



# **Digital Twins im Produktlebenszyklus Management**

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: Blanken



Vorname: Norman



Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Hannover, den 01.10.2018

# Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Abkürzungsverzeichnis.....                                     | I  |
| Abstrakt.....  | II |
| 1. Einleitung.....   | 1  |
| 2. Begriffsbestimmung.....                                     | 2  |
| 2.1. Produktlebenszyklus Management.....                       | 2  |
| 2.2. Digital Twin.....   | 3  |
| 3. Grundlagen.....   | 4  |
| 3.1. Industrie 4.0.....  | 4  |
| 3.3. Cyber-Physical System.....                                | 5  |
| 3.2. Internet of Things.....                                   | 7  |
| 3.4. Cloud und Big Data.....                                   | 8  |
| 4. Produktlebenszyklus Management.....                         | 9  |
| 4.1. Charakteristika.....                                      | 9  |
| 4.1.1. Organisatorische und methodische Voraussetzungen.....   | 10 |
| 4.1.2. Enterprise-Resource-Planning.....                       | 13 |
| 4.1.3. Produktdatenmanagement.....                             | 16 |
| 4.1.4. Aspekte zu einem prozessorientierten Gesamtkonzept..... | 18 |
| 4.1.5. Geschäfts- und Querschnittsprozesse.....                | 23 |
| 4.2. Unternehmerische Ziele und Nutzen.....                    | 25 |
| 4.3. Historischer Wandel.....                                  | 30 |
| 4.4. Aussichten in der Ära von Industrie 4.0.....              | 30 |
| 4.4.1. Allgemeine Tendenzen.....                               | 30 |
| 4.4.2. Prototyping.....  | 31 |
| 4.4.3. Engineering.....  | 32 |
| 4.4.4. Smart Factory.....                                      | 33 |
| 5. Digital Twin.....   | 35 |
| 5.1. Grundkonzept.....   | 35 |
| 5.2. Industrieller Einsatz.....                                | 37 |
| 5.3. Herausforderungen.....                                    | 40 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.3.1. Informationstechnische Infrastruktur .....  | 40  |
| 5.3.2. Ontologie .....   | 41  |
| 5.3.3. IT-Sicherheit .....   | 42  |
| 6. Verbindung von Digital Twin und Produktlebenszyklus Management .....                  | 43  |
| 6.1. Allgemeine Einsatzbereiche von Digital Twin im Produktlebenszyklus Management ..... | 43  |
| 6.2. Nutzen in den Phasen des Produktlebenszyklus .....                                  | 45  |
| 6.3. Elektronikwerk Amberg von Siemens als Vorreiter .....                               | 47  |
| 6.4. Weitere Praxisbeispiele .....   | 49  |
| 7. Vergleichende Diskussion des Einsatzes von Digital Twin .....                         | 51  |
| 7.1. Unternehmensstruktur .....  | 51  |
| 7.2. Produktarten .....  | 53  |
| 7.3. Handlungsempfehlung .....   | 54  |
| 8. Limitationen der Arbeit .....   | 55  |
| 9. Fazit und Ausblick .....  | 55  |
| Literaturverzeichnis .....   | III |
| Ehrenwörtliche Erklärung .....   | IX  |

## 1. Einleitung

Nach der Automatisierung, als dritte industrielle Revolution, wird durch die Digitalisierung eine erneute Revolution angestoßen. Die Vernetzung von Objekten jeglicher Art schreitet voran, wodurch smarte und intelligente Produkte, die zu dieser Vernetzung in der Industrie beitragen, entstehen. Der Begriff von Industrie 4.0 prägt diese Kategorie der Betrachtung.

In diesem Zuge entstand der Gedanke einer Smart Factory, welche weitestgehend ohne menschliche Interaktion auskommt, da sie sich selbst reguliert, steuert und optimiert. Für diese Vorgänge in einer Smart Factory sind die neuesten Strömungen einer Vorstellung eines digitalen Zwillings, welcher für die Vorgänge in der Fabrik zuständig ist. Das Konzept des digitalen Zwillings wird in seiner Betrachtung erweitert und bezieht sich auf Kernelemente des Produktlebenszyklus. Diese Arbeit setzt an diesem Punkt an und zielt daraufhin ab, den aktuellen Stand sowie Möglichkeiten und Potentiale des digitalen Zwillings im Produktlebenszyklus Management, welches als unternehmensübergreifendes Konzept zur Steuerung und Verwaltung der Daten und Prozesse im Unternehmen fungiert, aufzuzeigen. Die Untersuchungen sollen zu einer Einschätzung und einem Verständnis führen, wodurch der Einsatz von digitalen Zwillingen im Produktlebenszyklus Management je nach Unternehmensstruktur und Produktarten bewertbar ist.

