

Ausprägungen von Predictive Maintenance Geschäftsmodellen - Eine Taxonomie

Bachelorarbeit

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

vorgelegt von

Name: Grützner



Vorname: Lukas



Prüfer: Prof. Dr. Michael H. Breitner

Hannover, den 26.07.2018

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
Verzeichnis benutzter Abkürzungen	III
Abstrakt	IV
1 Einleitung	1
1.1 Motivation.	1
1.2 Status Quo der Forschung und Herleitung der Forschungsfragen.	2
1.3 Methodik der Literaturrecherche.	3
2 Vorwort zu Predictive Maintenance	5
2.1 Einordnung und Definition von Predictive Maintenance	5
2.2 Vor- und Nachteile der Implementierung von Predictive Maintenance Lösungen.	5
3 Theoretischer Hintergrund	7
3.1 Klassifikationssysteme und Taxonomien.	7
3.2 Konzeptualisierung von Geschäftsmodellen.	7
3.3 Methodischer Ansatz der Taxonomie Entwicklung.	14
4 Taxonomie Entwicklung	17
4.1 Datensatz Beschreibung.	17
4.2 Meta Charakteristik.	18
4.3 Iteration 1-5.	18
4.4 Ergebnisse der Taxonomie Entwicklung.	22
4.5 Dominierende Elemente von Predictive Maintenance Geschäftsmodellen.	25
5 Diskussion	30
6 Limitation	32
7 Zusammenfassung und Ausblick	33
Referenzen	V
Anhänge	VIII
A: Übersicht der analysierten Unternehmen.	VIII
B: Definition von Charakteristiken ausgewählter Dimensionen.	X
C: Fragebogen Hannover Messe 2018.	XIII
D: Online Referenzen Unternehmen.	XXXV

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die Weiterentwicklung von Informations-, Kommunikations- und Computertechnologie hat in den letzten Jahren die moderne Industrie verändert und wird heute in Deutschland als „Industrie 4.0“ bezeichnet.

Unternehmen stehen vor vielfältigen Herausforderungen wie der Notwendigkeit, Effizienz, Qualität und Verfügbarkeit ständig zu verbessern. Im Bereich Wartung zeichnet sich ein immer größer werdender Trend in Richtung der Anwendung von Predictive Maintenance (vorausschauende Wartung) Lösungen ab. Nach einer Studie des Beratungsunternehmens Roland Berger in Kooperation mit dem VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) aus dem Jahr 2017 befassen sich 81% der befragten deutschen Unternehmen bereits intensiv mit diesem Thema (Roland Berger, 2017 S.6). Das Beratungsunternehmen PricewaterhouseCoopers in Kooperation mit dem Unternehmen Mainnovation kommt in einer beinahe zeitgleich veröffentlichten Studie zu dem Ergebnis, dass von 280 befragten Unternehmen aus Deutschland, Belgien und den Niederlanden, 132 Unternehmen möglicher Weise eine Predictive Maintenance (PM) Lösung implementieren möchten, und 52 Unternehmen bereits an einer solchen Implementierung arbeiten (PricewaterhouseCoopers, 2017 S.14). Die Implementierung einer solchen Lösung bringt viele Vorteile, wie zum Beispiel die Reduzierung von Lebenszykluskosten oder die Erhöhung der Systemsicherheit. Ermöglicht wird dies durch den Technologiefortschritt, da dieser die Verwendung von fortschrittlichen Sensoren, drahtlosen Kommunikationsgeräten und Systemen zur Erfassung, Speicherung und Analyse von Daten erleichtert. Shi et al. (2011) definieren die Kombination von Kommunikationstechnologie und fortschrittlicher Analytik mit physikalischer Maschinerie als „Cyber-Physical Systems (CPS)“. Dies ermöglicht eine effiziente, anwendbare und erschwingliche Predictive Maintenance Anwendung in vielen verschiedenen Wirtschaftsbereichen. Nach Selcuk (2017) hat dies zu einem Auftreten neuer Geschäftsmodelle geführt, welche unter anderem komplette prädiktive Wartungslösungen anbieten, die Ausbildung von Experten im Bereich PM, oder auch die Entwicklung speziell auf diese Art von Wartung ausgelegte Soft- und Hardware. Schon 2001 argumentierte Schmid (2001), dass sich aufgrund des Technologiefortschrittes eine neue Industrialisierung anbahnt. In einer digitalen Wirtschaft ist die begrenzende Ressource nicht mehr die Produktion, sondern die Kommunikation. Die gesamte Gestaltung von Wertschöpfungsketten wird durch die Entwicklungen in der Technologie verändert.

