

Kosten-Nutzen-Analyse des digitalen Zwillings zur Unterstützung der industriellen Produktion anhand einer Fallstudie über SAP Signavio

Bachelorarbeit

eingereicht von: **Sebastian Iorga**
Matrikelnummer: 52006814

im Fachhochschul-Bachelorstudiengang Wirtschaftsinformatik (0470)
der Ferdinand Porsche FernFH

zur Erlangung des akademischen Grades <einer/eines>

Bachelor of Arts in Business

Betreuung und Beurteilung: Dr. Tom Gross

Wiener Neustadt, 05.2023

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit,

1. dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Inhalte, die direkt oder indirekt aus fremden Quellen entnommen sind, sind durch entsprechende Quellenangaben gekennzeichnet.
2. dass ich diese Bachelorarbeit bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit zur Beurteilung vorgelegt oder veröffentlicht habe.

<Wien, 30.05.2023>



Unterschrift

Creative Commons Lizenz

Das Urheberrecht der vorliegenden Arbeit liegt bei Sebastian Iorga. Sofern nicht anders angegeben, sind die Inhalte unter einer Creative Commons <„Namensnennung - Nicht-kommerziell - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz“ (CC BY-NC-SA 4.0)> lizenziert.

Die Rechte an zitierten Abbildungen liegen bei den in der jeweiligen Quellenangabe genannten Urheber*innen.

Die Kapitel <2 bis 2.4> der vorliegenden Bachelorarbeit wurden im Rahmen der Lehrveranstaltung „Bachelor Seminar 1“ eingereicht und am <19.04.2023> als Bachelorarbeit 1 angenommen.

Kurzzusammenfassung: Kosten-Nutzen-Analyse des digitalen Zwillings zur Unterstützung der industriellen Produktion anhand einer Fallstudie über SAP Signavio

Die vorliegende Bachelorarbeit befasst sich mit der Frage, ob der Nutzen einer Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings zur Unterstützung der industriellen Produktion die entstehenden Kosten überwiegt. Um diese Frage beantworten zu können wird eine Kosten-Nutzen-Analyse aufgestellt, in dessen Rahmen Literaturrecherchen und eine Fallstudie über SAP Signavio durchgeführt wird. wurden durchgeführt werden Daten aus verschiedenen Fallstudien und Unternehmensunterlagen analysiert und ausgewertet. Die Fallstudie lieferte wichtige Einblicke in die tatsächlichen Auswirkungen der Implementierung und Nutzung digitaler Zwillinge in der industriellen Produktion. Wesentliche Informationen über die Preise der SAP Signavio-Produkte und Erfolgsgeschichten werden von einem SAP-Mitarbeiter zur Verfügung gestellt, um die Implementierungskosten zu ermitteln und den erzielten Nutzen zu bewerten. Darüber hinaus ermöglichte die SAP Signavio Academic Edition Experimente mit einem digitalen Zwilling eines Kernprozesses der Produktion. Die Ergebnisse zeigen, dass digitale Zwillinge zu einer verbesserten Produktionsplanung und -steuerung führen kann, was zu verkürzten Wartezeiten und gesteigerter Effizienz führt. Trotz der Kosten für Implementierung und Nutzung können langfristige Vorteile und Einsparungen überwiegen.

Schlagwörter:

Digitaler Zwilling, digitale Prozesszwillinge, SAP Signavio, Kosten-Nutzen-Analyse, Industrie 4.0, Prozessoptimierung, Intelligente Fertigung, Digitalisierung

Abstract: Cost-benefit analysis of the digital twin to support industrial production based on a case study on SAP Signavio

This thesis investigates cost and benefits of implementing and utilizing digital twins in industrial production. Various methods were used to address the research question. Extensive literature research was conducted to gain a comprehensive understanding of the concept of a digital twin, as well as the potential benefits and challenges associated with its implementation and usage. A cost-benefit analysis was then performed, using a case study on SAP Signavio, a software suite by SAP, as the foundation. The case study provided valuable insights into the actual impact of implementing and using digital twins in industrial production. Essential information on SAP Signavio product pricing and success stories were provided by an SAP employee, enabling the determination of implementation costs and assessment of the benefits achieved. Furthermore, the SAP Signavio Academic Edition allowed for experiments with a digital twin of a core production process. The findings highlight the significant benefits of using a digital twin in industrial production, including increased efficiency, improved quality, and cost savings. The results demonstrate that the benefits outweigh the costs associated with implementing and utilizing a digital twin.

Keywords:

Digital twin, Digital process twins, SAP Signavio, Cost-benefit analysis, Industry 4.0, Process optimization, Smart Manufacturing, Digitalization

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Theoretischer Teil | 2 |
| 2.1 | Digitalisierung | 2 |
| 2.2 | Digitaler Zwilling | 2 |
| 2.2.1 | Themenbereiche der Entwicklung digitaler Zwillinge | 6 |
| 2.2.2 | Entwicklungsphasen | 7 |
| 2.2.2 | Herausforderungen | 8 |
| 2.3 | Digitaler Zwillinge der industriellen Produktion | 10 |
| 2.3.1 | Voraussetzungen der intelligenten Fertigung | 12 |
| 2.3.2 | ISO 23247 – Digital Twin Manufacturing Framework | 13 |
| 2.4 | Die Unternehmen SAP und Signavio | 15 |
| 3 | Empirischer Teil | 18 |
| 3.1 | Kosten-Nutzen-Analyse | 18 |
| 3.1.1 | Fallstudie | 19 |
| 3.1.1.1 | SAP Signavio Process Transformation Suite | 20 |
| 3.1.1.2 | Der SAP Signavio Process Explorer und Manager | 21 |
| 3.1.1.2.1 | Simulationen eines Kernprozessen der Produktion | 23 |
| 3.1.1.3 | SAP Signavio Journey Modeler | 29 |
| 3.1.1.4 | SAP Signavio Process Intelligence und Insights | 30 |
| 3.1.1.5 | SAP Signavio Process Collaboration Hub | 32 |
| 3.1.1.6 | SAP Signavio Process Governance | 33 |
| 3.1.1.7 | Erfolgsgeschichten aus der Praxis | 34 |
| 3.1.1.7.1 | GFG Alliance | 35 |
| 3.1.1.7.2 | GEA Group | 36 |
| 3.1.1.7.3 | EJOT | 36 |
| 3.1.1.8 | Aufwände und Preise | 37 |
| 3.1.1.8.1 | Mögliche Aufwände | 38 |
| 3.1.1.8.2 | Preise | 40 |
| 3.1.2 | Auswirkungen der Prozessoptimierung auf Unternehmenszahlen | 44 |
| 3.1.3 | Ergebnisse der Analyse | 45 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 3.2 Schlussfolgerungen | 48 |
| 4 Zusammenfassung und Ausblick | 49 |
| Literaturverzeichnis | 52 |
| Abbildungsverzeichnis | 57 |
| Tabellenverzeichnis | 57 |
| Abkürzungsverzeichnis | 58 |

