

Entwicklung eines Referenzmodells für Systemvergleiche von Antriebs- und Automatisierungs- portfolios unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen von IIoT

Masterarbeit

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

vorgelegt von

Name: Maltzahn



Vorname: Björn Niklas



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Hannover, den 23. September 2020

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	V
Abbildungsverzeichnis.....	VI
Tabellenverzeichnis.....	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation/Relevanz.....	1
1.2 Zielsetzung und Vorgehen.....	2
2 Theoretische Grundlagen.....	3
2.1 Internet of Things/Industrial Internet of Things.....	3
2.2 Cyber-physische Systeme.....	4
2.3 Industrie 4.0.....	5
2.4 Antriebs- und Automatisierungsbranche.....	7
3 Forschungsdesign und Methoden.....	9
3.1 Design Science Research.....	10
3.2 Methodik: Literaturanalyse nach Webster und Watson.....	14
3.3 Methodik: Interviewdesign/Experteninterviews.....	15
3.4 Methodik: Fokusgruppendifkussion.....	18
3.5 Methodik: Referenzmodellierung nach vom Brocke sowie Schütte.....	19
4 Problemidentifizierung und -definition.....	23
4.1 Literaturanalyse.....	23
4.1.1 Vorgehen in der Literaturanalyse.....	23
4.1.2 Ergebnisse der Literaturanalyse.....	24
4.2 Explorative Experteninterviews.....	45
4.2.1 Vorgehen in den explorativen Experteninterviews.....	45
4.2.2 Ergebnisse der explorativen Experteninterviews.....	49
5 Entwicklung eines Referenzmodells für einen Portfolio-Lösungsraum-Vergleich..	54
5.1 Entwicklung des Referenzmodells.....	54
5.1.1 Anforderungen und Ziele des Referenzmodells.....	54
5.1.2 Entwicklung des Referenzmodells.....	56
5.1.3 Umsetzung im Use Case des Unternehmens Lenze.....	64
5.2 Evaluation des Referenzmodells.....	75
5.2.1 Vorgehen in der Fokusgruppendifkussion.....	75
5.2.2 Ergebnisse der Fokusgruppendifkussion.....	77
5.2.3 Implikationen und Anpassungen des Referenzmodells und des Use Cases.....	80
5.3 Darstellung des Referenzmodells Portfoliovergleichsmodell 4.0.....	82
6 Diskussion.....	85
6.1 Reflexion des Referenzmodells Portfoliovergleichsmodell 4.0.....	85
6.2 Chancen und Herausforderungen.....	88
6.3 Kritische Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen für Wissenschaft und Praxis.....	91
7 Limitationen.....	93
8 Fazit und Ausblick.....	95
9 Literaturverzeichnis.....	97
10 Anhang.....	A1
Anhang 1: Lenze.....	A1
Anhang 2: Interviewleitfaden.....	A2

Anhang 3:	Transkription Experteninterview E1	A10
Anhang 4:	Transkription Experteninterview E2 und E3.....	A16
Anhang 5:	Transkription Experteninterview E4	A25
Anhang 6:	Transkription Experteninterview E5	A32
Anhang 7:	Transkription Experteninterview E6 und E7.....	A39
Anhang 8:	Transkription Experteninterview E8	A48
Anhang 9:	Transkription Experteninterview E9	A55
Anhang 10:	Codesystem der explorativen Experteninterviews	A61
Anhang 11:	Transkription Fokusgruppendifkussion	A62
Anhang 12:	Codesystem der Fokusgruppendifkussion.....	A77
Anhang 13:	Foto Fokusgruppendifkussion.....	A78
Anhang 14:	Verwendete Software	A79
11	Ehrenwörtliche Erklärung	A80

1 Einleitung

1.1 Motivation/Relevanz

Die Digitalisierung und der technologische Fortschritt, speziell im Bereich der Vernetzung und der Kommunikation, führen zu einem Wandel in vielen Bereichen des täglichen Lebens, besonders aber auch in der Industrie (Gubbi et al. 2013: 1f.). Nicht erst durch den Einzug des Internets findet eine Veränderung innerhalb der Industrie statt. Schon seit Jahrhunderten entwickelt sich die Industrie fortlaufend mit den Erkenntnissen aus Wissenschaft und Technik weiter (Obermaier et al. 2019: 9f.). Aus heutiger Sicht stellen Informationen für Unternehmen eine wichtige Basis für die Ausrichtung ihres operativen wie auch strategischen Handelns dar. Es gilt daher aus Unternehmenssicht diese Ressourcen zu analysieren und bestmöglich zu verwenden (Pauli & Lin 2019: 1).