Diese Arbeit wird mit einer einleitenden Begriffsbestimmung der Bereiche Digital Twin und Produktlebenszyklus Management, welche als Definitionsgrundlage für die Arbeit dient, eingeleitet. Darauffolgend werden die grundlegenden Aspekte der Industrie 4.0 beleuchtet und fungieren im weiteren Verlauf als informationstechnische Grundlage der Arbeit. Im nächsten Abschnitt widmet sich die Arbeit dem Thema des Produktlebenszyklus Managements. Dabei werden Voraussetzungen für die Integration und die Eckpunkte eines PLM-Konzeptes sowie der unternehmerische Nutzen dargelegt. Abschließend wird eine Verbindung zwischen PLM und Industrie 4.0 hergestellt. Das nachfolgende Kapitel beschäftigt sich mit dem Themenbereich des digitalen Zwillings. Dabei wird das Grundkonzept eines Digital Twins wiedergegeben und der industrielle Einsatz dargestellt. Des Weiteren werden daraus folgend die Herausforderungen aufgezeigt und erläutert. Der nächste Abschnitt befasst sich mit der Kombination der Konzepte und deckt die Potentiale entlang des Produktlebenszyklus auf, zusätzlich werden Praxisbeispiele aus der Industrie verdeutlicht. Abschließend erfolgt ein Diskussionskapitel, in dem der Einsatz von Digital Twins im Produktlebenszyklus Management anhand von einzelnen Gesichtspunkten erörtert wird, bevor in einem Fazit die Ergebnisse zusammengefasst werden und ein Ausblick für weitere Forschungsansätze gegeben wird.

Allgemein sollte ein Unternehmen sein eigenes Potential aus der Kollaboration beider Konzepte erarbeiten und dahingehend Schritte einleiten, um den Einsatz von digitalen Zwillingen im PLM zu ermöglichen. Die Vorteile eines digitalen Zwillings im PLM im Zuge der Industrie 4.0 sind für jedes Industrieunternehmen ausschlaggebend in der Wirtschaftlichkeit.

## 8. Limitationen der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit wurden einzelne Punkte nur vereinzelt oder gar nicht dargestellt. Grundlegend wurden die Vorgänge beim PLM erläutert, jedoch wurden explizite Handlungsschritte außen vor gelassen, bei denen konkretisierte Anwendungsfälle betrachtet hätten werden können, indem Entscheidungen und die darauffolgenden Auswirkungen dargelegt werden. Des Weiteren wurde der Aspekt einer eindeutigen informationstechnischen Erstellung eines digitalen Zwillings nicht betrachtet, da diese Darlegung eine reine Betrachtung der Informatikebene wäre und diese einen zu großen Umfang der Arbeit als Gesamtkonzept in Anspruch genommen hätte.

In der Arbeit wurde die Eingrenzung dahingehend getätigt, dass sich speziell nur auf Industrieunternehmen bezogen wurde, sodass der Einsatz des Digitalen Zwillings im PLM und Absatz des PLM nur auf diesen Bereich beschränkt wurde. Auf die Anwendungsgebiete und Einsatzmöglichkeiten von digitalen Zwillingen und von PLM in Dienstleistungsunternehmen wurde dadurch nicht betrachtet. Zusätzlich wurde bei der Betrachtung von Industrieunternehmen die Gruppe von externen Mitarbeitern und Partner nicht weiter analysiert. Aufgrund der unterschiedlichen Integration von Externen in Unternehmen wurde diese Betrachtung nicht berücksichtigt.

Methodisch gesehen basieren die Erkenntnisse der Arbeit lediglich auf Literaturrecherche. Deswegen ist die Gültigkeit der Ergebnisse daran zu messen. Fortführende Herangehensweisen sind in diesem konkreten Fall förderlich. Die Untersuchung von digitalen Zwillingen im PLM sollte Anhand eines bestimmten Beispiels in einem Unternehmen erörtert werden, aus dem sich danach allgemeine Schlüsse ziehen lassen, welche die Ergebnisse konkretisieren. Dieses Vorgehen hätte den Vorteil eines praktischeren Hintergrundes und könnte die Validität der Erkenntnisse an einem Unternehmen festgemacht.