1 Einleitung

Cyber-physische Systeme werden in der industriellen Produktion eingesetzt, um die Situation in den Produktionsstätten in Echtzeit zu erfassen. Neben den Maschinen generieren Sensoren fortlaufend Daten, z. B. zu der Produktionsumgebung, den Produktionsprozessen und den gefertigten Produkten. Hierbei werden produzierende Unternehmen vor die Herausforderung gestellt, die anfallenden Daten zu sammeln und zu strukturieren, um sie für Analysen verwenden zu können. Ein Ansatz, welcher mit der Zeit stetig an Relevanz gewinnt, um die Strukturierung jener Daten vorzunehmen, ist der Einsatz eines digitalen Zwillings, welcher die Produktion in der virtuellen Welt abbildet. Die tatsächlichen positiven und negativen Auswirkungen der Implementierung und Verwendung eines solchen digitalen Zwillings auf die Produktion selbst, sowie auch auf andere Bereiche und Unternehmungen eines Unternehmens, sind jedoch noch nicht gründlich anhand realer Beispiele erforscht, mit Fachexperten besprochen und in Form einer wissenschaftlichen Arbeit erfasst worden. Ziel dieser Arbeit ist es somit, die Forschungsfrage zu beantworten, ob der Nutzen der Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings zur Unterstützung der industriellen Produktion höher ist als die Kosten, die dabei entstehen, indem im Rahmen des zweiten Teils dieser Arbeit eine Fallstudie über die SAP Signavio Produkte, Experteninterviews und anschließend eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt wird. Gleichzeitig soll dadurch meine Hypothese, dass der Nutzen höher ist als die Kosten, entweder bestätigt oder widerlegt werden. Vorerst jedoch wird im ersten Teil dieser Arbeit, als Vorbereitung auf den empirischen Teil, der Begriff Digitalisierung erläutert, der digitale Zwilling beschrieben, sowie unter anderem dessen Realisierung und verschiedenen Anwendungen, als auch die damit verbundenen Herausforderungen, basierend auf Literaturen von Experten und Wissenschaftlern. Anschließend dazu wird auf die Unternehmen SAP, Signavio und ihre Produkte eingegangen.

2 Theoretischer Teil

2.1 Digitalisierung

Unter dem Begriff Digitalisierung sind jene Prozesse zu verstehen, die zur Umwandlung analoger Signale, oder Informationen jeglicher Form, in ein digitales Format führen, welches für Computerprogramme, -systeme oder elektronischen Geräten lesbar sind. Das Ergebnis ist ein digitales Abbild analoger Informationen. (Technopedia 2012) Der Begriff charakterisiert des Weiteren auch, wie es möglich ist, Geschäftsprozesse mithilfe von digitaler Technologie zu transformieren, mit dem Ziel diese effizienter zu gestalten und effektiver zu steuern. Im Industriesektor ist zu beobachten, dass immer mehr Unternehmen versuchen, Wettbewerbsvorteile zu erzielen, indem sie die Fertigung und Produktion durch den Einsatz von digitalen Technologien effizienter und nachhaltiger gestalten. (Verhoef et al. 2021)

Die Bedeutung des Begriffes wird umso deutlicher, wenn man ihn vom Begriff digitaler Transformation abgrenzt, welcher oftmals fälschlicherweise als Synonym verwendet wird. Benjamin Talin, CEO und Gründer von MoreThanDigital, hat in seinem Artikel aus dem Jahr 2021, die wichtigste Unterscheidung beschrieben. Diese ist, dass sich die digitale Transformation viel mehr auf Handlungen bezieht, welche als Ziel das Lösen von Probleme mit technischen Mitteln haben, die durch den digitalen Wandel der Wirtschaft und Gesellschaft ausgelöst wurden. Beim Akt der Digitalisierung geht rein um die Umwandlung bestimmter Information. (Talin 2021)

Eines der vielen Ergebnisse der Digitalisierung und digitalen Transformation ist der sogenannte digitale Zwilling.

2.2 Digitaler Zwilling

Das Konzept des digitalen Zwillings lässt sich bis in die 1960er Jahre zurückverfolgen, welches ursprünglich von der NASA für ihr Apollo-Programm zu Simulationszwecken eingeführt wurde. Es ermöglichte verschiedene Szenarien zu simulieren, unterschiedliche Fälle und Bedingungen zu testen und das Verhalten und die Leistung ihrer Systeme zu bewerten. (Glaessgen and Stargel 2012) In den frühen 2000er Jahren führte Michael Grieves ein offizielles Konzept der digitalen Zwillinge für die Fertigungsindustrie ein, indem er virtuelle Nachbildungen von Fabriken schuf, um

deren Prozesse zu überwachen, Fehler vorherzusagen und die Produktivität zu steigern (Grieves 2014). Das Konzept erlangte mehr Aufmerksamkeit und Bedeutung, nachdem einige renommierte Forschungsinstitute äußerst positiv davon berichtet hatten, wie zu es zum Beispiel die Gartner INC 2016 tat, als sie den digitalen Zwilling als einer der zehn wichtigsten strategischen Technologietrends im Jahr 2017 bezeichneten. (Cearley et al. 2016) Es kann angenommen werden, dass das zusätzlich dazu führte, dass laufend mehrere Unternehmen verschiedener Branchen die mit digitalen Zwillingen in Verbindung stehenden Konzepte und Technologien übernahmen.