Die Industrie befindet sich, wie bereits oben beschrieben, mitten im Prozess der Digitalisierung. Dazu werden Produktionsabläufe zunehmend digitalisiert, vernetzt und laufen vermehrt automatisiert ab (Ketterer 2018: 195). Als ein signifikanter Teilnehmer dieses Wandels der Industrie kann die Antriebs- und Automatisierungsbranche betrachtet werden. Durch ihr breites Einsatzspektrum in einer Vielzahl von Teilbereichen der Industrie wie z. B. der Lebensmittelverarbeitung, Textilfertigung oder der Automobilindustrie ist sie elementar für die Funktionalität und die Wertschöpfung einzelner Prozesse bis zur gesamten Produktion (Lunze 2020: 3f.; Kiel 2007: 7f.). Aber auch in dieser Branche selbst nimmt, mit dem Ziel der Effizienzsteigerung, die Vernetzung und Kommunikation im Rahmen der Digitalisierung immer weiter zu. Dazu gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Wettbewerbern, weshalb eine Vergleichsmöglichkeit einzelner Produkte der verschiedenen Antriebs- und Automationshersteller zunehmend wichtiger wird. Hierfür existieren in der Literatur verschiedene Referenzarchitekturen und -modelle (Weyrich & Ebert 2016: 114). Dabei wird jedoch die ganzheitliche Betrachtung von Portfolio-Lösungsräumen in der Antriebs- und Automationsbranche im Kontext zum Industrial Internet of Things (IIoT) in der Literatur bisher nicht abgedeckt. Um die Vernetzung und Digitalisierung hierfür von einzelnen Bestandteilen eines Portfolios zusammenhängend vergleichen zu können, wird in dieser Arbeit den folgenden Forschungsfragen nachgegangen:

- 1) Auf welchen Grundlagen und Konzepten lässt sich ein Referenzmodell für den Vergleich von Portfolio-Lösungsräumen entwickeln?
- 2) Wie kann ein Referenzmodell für den Vergleich von Portfolio-Lösungsräumen unter dem Einfluss von IIoT aussehen?
- 3) Wie kann das Referenzmodell in der Praxis verwendet werden?

Die erste Forschungsfrage zielt darauf ab, Informationen und Wissen zur Generierung einer ganzheitlichen Entwicklung eines Referenzmodells zu sammeln, womit im folgenden Schritt die zweite Forschungsfrage bearbeitet werden kann. In Rahmen der zweiten Forschungsfrage soll das Ziel der Entwicklung eines Referenzmodells verfolgt

werden, um anschließend im Rahmen einer ersten konzeptionellen Umsetzung des entwickelten Modells in der Praxis die dritte Forschungsfrage zu untersuchen.

1.2 Zielsetzung und Vorgehen

Das Ziel dieser Masterarbeit, untergliedert durch die zuvor erklärten Forschungsfragen, besteht in der Entwicklung eines Referenzmodells für systematische Vergleiche von Portfolios unter der Berücksichtigung der Anforderungen des IIoT. Auf Basis dieses Referenzmodells soll ein systematischer Vergleich von Portfolios unterschiedlicher Anbieter möglich sein und eine mögliche Ableitung von Handlungsempfehlungen unterstützt werden.

Um dieses Ziel zu verfolgen und die im Kontext aufgestellten Forschungsfragen beantworten zu können, ist die Arbeit wie folgt strukturell aufgebaut: In Kapitel 2 werden einführend die dafür erforderlichen theoretischen Grundlagen des Internet of Things (IoT)/IIoT, Industrie 4.0, Cyber-physischer Systeme (CPS) und der Antriebs- und Automatisierungsbranche kurz dargestellt. Darauf folgend wird in Kapitel 3 das in der Arbeit verwendete Forschungsdesign in Anlehnung an Peffers et. al. (2007) und die verwendeten Methodiken vorgestellt. Die folgenden Kapitel orientieren sich in der Ausrichtung an dem Rahmenwerk des Design Science Research, welches den Prozess der Entwicklung des Artefaktes strukturell darstellt. Zur Problemidentifizierung und -definition und somit der Bearbeitung der ersten Forschungsfrage wird zunächst im Kapitel 4.1 eine Literaturanalyse nach Webster und Watson (2002) durchgeführt. An diese schließt sich im folgenden Kapitel 4.2 die Auswertung der explorativen Experteninterviews an, mit dem Ziel, weitere relevante Inhalte zu der ersten Forschungsfrage zu generieren.

