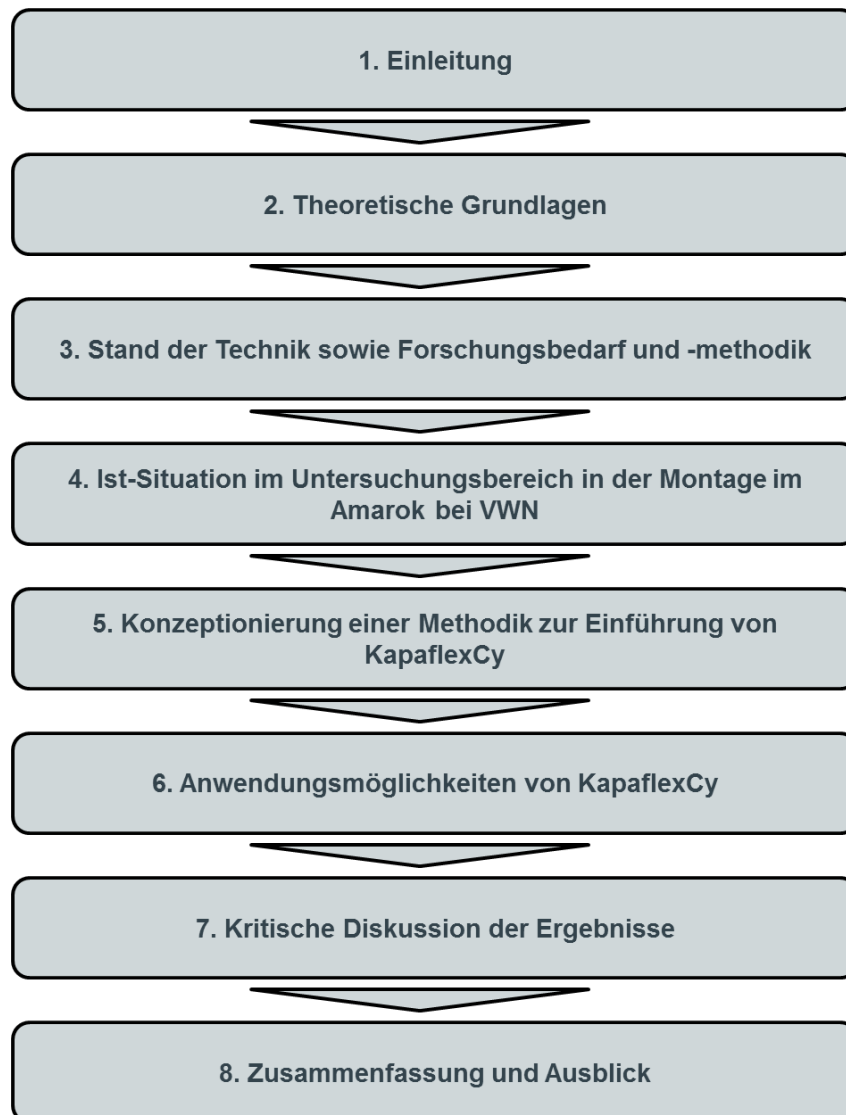


Abbildung 1: Aufbau dieser Arbeit

8 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse in Abschnitt 8.1 zusammengefasst. Im Anschluss erfolgt in Abschnitt 8.2 ein Ausblick auf weitere mögliche Forschungstätigkeiten.

8.1 Zusammenfassung

Die zunehmend turbulenten Märkte, kürzere Produktlebenszyklen sowie die fortschreitende Digitalisierung setzen das industrielle Umfeld vor massiven Herausforderungen. Vor allem die mit der Digitalisierung einhergehenden neuen Formen der Kommunikation und Mobilität verändern nachhaltig das Arbeitsleben der Menschen. Der Einfluss von Individuen auf die Gestaltung der eigenen Arbeitszeiten steigt. Diese äußern sich meist durch kurzfristige Maßnahmen durch das Unternehmen, welche jedoch kaum einen Beitrag zur langfristigen strategischen Ausrichtung von Arbeitszeiten auf das volatile Marktumfeld abbilden. Eine permanente Anpassung von Arbeitszeiten an die sich ständig ändernde Kundennachfrage impliziert jedoch einen massiven Steuerungs- und Kommunikationsaufwand. Abhilfe kann dabei eine Schichtplanungs-Applikation, namens KapaflexCy (selbstorganisierte Kapazitätsflexibilität in Cyber-Physical Systems), leisten. In dieser können alle Mitarbeiter permanent im Austausch stehen und Schichtzeiten planen, organisieren und steuern. Echtzeitinformation können jederzeit und überall abgerufen werden. Die KapaflexCy-Applikation wird heute überwiegend zur Organisation von Zusatzschichten, wie z.B. an Samstagen, eingesetzt. Ein ganzheitlicher Einsatz über alle Schichten an allen Arbeitstagen existiert bisher nicht.