Um die Erläuterung des digitalen Zwillings effektiver zu gestalten, ist es wichtig es von anderen komparablen Konzepten mit ähnlichen Ursprüngen zu unterscheiden:

Digitales Modell – Dabei handelt es sich um ein digitales Abbild eines nichtexistierend oder existierenden Objekts, dessen Produktion entweder noch nicht begonnen hat, durchgeführt wird oder beendet wurde. Beispiele für ein digitales Modell wären Baupläne von Gebäuden, Straßen und Maschinen. Hierbei muss kein Datenaustausch zwischen der virtuellen und der physischen Seite stattfinden, um das digitale Modell richtig zu definieren. Ein weiteres wesentliches Merkmal ist, dass, sobald ein digitales Modell erstellt ist, Änderungen am physischen Modell keine Auswirkungen auf das digitale Modell haben und umgekehrt. (Singh 2021)

Digitaler Schatten - Darunter ist zwar ebenfalls eine digitale Darstellung eines physischen Objekts zu verstehen, jedoch mit dem großen Unterschied, dass der Datenfluss nur in eine Richtung verläuft. Das physische Objekt sendet Daten an die digitale Version, wodurch es Änderungen auslösen kann. (Singh 2021)

Im Fall des digitalen Zwillings werden Daten zwischen einem physischen und einem virtuellen Objekt in beide Richtungen ausgetauscht. Dies wird ermöglicht durch eine vollständige Integration des digitalen Zwillings, was wiederum bedeutet, dass Änderungen, oder bestimmte andere Ereignisse, auf der physischen Seite automatisch zu Ereignissen und Änderungen auf der virtuellen Seite führen und in einigen Fällen auch umgekehrt. Der digitale Zwilling kann nichtsdestotrotz ebenfalls als ein digitales Modell eines physischen Systems und seiner laufenden Prozesse definiert werden, das über eine Datenverbindung bereitgestellt wird, die es ermöglicht, das physische System in ein virtuelles System umzuwandeln und dabei ein hohes Maß an Synchronisation zwischen ihnen aufrechtzuerhalten. (Singh 2021)

Unternehmen setzen die Technologie des digitalen Zwillings aus vielen Gründen ein. Unter anderem um laufend Abläufe zu verbessern, Mitarbeiter zu schulen und neue Produkte oder Verfahren zu testen, bevor sie in der realen Welt eingeführt werden, wodurch zukünftige meist sehr teure Korrekturen reduziert werden. Da digitale Zwillinge einen Echtzeitüberblick über die Vorgänge bei Anlagen oder anderen physischen Vermögenswerten liefern können, sind sie in der Produktion eine große Hilfe, um Wartungsprobleme zu reduzieren und eine optimale Produktion zu gewährleisten. Der Energiekonzern Chevron beispielsweise geht davon aus, dass die digitale Zwillingstechnologie, die das Unternehmen bis 2024 auf Ölfeldern und in Raffinerien einsetzen wird, zu Einsparungen bei den Wartungskosten in Millionenhöhe führen wird. (Dangl 2022)

Ähnlich wie die Vorteile in der Produktion können digitale Zwillinge Abläufe im Gesundheitswesen verbessern. Ein digitaler Zwilling eines menschlichen Organs kann medizinischem Fachpersonal ermöglichen, Eingriffe in einer simulierten Umgebung risikolos durchzuführen. Ein weiteres Beispiel der Anwendung digitaler Zwillinge in der Medizin ist der Einsatz bestimmter Bandagen, welche mit Sensoren bestückt sind. Die Daten dieser Sensoren ermöglicht es, digitale Abbilder der Körperregionen zu erstellen und sie effektiver zu überwachen. Letzteres wird in einigen Fällen auch zum Teil auch von einer künstlichen Intelligenz übernommen, sodass eine permanente Überwachung aufrecht gehalten werden kann. (Digital News Asia. 2016)

Elektronikherstellers Siemens gilt als eines der Vorzeigunternehmen, wenn es um die Anwendung digitaler Zwillinge geht. Sämtliche Prozesse der Produktion und die daraus resultierenden Daten werden ohne Unterbrechung automatisierten Rechnersystemen gesammelt und verarbeitet. Dies ermöglicht es dem Unternehmen, Probleme in der Produktion mithilfe von Simulationen zu identifizieren oder die Produktion sicherer zu erweitern, indem beispielsweise eine neue Produktionslinie zunächst in Form eines digitalen Zwillings modelliert und geprüft wird, bevor die tatsächliche Implementierung durchgeführt wird. Vor der Einführung digitaler Zwillinge, war es laut Siemens für die Erweiterungen, Umstrukturierung oder Neugestaltung der Produktionslinien notwendig, ganze Aktivitäten zu stoppen. Ein weiterer großer Vorteil des digitalen Zwillings ist die Berücksichtigung der Produktivität der Arbeiter. All jenes ermöglicht Siemens, eine äußerst geringe Fehlerquote beizubehalten. (Siemens Software 2015)

Folgende wichtige Technologien können gemeinsam mit digitalen Zwillingen genutzt werden:

- 3D-Druck
- künstlicher Intelligenz
- virtueller Realität
- erweiterter Realität
- Cloud-Verarbeitungsmethoden
- Robotersystemen
- maschinellem Lernen
- digitalem Handel