## 9. Fazit und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es die Konzepte des Produktlebenszyklus Management und des digitalen Zwillings in Verbindung zu bringen und eine Bewertung des Einsatzes nach Unternehmensstruktur und Produktart zu verifizieren. Dazu wurde zunächst die Bedeutung

des PLM für Unternehmen erarbeitet. Ohne ein unternehmensübergreifendes Konzept lassen sich Ziele nicht optimal verwirklichen. Dabei dient das PLM über alle Phase des Produktlebenszyklus hinweg zur Integration des gesamten Unternehmenswissen. Zusätzlich können die Prozesse und Geschäftsabläufe effizient für eine erfolgreiche Kollaboration gesteuert und gestaltet werden, sodass die Produktqualität verbessert wird und die Durchlaufzeiten und Kosten gesenkt werden. Darauf aufbauend wurde der Einsatz von digitalen Zwillingen entlang des Produktlebenszyklus in Beziehung mit PLM gebracht. In der Designphase dient der digitale Zwilling vorwiegend als Simulationsmodell, welches durch das bereitgestellte Wissen der PLM Systeme die Produktentwicklung optimiert. Während der Produktion steuert der digitale Zwilling die Abläufe nach dem Optimierungsprinzip des PLMs und erstellt dabei eine Produktdokumentation. In den Phasen der Nutzung und Wiederverwertung tritt der digitale Zwilling in Kooperation mit dem Kunden, wodurch Rückschlüsse für das PLM gesammelt werden.

Der Einsatz von digitalen Zwillingen im PLM ist grundlegend von der Unternehmensgröße unabhängig und kann auch einen Nutzen für kleinere Unternehmen erzielen. Die Unternehmensstruktur muss auf der IT-Ebene eine ausgereifte Grundlage haben, sodass die Automatisierung und Digitalisierung der Prozesse und Abläufe im Unternehmen weit verbreitet ist, um eine optimale Integration von digitalen Zwillingen im PLM zu ermöglichen und bestmögliche Ergebnisse zu erzielen. In Bezug auf die Produktarten nach Standard- und Individualprodukten lässt sich ein digitaler Zwilling in beiden Fällen in die PLM-Systeme integrieren. Bei dem Standardprodukt gibt es im Gegensatz zum Individualprodukt ein größeres Wissen aus Erfahrungsberichten auf das der digitale Zwilling zu greifen kann. Dahingegen kann das ganze Potential eines digitalen Zwillings bei einem individuellen Produkt angewendet werden, da alle Vorteile eines digitalen Zwillings im gesamten Herstellungsverfahren zu optimalen Ergebnissen führen, wodurch die Kundenanforderungen erfüllt werden können. Aus diesen Erkenntnissen ist die Installation eines digitalen Zwillings in die PLM-Systeme eines Unternehmens grundlegend für jedes Unternehmen möglich und sollte im Bezug auf eine fortschreitende Digitalisierung dank Industrie 4.0 in jedem Unternehmen in die Planungen integriert werden. Der nächste Schritt der industriellen Unternehmen ist der Weg hin zur Smart Factory.

Um jedoch den nächsten Schritt zu einer Smart Factory durch die digitalen Zwillinge zu erreichen, müssen in der Wirtschaft und in der Wissenschaft weitere Standards geschaffen werden, damit ein übergreifender Nutzen entstehen kann. Des Weiteren muss der Technologiefortschritt betrachtet werden, damit der Zugang von Unternehmen zu dem Konzept des digitalen Zwillings und dessen Integration in PLM-Systeme erleichtert werden kann. Die heutigen Konzepte lassen Schlüsse dahingehend zu, dass in den nächsten Jahren der

digitale Zwillinge Einzug in jedes industrielle Unternehmen haben wird und somit eine Eingliederung in das PLM zu Folge haben wird. Ein weiterer Forschungsansatz ist in dem Zuge der Entwicklung zur Smart Factory die Bedeutung des Menschen in Unternehmen und die direkte Zusammenarbeit zwischen den Mitarbeitern und den digitalen Zwillingen.