1.2 Status Quo der Forschung und Herleitung der Forschungsfragen

Praktisch orientierte wissenschaftliche Beiträge beschreiben und kategorisieren bereits die Auswirkungen von „Industrie 4.0“ und „Internet of Things¹ (IoT)“ auf die

¹ IoT „bezeichnet die Vernetzung von Gegenständen mit dem Internet, damit diese Gegenstände selbstständig über das Internet kommunizieren und so verschiedene Aufgaben, wie z.B eine allgemeine Informationsversorgung oder Warnfunktion, ausführen“ (Gabler Wirtschaftslexikon 2018).

Wartung von Maschinen und andere Vermögenswerte. Nach Schmidt und Wang (2015) sei ein merkbarer Anstieg von wissenschaftlichen Publikationen über PM in den letzten Jahren erkennbar, was die zunehmende Wichtigkeit dieses Themas unterstreicht. In einer Übersicht über die Literatur bezüglich PM identifizieren die beiden Autoren die drei inhaltlichen Trendausrichtungen „Cloud-Ansatz²“, „Sammeln und Verschmelzen von Daten aus verschiedenen Quellen³“ und „Verwalten von Unsicherheit⁴“, nach denen der Großteil wissenschaftlicher Publikationen zu PM kategorisiert werden kann.

Einen Überblick über die verschiedenen Techniken, welche benutzt werden, um PM zu realisieren, liefert Selcuk (2017). Er unterteilt diese in die sechs Kategorien: Prozessparametermessungen, Schwingungsanalyse, Öl Analyse, thermographische Analyse, akustische Analyse und andere PM-Techniken. Parpala und Iacob (2017) demonstrieren in einer Fallstudie, wie Zustandsüberwachung und PM Systeme für industrielle Maschinerie entwickelt und eingesetzt werden können. C.M.K. Lee et al. (2017) und Jay Lee et al. (2015) hingegen beschreiben, inwiefern Wartungseffizienz durch den Einsatz von „Big Data Analytics⁵“ verbessert werden kann.

In Summe ist der Anstieg von Firmen, die PM Lösungen anbieten, und wissenschaftlicher Literatur bezüglich PM, ein wichtiges und wachsendes Phänomen, das sich mit dem Wandel von Wertschöpfung und Kundenverhalten im Bereich Wartung in vielen Wirtschaftsfeldern (Industrie, Energie, etc.) beschäftigt. Um dieses Phänomen und die dadurch verursachten Veränderungen zu analysieren, ist es wichtig die Ähnlichkeiten und Unterschiede der verschiedenen Geschäftsmodelle im Bereich PM zu verstehen.

Um ein solches Verständnis zu ermöglichen, kann das Konzept des Geschäftsmodells betrachtet werden. Nach Osterwalder und Pigneur (2010, S.9) beschreibt ein Geschäftsmodell „[...] die Gründe dafür, wie eine Organisation Werte schafft, liefert und festhält“.

Einen Ansatz liefern Arnold et al. (2017), welche ausgehend von einer systematischen Literaturanalyse hinsichtlich bestehender Literatur für neuartige IoT-spezifischer Geschäftsmodelle, drei übergeordnete neue Geschäftsmodelle identifizieren und diese mithilfe des Business Model Canvas von Osterwalder et al. (2010) analysieren. Es handelt sich dabei um Cloudbasierte Geschäftsmodelle, Service-orientierte Geschäftsmodelle und Prozess-orientierte Geschäftsmodelle. Cloudbasierte Geschäftsmodelle beschreiben die Nutzung von IT-Ressourcen, Hardware und Software zur Bereitstellung von Infrastruktur und Plattformen. Service-orientierte

² Cloud-Ansatz beschreibt den Einsatz von Cloud-Computing-Modellen in der Industrie (Schmidt und Wang 2015).

³ Die Fusion von Daten und Informationen beschreibt das Kombinieren von Daten verschiedener Quellen, um Informationen zu erhalten, welche besser sind, als wenn von jeder Quelle einzeln abgeleitet (Schmidt und Wang 2015).