Digitale Zwillinge werden auch vermehrt bei staatlichen Planungen und deren Umsetzungen eingesetzt. Singapur hat ein virtuelles Modell, basierend auf dem Konzept des digitalen Zwillings, der gesamten Stadt zum Zweck der Stadtplanung, Katastrophenvorsorge und hohen Verkehrsstaus, entwickelt. (Lawton 2022) Ein weiteres Beispiel ist die Stadt New York, welche, um dessen Verkehrssysteme zu verbessern, beschlossen hat, eine digitale Nachbildung der gesamten Stadt zu initiieren und zu realisieren, damit beispielsweise Ingenieure den digitalen Entwurf des Straßennetzes verwenden können, um die Integrität der Straßen oder U-Bahn-Netze zu prüfen. (LaShell und Goldman 2021)

Aus den beschriebenen Beispielen lassen sich folgende Grundfunktionalitäten eines digitalen Zwillings herleiten:

- Datenerfassung
- Datenabstraktion
- Datenanreicherung
- Modellierung
- Aufwertung
- Visualisierung
- Steuerung

Somit lässt sich an dieser Stelle zusammenfassend feststellen, dass Unternehmen digitale Zwillinge einsetzen, um Abläufe zu verbessern, Mitarbeiter zu schulen und neue Produkte oder Verfahren zu testen. In der Produktion können digitale Zwillinge Wartungsprobleme reduzieren und eine optimale Produktion gewährleisten. Im

Gesundheitswesen können sie beispielsweise medizinischem Fachpersonal ermöglichen, Eingriffe in einer simulierten Umgebung risikolos durchzuführen.

Das folgende Kapitel beschreibt, wie digitale Zwillinge in der Industrie eingesetzt werden und welche Vorteile sie bieten. Es wird unter anderem darauf eingegangen, wie digitale Zwillinge dazu beitragen können, die Produktionskosten zu senken, die Effizienz zu steigern und die Wartung zu verbessern. Es werden auch einige Beispiele für die Anwendung digitaler Zwillinge in der Industrie gegeben.

2.2.1 Themenbereiche der Entwicklung digitaler Zwillinge

Grundsätzlich lässt sich die Entwicklung der meisten digitalen Zwillinge in drei Themenbereiche einteilen. Die Entwicklung digitaler Zwillinge von Produkten und Produktionskomponenten, welche durch die Integration mathematischer Modellen und Sensorinformationen äußerst realitätsnahe Ergebnisse liefern kann, können als eigener Themenbereich betrachtet werden. Die Hauptaufgaben des dadurch entstehenden digitalen Zwillings ist es eine detailliertere Beschreibung der gegenwärtigen und zukünftigen Produkt-, sowie Komponenteneigenschaften zu ermöglichen (Tao et al. 2018)

Ein anderer Themenbereich beschränkt sich auf die Entwicklung von digitalen Zwillingen eines kompletten Produktionssystems oder einer kompletten Produktionsanlage. Das Ziel dabei ist es, ein umfassendes virtuelles Abbild der Produktion zu schaffen, um Informationen über den gesamten Produktentwicklungsprozess zu gewinnen und Produktionsfehler frühzeitig erkennen zu können. Darüber hinaus soll eine bidirektionale Steuerung zwischen den Produktionsanlagen und dem herzustellenden Produkt erfolgen, um dadurch auch Entscheidungsprozesse zu unterstützen. (Tao et al. 2018)

Der demnach letzte Themenbereich beschränkt sich auf die Entwicklung von digitalen Zwillingen eines konkreten Fertigungsprozesses. Ziel ist es, den Bearbeitungsprozess möglichst realitätsnah abzubilden und die relevanten Prozessmerkmale darzustellen. Alle Datenquellen, die für den Fertigungsprozess relevant sind, müssen miteinander verknüpft werden, woraufhin die dazugehörigen Daten strukturiert und mit Attributen versehen werden. (Tao et al. 2018)

Die drei Hauptbereiche, in denen digitale Zwillinge entwickelt werden, lassen sich demnach aufteilen in:

- Produkte, sowie Produktionskomponenten
- Produktionssysteme
- Produktionsanlagen, sowie Fertigungsprozesse

Jeder dieser Bereiche hat das Ziel, durch die Integration mathematischer Modelle und Sensorinformationen ein umfassendes virtuelles Abbild der Realität zu schaffen, um detaillierte Informationen über gegenwärtige und zukünftige Eigenschaften von Produkten, Komponenten und Prozesse zu erhalten.

Die Entwicklung digitaler Zwillinge wird im folgenden Kapitel anhand ihrer verschiedenen Phasen näher erläutert.

2.2.2 Entwicklungsphasen

Die Erzeugung eines digitalen Zwillings lässt sich in den folgenden Phasen unterteilen (Parrott und Warshaw 2017):

- Ermittlung und Bewertung der potenziellen Vorteile, resultierend aus der Implementierung des digitalen Zwillings
- Planung und Erzeugung
- Einführung
- Analyse der ersten Ergebnisse, sowie die Durchführung notwendiger Korrekturen
- Skalierung
- Überwachung und Bewertung

In der ersten Phase gilt es herauszufinden, welche Szenarien, Prozesse und Ressourcen von der Nutzung des digitalen Zwillings profitieren könnten. Der Grad der Nützlichkeit hängt davon ab, wie relevant jene Szenarien, Prozesse und Ressourcen für das Geschäft des Unternehmens sind und wie viel Verbesserungspotenzial vorhanden ist. Einer der bedeutendsten Schritte ist die Bestimmung der zu berücksichtigenden Prozesse. Im Zuge dessen entscheidet man sich nämlich entweder für einen äußerst detaillierten digitalen Zwilling, basierend auf einem

konkreten Abschnitt oder Element eines Prozesses, oder für eine allgemeineren und flexibleren digitalen Zwilling, welcher einen umfassenderen Überblick über mehrere Prozesse gibt. (Parrott und Warshaw 2017)

Die darauffolgenden Schritte sind die Erstellung, Implementierung und erste Anwendungen eines Prototyps, welcher beispielsweise die Darstellung eines bestimmten Anwendungsfalls oder eines ganzen Geschäftsbereichs sein kann und durch dessen Einsatz in bestimmten Geschäftsprozessen die Möglichkeit besteht, zügiger erste Erkenntnisse über den digitalen Zwilling, sowie den damit verbundenen Prozessen, zu sammeln. Damit kann aufgezeigt werden, ob sich weitere Analysen oder Optimierungen lohnen oder nicht. (Parrott und Warshaw 2017)