Im Kapitel 5 wird mit der Entwicklung des Referenzmodells begonnen und somit der zweiten Forschungsfrage nachgegangen. Im ersten Schritt der Entwicklung des Referenzmodells werden in Kapitel 5.1.1 die Anforderungen und Ziele festgelegt. Aufbauend hierauf findet im folgenden Kapitel die Konstruktion des Referenzmodells statt. Der dritten Forschungsfrage wird mit dem Kapitel zur Anwendung des Referenzmodells auf den Use Case Lenze (Anhang 1) nachgegangen. Hierbei wird das entwickelte Modell im Unternehmenseinsatz konzeptionell implementiert. Das entwickelte Referenzmodell und der Use Case werden anschließend durch eine Fokusgruppendifkussion evaluiert. An die Evaluierung schließt sich die Anpassung und die finale Darstellung des Modells an. Es folgen in der Diskussion eine Reflexion und die Darstellung der Chancen und Herausforderungen, welche in der darauf aufbauenden Handlungsempfehlung für Wissenschaft und Praxis einfließen. Im anschließenden Kapitel findet die Limitation dieser Arbeit statt und zum Abschluss wird ein Fazit gefasst und ein Ausblick auf weitere mögliche und zukünftig zu untersuchende Themenfelder im Kontext dieser Arbeit gegeben.

kussionsrunden ggf. aussagekräftiger gewesen und hätte mehr Erkenntnisse aufgezeigt. Dies war im Rahmen dieser Arbeit und durch die bereits im obigen Abschnitt dargestellten äußeren Einflüsse und Rahmenbedingungen nicht möglich. Trotzdem konnte durch diese Evaluierung Erkenntnisse und Meinungen zu den generierten Inhalten aufgenommen und Anpassungen vorgenommen werden. Hierbei könnten aber durch vertiefende Evaluationen weitere Überarbeitungszyklen im Grundsatz des Zyklus-Modells des DSR stattfinden. Eine weitere Limitation ist, dass das entwickelte Modell und der Use Case im Rahmen dieser Arbeit nicht, wie im Rahmen des DSR Prozessmodells vorgesehen, der Öffentlichkeit präsentiert werden konnten. Somit konnten keine weiteren Meinungen und Erkenntnisse im Umgang mit dem Modell und dem Use Case aufgenommen werden. Dies führte dazu, dass ein zusätzlicher iterativer Überarbeitungszyklus nicht möglich gewesen ist. Diese Limitation wurde bereits in Kapitel 6.3 als zukünftig durchzuführende Handlungsempfehlung aufgenommen. Außerdem ist anzumerken, dass das Vorgehen zur Beantwortung der aufgestellten Forschungsfragen konzeptionell geblieben ist. Es wurde das Ziel erreicht, auf wissenschaftlicher Basis ein funktionales Artefakt zu entwickeln, welches in der Praxis z. B. durch mögliche, abgeleitete Handlungsempfehlungen Mehrwerte generieren kann. Es konnte im Rahmen des Use Cases dieses Artefakt in Form eines Referenzmodells auf die Praxis angewendet werden. Hierdurch konnte eine vertiefte Evaluierung anhand des Referenzmodells und des Use Cases stattfinden. Das entwickelte Modell kann somit als Ausgangs- oder Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen dienen.

8 Fazit und Ausblick

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden die Themenbereiche der Industrie 4.0 auf Basis des IoT/IIoT und CPS mit der Antriebs- und Automatisierungsbranche unter der Verwendung von Referenzarchitekturen und Referenzmodellen zusammengeführt. Es zeigte sich, dass in Wissenschaft und Praxis bisher kein konkretes Modell oder keine Architektur existierten, um die Vergleiche von Portfolio-Lösungsräumen von Anbietern der Antriebs- und Automatisierungsbranche unter dem Aspekt von IIoT durchzuführen. Im Rahmen der durchgeführten Recherche wurde deutlich, dass sich vor dem Hintergrund des identifizierten Wandels in der Industrie, welcher geprägt ist durch Digitalisierung, Vernetzung und Automatisierung, die Bedeutung von gesammelten und analysierten Informationen deutlich größer geworden ist.