⁴ „Unsicherheit ist ein Effekt von Sensormessfehlern, fehlenden Daten und / oder Wissen sowie Fehlern, die durch die angewendeten Methoden verursacht werden“ (Schmidt und Wang 2015).

⁵ "Big Data sind Informationsinhalte mit hohem Volumen, hoher Geschwindigkeit und großer Vielfalt, die kosteneffiziente, innovative Formen der Informationsverarbeitung für bessere Einsicht und Entscheidungsfindung erfordern (Gartner IT Glossary, n.d.)."

Geschäftsmodelle beziehen sich auf die Bereitstellung von Plattformen, um Daten zu analysieren, und dadurch Prozesse zu optimieren. Prozess-orientierte Geschäftsmodelle hingegen beschreiben den Einsatz von Plattformen, zum Sammeln und Analysieren von Daten und Informationen, welche genutzt und verkauft werden, um zum Beispiel Stillstandzeiten von Maschinen zu reduzieren (Arnold et al. 2017). Diese Ergebnisse geben einen ersten Überblick über neue, durch die Digitalisierung der Industrie erscheinende, Geschäftsmodelle. Das Auftreten neuer Geschäftsmodelle speziell im Bereich PM wird im Detail bisher jedoch nicht behandelt. Vor diesem Hintergrund gibt diese Arbeit einen umfassenden Überblick über PM Geschäftsmodelle und trägt somit zu einem besseren Verständnis eben jener Geschäftsmodelle bei, indem es folgende Forschungsfragen untersucht:

RQ1: Was sind die wichtigsten auf fundierter wissenschaftlicher Theorie und empirischer Validation basierenden Elemente von Predictive Maintenance Geschäftsmodellen?

RQ2: Gibt es dominierende Charakteristiken von Predictive Maintenance Geschäftsmodellen, und wenn ja, welche?

Um diese Fragen zu beantworten wird zunächst eine Taxonomie von PM Geschäftsmodellen entwickelt. Anschließend wird diese Taxonomie auf eine Stichprobe von Firmen, aus dem Bereich PM, angewendet, um zu prüfen ob typische dominierende Charakteristiken identifiziert werden können.

1.3 Methodik der Literaturrecherche

„A review of prior, relevant literature is an essential feature of any academic project. An effective review creates a firm foundation for advancing knowledge. It facilitates theory development, closes areas where a plethora of research exists, and uncovers areas where research is needed (Webster und Watson 2002, S.13).“

Um relevante Literatur zu identifizieren wurde der strukturelle Ansatz zur Literaturrecherche und Literaturanalyse von Webster und Watson (2002) verwendet. Darauf basierend wurden zuerst systematisch verschiedene Literatursuchmaschinen und Literaturdatenbanken nach zuvor definierten Begriffen durchsucht. Es wurden folgende Suchmaschinen und Datenbanken verwendet:

Tabelle 1: Verwendete Suchmaschinen und Datenbanken	
Suchmaschine/Datenbank	URL
TIB Online Contents	https://www.tib.eu/de/
ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com/
SpringerLink	https://link.springer.com/
AiSeL	http://aisel.aisnet.org/
ResearchGate	https://www.researchgate.net/
Google Scholar	https://scholar.google.de/

Die verwendeten Suchbegriffe sind in Tabelle 2 aufgeführt und die Suchabfragen wurden identisch für jede Suchmaschine/Datenbank durchgeführt. Da die Möglichkeit bestand, neben auf Englisch geschriebenen Quellen, auch auf in Deutsch verfasste Quellen zu stoßen, wurde zusätzlich mit der deutschen Übersetzung der zuvor definierten Begriffe gesucht.

Tabelle 2: Verwendete Suchbegriffe	
Suchbegriffe	Übersetzung
Business Model	Geschäftsmodell
Business Model Definition	Geschäftsmodell Definition
Business Model Elements	Geschäftsmodell Elemente
Business Model Framework	Geschäftsmodell Rahmenwerk
Predictive Maintenance	vorausschauende Instandhaltung
Predictive Maintenance Definition	vorausschauende Instandhaltung Definition
Predictive Maintenance IoT	vorausschauende Instandhaltung IoT
Predictive Maintenance Business Model	vorausschauende Instandhaltung Geschäftsmodell
Predictive Maintenance	vorausschauende Instandhaltung
Taxonomy	Taxonomie
Taxonomy Development	Taxonomie Entwicklung
Taxonomy Information Systems	Taxonomie Informationssysteme

Zudem wurde eine Rückwärtssuche durchgeführt, indem Zitationen aus relevanten, durch die Suchmaschinen/Datenbanken gefundenen, Artikeln, wie z.B. von Eickhoff et al. (2017) in Betracht gezogen wurden, um ältere Artikel zu ermitteln.