Hat der Prototyp sämtliche Prüfungen positiv bestanden, wird in den nächsten Schritten die tatsächliche Umsetzung und Implementierung des darauf aufbauenden digitalen Zwillings, mithilfe etablierter Werkzeuge und Verfahren, durchgeführt. Fällt das Nutzen des digitalen Zwillings weiterhin deutlich positiv aus, kann die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, ihn zu erweitern und auf ähnliche oder miteinander verbundene Prozess und Elemente auszuweiten. (Parrott und Warshaw 2017):

Der letzte Schritt im Entstehungsprozess eines digitalen Zwillings besteht darin, die implementierte Technologie zu überwachen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen.

Der Aufbau eines digitalen Zwillings ist ein kontinuierlicher und meist nie gänzlich endender Prozess, bei dem immer laufend neue Analysen und neue Konfigurationen werden durchgeführt werden. (Parrott und Warshaw 2017) Diese, sowie auch andere bedeutende Herausforderungen, werden im nächsten Kapitel genauer beschrieben.

2.2.3 Herausforderungen

Die Entwicklung, Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings bringen jeweils ihre eigenen Herausforderungen mit sich. Da diese und viele der damit verbundenen Technologien noch relativ jung sind, ist ihre Realisierung trotz ihres großen Potenzials mit Komplikationen verbunden, die sowohl technologischer als auch wirtschaftlicher Natur sein können. Einige dieser Komplikationen werden in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

Da es sich beim digitalen Zwilling und den damit verbundenen Werkzeugen um relativ neue Technologien handelt, mangelt es in vielen Branchen noch am Verständnis in Bezug auf dessen Wert, Umsetzung und Anwendung. Daher existiert noch eine bemerkbare Inkompetenz, welche zwar in den ersten Phasen neuer Technologien zu erwarten ist, aber welche dennoch zu den schwierigsten Herausforderungen zählt. Die zu bewerkstellenden Schwierigkeiten der Neuartigkeit, ist nicht nur dem digitalen Zwilling zuzuschreiben, sondern auch jenen Technologien, welche dessen Existenz ermöglichen. IoT-, IIoT-Technologien, künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen, Cloud-Computing und Big Data gehören zu jenen Technologien, welche sich selbst in Entwicklungsphasen befinden und somit die Entwicklung des digitalen Zwillings beeinträchtigen. (Ogewell 2018)

Um das komplette Potenzial eines digitalen Zwillings auszuschöpfen, gilt es eine der größten Herausforderungen zu überstehen. Dabei handelt es sich um die hohen Kosten. Die Ursachen dafür sind, dass die Erstellung digitaler Zwillinge äußerst zeit- und arbeitsaufwändig sind und zudem meist enorme Rechenleistungen erfordern. Darüber hinaus trägt die Ausstattung des bestehenden Systems mit Sensoren, sowie der Bedarf an einer leistungsstarken IT-Infrastruktur, die sowohl Hardware als auch Software für die Speicherung und Verarbeitung Sensordaten umfasst, zu zusätzlichen Kosten bei. Marc Halpern, Analyst und Experte bei Gartner, äußerte sich auf der PDT Europa-Konferenz in Göteborg, Schweden, besorgt über die kosten- und zeitbezogenen Aspekte von digitalen Zwillingen und erklärte, dass die Umsetzung von DZ-Konzepten mehr Zeit und Ressourcen in Anspruch nehmen kann, als man sich vorstellen kann. (Ogewell 2018)

Da es sich, wie bereits erwähnt, bei der Technologie des digitalen Zwillings, sowie jenen, welche dessen Existenz ermöglichen, um relativ neue handelt, herrscht derzeit aufgrund dessen ein Mangel an Standardisierungen und Regulationen. Die Standardisierung von Modellen, Schnittstellen, Protokollen und Daten sind für die Kommunikation zwischen Stakeholdern, die Produkt- und Personensicherheit, sowie die Datensicherheit und -integrität von wesentlicher Bedeutung. Daher kann dieser Mangel an Standards sich negativ auf die Qualität und Leistungen digitaler Zwillinge auswirken. (Singh 2018) Dass an dieser Problematik gearbeitet wird, zeigt beispielsweise das neue standardisierte Rahmenwerk ISO 23247 (Digital Twin

Manufacturing Framework), welches Richtlinien und Methoden für die Entwicklung und Implementierung von digitalen Zwillingen im Fertigungssektor bestimmt.

Da digitale Zwillinge Daten verarbeiten, zählen die Vertraulichkeit, die Transparenz und das Eigentumsrecht in Bezug auf jene Daten ebenfalls zu den Sorgen der Anwender. Der Besitz und die Nutzung von Daten wird von Unternehmensrichtlinien, Gesetzen und anderen gesellschaftlichen Normen stark beeinflusst, welche oftmals zu Einschränkungen der Funktionalität digitaler Zwillingen führen. (Tyagi und Demirkan 2016)

Die Berücksichtigung der Dateninteroperabilität ist ebenfalls eine erwähnenswerte Herausforderung, welche vor allem bei der Nutzung mehrerer verschiedener zusammenarbeitenden digitaler Zwillingen besonders wichtig ist, da die Gefahr besteht, dass sie Daten unterschiedlich verarbeiten. (Singh 2018)

Trotz dieser Herausforderungen bietet die Nutzung von digitalen Zwillingen ein großes Potenzial, insbesondere im Fertigungssektor. Es wird daher an der Überwindung dieser Herausforderungen gearbeitet, um das Potenzial voll ausschöpfen zu können.