Diese Arbeit nahm sich dieser Herausforderung an und entwickelte auf Basis der in Abschnitt 3.2 entwickelten Forschungsfrage ein Konzept zur Steuerung aller Schichtzeiten an allen Arbeitstagen.

In Kapitel 5 wurde diesbezüglich ein Konzept entwickelt, welches zunächst einen Rahmen bei der Gestaltung von flexiblen Arbeitszeitmodellen in der Fertigung gesetzt hat. Dieser Rahmen wurde damit begründet, dass eine vollständige Selbstorganisation aller Schichtzeiten der Mitarbeiter durch gesetzliche und arbeitszeitrechtliche Regelungen eingeschränkt wird. Daher wurde der Grad der Flexibilität der Arbeitszeit durch das Vorgeben definierter Schichtblöcke durch Schichtplaner begrenzt.

Darauf aufbauend konnten in drei ausgewählten Use Cases mögliche Anwendungsfelder erforscht werden. Diese drei Use Cases beinhalteten die Organisation von mehreren Zusatzschichten, wie z.B. an Samstagen, die Organisation aller Schichten von Voll- und Teilzeitmitarbeitern, sowie die Organisation aller Schichten bei unterschiedlichen Qualifikationsmerkmalen zwischen den Mitarbeitern. Zur Beantwortung

der Forschungsfrage wurde für jedes Use Case ein Schichtbelegungsplan, eine modifizierte Benutzeroberfläche der KapaflexCy-App für die Mitarbeiter sowie individuelle Schichtblöcke entwickelt. Der Ablauf der einzelnen Prozessschritte in den Use Cases wurde mithilfe eines BPMN-Modelles modelliert.

Schlussendlich konnten alle Use Cases mithilfe einer Nutzwertanalyse anhand von definierten Bewertungskriterien validiert und miteinander verglichen werden. Es wurde festgestellt, dass ein direkter Zusammenhang zwischen dem Grad der Flexibilität der Arbeitszeit sowie der Fähigkeit der Mitarbeiter, ihre Arbeitszeiten selbst zu organisieren und dem Aufwand zur Steuerung dieser durch die Schichtplaner, besteht. Ein Ergebnis wurde dahingehend erzielt, dass der Einsatz von flexiblen Arbeitszeitmodellen erleichtert wird, wenn alle Mitarbeiter die gleichen Qualifikationen vorweisen. So kann sichergestellt werden, dass alle Arbeitsplätze zu jeder Zeit mit ausreichend qualifizierten Mitarbeitern besetzt sind. Es wurde mittels der Nutzwertanalysen herauscharakterisiert, dass je flexibler Arbeitszeitmodelle gestaltet werden, desto aufwändiger die Steuerung dieser ist. Dieser Aspekt wird verstärkt, wenn Mitarbeiter unterschiedliche Qualifikationsmerkmale aufweisen.

8.2 Ausblick

In Kapitel 1 wurde das zunehmend volatile globale Marktumfeld als große Herausforderung für Industrieunternehmen charakterisiert. Das industrielle Umfeld muss in der Lage sein, mit schnellen Reaktionszeiten auf schwankende Nachfragemengen reagieren zu können. Die KapaflexCy-Applikation bietet eine Grundlage zur Lösung dieses Problems. Jedoch muss die Anwendung dieser Applikation zur Organisation aller Schichten im Einklang mit gesetzlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen zur Arbeitszeit erfolgen. Diese Arbeit untersuchte mit drei ausgewählten Anwendungsfällen mögliche Herausforderungen bei der Organisation und Steuerung von Schichtzeiten mit der KapaflexCy-Applikation. Die präsentierten Ergebnisse spannen ein Feld für weitere Anwendungsfälle auf. Ein weitreichendes Forschungsthema impliziert die Organisation aller Schichten, wenn arbeitszeitrechtliche Gesetzgebungen keinen Einfluss mehr auf Schichtzeiten haben. Konkret würde dies bedeuten, dass keine begrenzenden Faktoren, wie z.B. die Vorgabe von definierten Schichtblöcken zur Anwendung kommen müsste, sondern die Mitarbeiter dynamisch und selbstgesteuert ihre Schichtzeiten organisieren. Aufgrund von zunehmend volatilen Nachfragemengen wird sich somit die Planung von Schichtzeiten weg von einer dezentralen Steuerung hin zu selbstorganisierten Organisation zwischen den betroffenen Mitarbeitern entwickeln.