Die Verwertung von Informationen baut u. a. auf anwendbaren Modellen und Architekturen auf. Es wurde eine Vielzahl an Referenzmodellen und Referenzarchitekturen identifiziert, welche als inhaltliche Grundlage für einzelne Aspekte eines zu entwickelnden Artefakts dienen konnten. Mit diesen Erkenntnissen und Informationen konnte die erste Fragestellung dieser Arbeit nach relevanten Grundlagen und Konzepten für die Entwicklung eines Referenzmodells beantwortet werden.

Im Rahmen des DSR wurde anschließend der zweiten Forschungsfrage nachgegangen und somit die Entwicklung eines Referenzmodells durchgeführt, welche auf zuvor identifizierten und verifizierten Inhalten aufbaut. Es wurde ein mehrschichtiges, offenes

und flexibles Referenzmodell entwickelt, welches die Portfolios verschiedener Anbieter aus der Antriebs- und Automatisierungsbranche hierarchisch in Ebenen, Produktgruppen und Produktreihen verortet und Inhalte im Kontext von Industrie 4.0 auf Basis von IoT/IIoT und CPS durch Querschnittstechnologien miteinander verbinden kann. Das Modell zeichnet sich durch die Kombination von einer geordneten, hierarchischen und einer offenen und flexiblen Struktur aus. Der Fokus dieser Arbeit lag auf der Funktionalität und der praxisorientierten Anwendung des entwickelten Referenzmodells. Daher wurde das entwickelte Referenzmodell auf den Use Case Lenze angewendet. In diesem Use Case wurde das Modell strukturell und konzeptionell durch eine SQL-basierte Datenbank umgesetzt und dadurch in Prozesse des Unternehmens Lenze eingebunden und zukünftig nutzbar gemacht. Im Anschluss an die Entwicklung des Referenzmodells und die Umsetzung des Use Cases schloss sich die Evaluation an. Mithilfe dieser wurden die generierten Inhalte hinsichtlich der Anwendbarkeit, des Detaillierungsgrades und des Nutzens bestätigt, und es fand eine erste Iteration der Überarbeitung des Referenzmodells und des Use Cases statt.

Die Arbeit hat dazu gedient, ein wissenschaftlich fundiertes Modell für den Vergleich von Portfolio-Lösungsräumen im Kontext der Industrie 4.0 zu entwickeln. Mithilfe dieses Modells besteht nun die Möglichkeit, existierende Informationen und Daten übersichtlich, flexibel und offen darzustellen und aus verschiedenen Sichtweisen betrachten zu können. Durch diese Darstellung können Nutzer Einblicke in Zusammenhänge gewinnen und dadurch u. a. Handlungsempfehlungen ableiten und diese in der Wissenschaft und Praxis nutzen.

Zum Ausblick dieser Masterarbeit stellen sich unterschiedliche Chancen und Herausforderungen und anknüpfende Handlungsempfehlungen dar. Hierbei kann man den Ausblick hinsichtlich der Granularität differenzieren. Betrachtet man das Modell aus Unternehmenssicht, bspw. aus Lenze-Sicht, wäre eine Möglichkeit die vermehrte Anwendung des entwickelten Referenzmodells in der Praxis, um Rückmeldungen zu erhalten und aufbauend auf diesen Informationen Anpassungen an dem Modell vorzunehmen. Auf einer übergeordneten Detailstufe besteht weiterhin die Möglichkeit, die Entwicklung des technischen Fortschrittes und der Digitalisierung in Zukunft anhand des Referenzmodells innerhalb einer gesamten Branche zu untersuchen. Hierbei gilt es, die Bereiche der Forschung und der Praxis zu verbinden, um durch Synergieeffekte für beide Bereiche Mehrwerte zu erarbeiten. Dies kann durch die WI, welche als Schlüsselrolle zwischen den Bereichen der Forschung und der industriellen Praxis dienen kann, erfolgen. Es gilt weiterhin zu betrachten, ob das Modell branchenübergreifend in der Wirtschaft verwendet werden kann und Mehrwerte auch für andere Bereiche bietet.