2.3 Digitale Zwillinge der industriellen Produktion

Die kontinuierliche globale Digitalisierung hat zur Folge, dass sich die Anforderungen der Kunden von Fertigungsunternehmen ebenfalls laufend ändern. Das stellt jene Unternehmen vor die Herausforderung, Produkte in kürzester Zeit und in hoher Stückzahl zu produzieren, ohne dass die Qualität darunter leidet. Um diese Herausforderung zu bewältigen, hat die Produktion flexibel und reaktionsschnell zu sein, was für viele Unternehmen nach wie vor ein Problem darstellt, da die Produktionssysteme oft fest verankert und schwer zu ändern sind. Diese Entwicklung wird oftmals der Industrie 4.0 zugerechnet, welche höhere Anforderungen an die betriebliche Effizienz und Produktivität stellt. (Lu 2017)

Industrie 4.0 ist die vierte industrielle Revolution, die von cyber-physischen Systemen (CPS), IoT (Internet der Dinge), Cloud und KI (Künstliche Intelligenz) bestimmt wird, welche bei gemeinsamer Verwendung sogenannte Smart Factories ermöglichen. Das Smart Factory Konzept verfolgt das Ziel, die herkömmliche altmodische Fertigung mittels CPS zu einer sogenannten intelligenten Fertigung zu transformieren. Der

digitale Zwilling wird als Schlüssel zur Realisierung von CPS und eine Verschmelzung der physischen und virtuellen Welt der Produktion, betrachtet. (Tao et al. 2018)

Der digitale Zwilling ermöglicht in der Produktion hochgenaue Simulationen und Visualisierungen von Fertigungsprozessen und schafft dadurch Möglichkeiten zur Optimierung der Produktionssysteme. Des Weiteren kann diese Technologie verschiedene Bereiche und Elemente der Produktion, wie Fertigungsanlagen, Personal und Produktionsnetzwerke, unterstützen, um somit die Produktivität, Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu steigern. (Rosen et al. 2015)

Die grundlegende Funktion des digitalen Zwillings basiert auch in der Produktion auf dessen Fähigkeit zur Informationserfassung. Die Sammlung von Daten aus verschiedenen Quellen ermöglicht eine verbesserte Produktionsplanung und -steuerung, da die darauf aufbauenden Annahmen bei Entscheidungen über Prozessänderungen, Aufträge und auch Angebote unterstützen können. (Rosen et al. 2015)

Ein weiterer Anwendungsbereich für digitaler Zwillinge kann die Informationsanalyse selbst sein. Jenen digitale Zwillingen ist es möglich eingehenden Daten aus verschiedenen Eingangsquellen mithilfe von Algorithmen selbstständig zu wertvollen Informationen verarbeiten. (Uhlenkamp et al. 2019) Diese Fähigkeit kann unter anderem auch dazu beitragen, den gesamten Lebenszyklus eines Produkts effektiver zu kontrollieren, indem die Leistung verschiedener Prozesse und Konzepte mithilfe der Echtzeitdaten aus den physischen Systemen vorhergesagt und somit nützliche Informationen zur Leistungsoptimierung geliefert werden können. Zusätzlich verschafft jene automatisierte Erfassung und Verarbeitung der Echtzeitdaten einen Überblick über die Betriebsbedingungen und die Produktion ist weniger auf physische Tests angewiesen. (Liu 2019) Die Schlüsselfaktoren, die den digitalen Zwilling in die Lage versetzen, Vorhersagen zu treffen, sind die Integration verschiedener Softwareanwendungen und Interoperabilität. (Lu 2017)

Nachdem nun die Bedeutung des digitalen Zwillings für die industrielle Produktion erläutert wurde, wird im Folgenden auf dessen Voraussetzungen und Richtlinien eingegangen.

2.3.1 Voraussetzungen der intelligenten Fertigung

Damit eine Transformation zur Smart Factory durchgeführt werden kann, womit auch die Nutzung digitaler Zwillinge ermöglicht wird, ist es unerlässlich eine Analyse der bestimmter Eigenschaften des Unternehmens durchzuführen. Es hat sich mit der Zeit bewährt dabei Reifegrad Fertigungsunternehmens im Rahmen der Industrie 4.0 zu bewerten, wozu es einige Methoden gibt. Benvenuto und Bäcklin haben 2019 im Rahmen ihrer Masterarbeit ein Reifegradbewertungsmodell mit sieben Stufen, basierend auf den Erkenntnissen verschiedener Autoren wissenschaftlicher Literaturen, aufgestellt, welcher die wichtigsten Schritte und Eigenschaften darstellt (Bäcklin und Ekeberg 2019):

- Level 0 – Auf dieser Stufe liegt der Fokus des vorliegenden Unternehmens lediglich auf dem aktuellen Stand der Produktion, sowie den täglichen Herausforderungen. Charakteristisch für Industrie 3.0 Fertigungsunternehmen.
- Level 1 – Diese Stufe umfasst das frühe Stadium des Prozesses, welchen Unternehmen in Richtung Industrie 4.0 durchlaufen. Dazu gehört meist der Erwerb bestimmter Systeme zur Unterstützung neuer Technologien und Prozesse, sowie die Existenz einer Roadmap und eine Auflistung aller bestehenden und fehlenden Technologien.
- Level 2 – Die ersten Schritte zur grundlegenden Konnektivität gemäß den Konzepten der Industrie 4.0 wurden durchgeführt, womit beispielsweise eine Verbindung sämtlicher Maschinen gemeint ist und eine Verstärkung der Verfügbarkeit von Daten zwischen internen Abteilungen.
- Level 3 – Auf dieser Stufe können Unternehmen Echtzeitdaten generieren, welche bei der Steuerung und Planung von Prozessen zum Einsatz kommen. Meistens herrscht bereits hier ein automatisierter Datenfluss mithilfe von Cloud-Technologien. Des Weiteren ermöglicht der zunehmende Einsatz von Sensoren die digitale Visualisierung des Status aller relevanten Prozesse der Produktionsstätten.
- Level 4 – Aufgrund der fortgeschrittenen Erweiterung automatisierter digitaler Prozesse, welche sich bereits stark in bestimmten Abteilungen und Lieferketten ausgebreitet haben, wird beim Erreichen dieser Stufe ein hohes Maß an Transparenz erzielt. Die Verwaltung der großen Menge an Daten spielt auf dieser Stufe eine wesentliche Rolle.