Eine Vorwärtssuche wurde nicht durchgeführt, da durch den Einsatz der Suchmaschinen und Datenbanken unter Benutzung der in Tabelle 2 gelisteten Suchbegriffe ausreichend Artikel identifiziert wurden, die ältere Schlüsselartikel zitieren. Die Schlüsselartikel wurden durch die vorherigen Schritte, die Suchabfrage in Datenbanken und die Rückwärtssuche, identifiziert.

Eine Auflistung sämtlicher in dieser Arbeit verwendeten Artikel ist im Literaturverzeichnis aufgeführt.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Der immer größer werdende Trend zum Einsatz von Predictive Maintenance Lösungen in vielen verschiedenen Wirtschaftsbereichen, ausgelöst durch die Weiterentwicklung von Informations-, Kommunikations- und Computertechnologie, hat zu einem erheblichen Anstieg von Firmen, die PM Lösungen anbieten, wissenschaftlicher Literatur bezüglich PM und dem Auftreten neuer Geschäftsmodelle, geführt. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die von erfolgreichen Firmen eingesetzten Geschäftsmodelle zu theoretisieren.

Um diese Geschäftsmodelle zu untersuchen und zu verstehen, wurde in dieser Arbeit eine Taxonomie von Predictive Maintenance Geschäftsmodellen entwickelt. Ausgehend von dieser Taxonomie wurden anschließend dominierende Charakteristiken von solchen Geschäftsmodellen identifiziert.

Zur Erreichung dieser Ziele wurde wissenschaftliche Theorie über Geschäftsmodelle untersucht, 43 Interviews mit Vertretern verschiedener Unternehmen auf der Hannover Messe 2018 geführt und die Webauftritte (Webseiten, Online Interviews, Videos), Produktblätter, Fallstudien und Whitepaper von 22 weitere Unternehmen untersucht. Diese Daten wurden dann nach der etablierten Methode zur Taxonomie-Entwicklung von Nickerson et al. (2013) analysiert. Dies führte zu dem Ergebnis, dass ein Predictive Maintenance Geschäftsmodell die sechs Dimensionen D_1 Schlüsselaktivitäten, D_2 Wertversprechen, D_3 Bezahlmodell, D_4 Vertriebskanal, D_5 Kundensegment und D_6 Kunden, welche jeweils eine spezifische Charakteristik enthalten, besitzt.

Diese Taxonomie wurde anschließend auf die Unternehmen der Stichprobe angewendet, wodurch in den sechs Dimensionen die sechs dominierenden Charakteristiken *Komplettlösung*, *Zustandsüberwachung + Prognose*, *physisch*, *Industrie*, *Kein Branchenschwerpunkt*, *B2B*, und drei weitere auffallende Charakteristiken von PM Geschäftsmodellen, *Softwareentwicklung*, *Edge Computer Entwicklung* und *physisch + www (Cloud)* identifiziert werden konnten.

Die Ergebnisse dieser Arbeit motivieren auch zukünftige Forschungen.

Wissenschaftler sollten die dominierenden Elemente von PM Geschäftsmodellen weiter untersuchen. Zuerst kann eine Clusteranalyse, basierend auf den identifizierten Charakteristiken der Taxonomie, durchgeführt werden. Eine solche Analyse könnte dazu beitragen, nicht nur einzelne, häufig vorkommende Charakteristiken zu erkennen, sondern komplette Muster für verschiedene, auftretende Geschäftsmodelle zu identifizieren. Weiterhin können die Beziehungen einzelner Charakteristiken untereinander untersucht werden, um das Auftreten von dominierenden Charakteristiken zu erklären. Dies könnte dazu beitragen, einen Zusammenhang zwischen dem Erfolg eines Unternehmens und den spezifischen Elementen des jeweiligen PM Geschäftsmodells herzustellen. Abschließend empfiehlt sich, eine erneute Betrachtung der verschiedenen Charakteristiken der Taxonomie nach einem

angemessenen Zeitabstand durchzuführen, um wertvolle Ergebnisse über die Entwicklungen und Veränderungen von PM Geschäftsmodellen zu erhalten.