- Level 5 – Für diese Stufe gilt die Vorhersehbarkeit als besonders charakteristisch. Unternehmen auf diesem Level wenden verstärkt Simulations- und IoT-Technologien an.
- Level 6 – Unternehmen auf dieser Stufe bestimmen Aktivitäten und Entscheidungen vermehrt in Anbetracht ihrer IT-Systeme. Ermöglicht wird dies durch die stark fortgeschrittene automatische Datenübertragung mit minimaler menschlicher Unterstützung.

2.3.2 ISO 23247 – Digital Twin Manufacturing Framework

Die ISO 23247 Reihe „Automation systems and integration - Digital twin framework for manufacturing“ zu Deutsch "Automatisierungssysteme und Integration - Rahmenwerk für digitale Zwillinge in der Fertigung" definiert ein Rahmenwerk für das Erstellen digitaler Zwillinge von Fertigungselementen, einschließlich Personal, Ausrüstung, Materialien, Prozessen, Anlagen, Produktionsumgebung, Produkten und Dokumenten. Die darin beschriebenen Richtlinien definieren die Datenarchitektur für digitale Zwillinge im Fertigungskontext. (ISO 2021) Die Reihe besteht aus folgenden Teilen und Inhalten:

1. ISO 23247-1 enthält allgemeine Grundlagen und Anforderungen für die Entwicklung digitaler Zwillinge. Das Personal, die Ausrüstung, Materialien, Fertigungsprozesse, Einrichtungen, Umgebung, Produkte und Dokumente werden beispielsweise als OMEs bezeichnet, was für „observable manufacturing element“ steht, zu Deutsch „beobachtbare Fertigungselemente“. Diese können in Verbindung zu digitalen Zwillingen stehen, wie die Abbildung auf Seite zeigt. (ISO 2021)
2. ISO 23247-2 bietet Referenzen für die Implementierung digitaler Zwillinge. Es enthält Referenzmodelle aus der Sicht der Anwendungsbereiche und den dazugehörigen Einheiten. Es beschreibt vier Anwendungsbereiche, von denen jeder jeweils seine definierten Aufgaben hat, welche von den jeweiligen Einheiten ausgeführt werden. (ISO 2021)
3. ISO 23247-3 beschreibt die allgemeinen Eigenschaften typischer OMEs, bietet Darstellungsmöglichkeiten der Fertigungselemente und erklärt die

Bedeutsamkeit der standardisierten und einheitlichen Darstellung dieser Elemente. (ISO 2021)

- ISO 23247-4 identifiziert die technischen Anforderungen für den Informationsaustausch zwischen den Elementen innerhalb des Systems. (ISO 2021)

Die folgende Darstellung zeigt das Rahmenwerk und die dazugehörigen Arbeitsbereiche, ihre Einheiten und den Verbindungen:

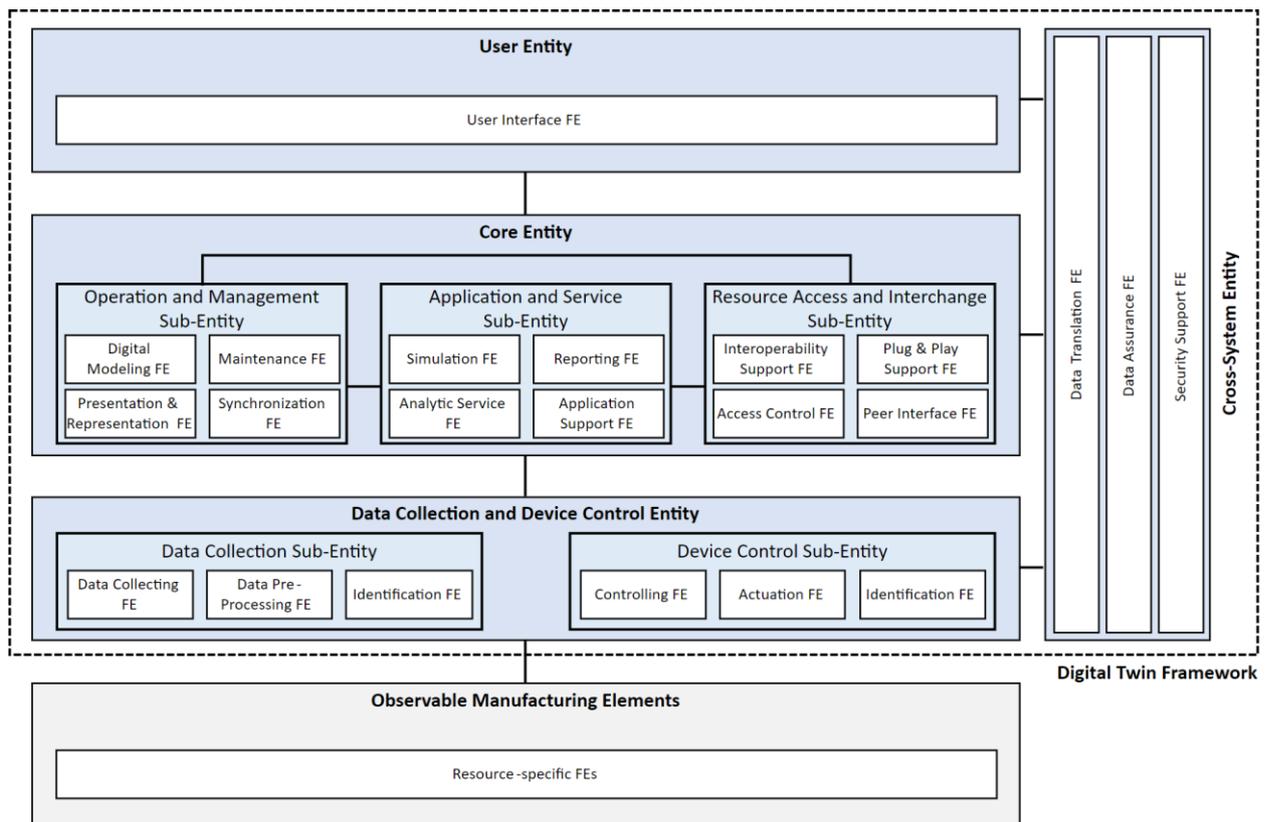


Abb. 1: The digital twin framework for manufacturing

2.4 Die Unternehmen SAP und Signavio

Das 1972 gegründete Unternehmen, mit Hauptsitz in Walldorf, Deutschland, dessen Name laut der eigenen Homepage eine Kurzform des ursprünglichen Namens „Systemanalyse Programmentwicklung“ ist, gilt für viele als Marktführer für kollaborative Unternehmenssoftwarelösungen für verschiedene Branchen und Märkten. Mit mehreren Millionen Anwendern in über 180 Ländern, Umsätzen von mehr als 25 Milliarden EUR, ist SAP das größte europäische Softwareunternehmen. (INUI 2021) Es bietet mir einer großen Anzahl verschiedener Produkten Unterstützung in essenziellen Unternehmensbereichen, wie Buchhaltung, Customer Relationship Management, Supply Chain, Bankwesen, Versicherungen, IT-Infrastruktur und Produktion. SAP deckt somit Kernfunktionen eines jeden Unternehmens ab, zu welche z.B. das Finanzmanagement, Rechnungswesen, die Anlagenverwaltung, Beschaffung und das Bestandsmanagement, Produktionsmanagement und -buchhaltung, der Vertrieb, Kundendienst und das Kostenstellenmanagement, gehören. SAP bezieht dabei unter anderem bewährte Geschäftspraktiken, vorkonfigurierter Geschäftsprozesse, sowie Beratung bei der Implementierung mit ein. Dadurch können dessen internationalen Kunden ihre Beziehungen zu Kunden und Partnern verbessern, ihre Geschäftsabläufe optimieren und unternehmensweit erhebliche Vorteile erzielen. (SAP 2023)

SAP bietet nun seit mehreren Jahren verschiedene Lösungen zur Generierung, Implementierung und Anwendung digitaler Zwillinge an. Es folgen Beschreibungen einiger essenzieller Werkzeuge, die dafür verwendet werden:

- **SAP S/4HANA Cloud** (früher SAP Hybris) ist ein Enterprise Resource Planning (ERP)-System mit integrierten Technologien wie KI, maschinellem Lernen und fortschrittlicher Analytik. Es unterstützt Unternehmen bei der Einführung neuer Geschäftsmodelle, schnellen Bewältigung von Veränderungen, Abstimmung interner und externer Ressourcen, sowie bei der Nutzung künstlicher Intelligenz. Darüber hinaus dient das System unter anderem auch als Forschungsplattform. (LeanIX 2023), (SAP 2023)
- **SAP Leonardo** kann als eine Sammlung von SAP Produkten verstanden betrachtet werden, von denen die folgenden Werkzeuge am relevantesten für die Generierung und Anwendung digitaler Zwillinge sind (Schmitz 2020):

- „SAP Predictive Engineering and Asset Insights“ ermöglichen die Modellierung digitaler Zwillinge wichtiger Güter und Leistungen, sowie das Überwachen von Zuständen. (Zeine 2018), (SAP 2023)
- „SAP Asset Intelligence Network“ ist ein cloudbasiertes Geschäftsnetzwerk für Komponentenlieferanten, Anlagenhersteller, Anlagenbetreiber und Serviceanbieter. Es ermöglicht die Vernetzung und Zusammenarbeit zwischen Geschäftspartnern über den gesamten Lebenszyklus von Anlagen. (Joseph 2018)
- **SAP Manufacturing Integration and Intelligence** ist eine leistungsstarke Integrationsplattform. Sie kann als Middleware zwischen verschiedenen Systemen von Drittanbietern oder bestehenden Systemen eingesetzt werden. Neben der Integration verfügt es auch über intelligente Funktionalitäten, da es zur Entwicklung verschiedener komplexer Echtzeit-Analyse- und Überwachungsberichte mit High-End-Visualisierung verwendet wird. SAP MII kann somit Echtzeitdaten aus dem Fertigungsbereich und dem ERP-System nutzen, um fast selbständig wertvolle Berichte über die Gesamteffizienz der Anlagen zu erstellen, wie z. B. Maschinenberichte, Berichte über Ausfallzeiten, Ertragsübersichten, etc. (Lutz 2019)
- **SAP Manufacturing Execution** ist ein hochgradig konfigurierbares Produktionsmanagementsystem, das die digitale Verwaltung, Überwachung, Steuerung und Automatisierung von Fertigungs- und Produktionsprozessen erleichtert. Sie hilft Unternehmen, neue Geschäftsmodelle einzuführen, Veränderungen schnell zu bewältigen, interne und externe Ressourcen zu koordinieren und die Vorhersagekraft künstlicher Intelligenz zu nutzen. (Lutz 2021)

Anfang 2021 verstärkte SAP seine Position am Markt für Unternehmenssoftware und digitaler Transformation durch die Übernahme des Unternehmens Signavio. Zwölf Jahre vor der Akquise durch SAP, wurde das Unternehmen SIGNAVIO 2009 von Studenten des Hasso-Plattner-Instituts in Potsdam, Deutschland, gegründet. In diesen 12 Jahren gelang es dem Unternehmen, mit seinem Angebot Millionen Kunden, große Investments und somit viel Aufmerksamkeit zu generieren. (Fesko 2022). Dieses

Angebot beschränkte sich damals auf die Produkte der sogenannten „Signavio Business Transformation Suite“. Dieses bestand aus (Lamprecht 2022):

- **Process Manager** - Eine Anwendung zur Modellierung und Simulation von Geschäftsprozessen.
- **Process Intelligence** – Ermöglichte die automatisierte Analyse der Geschäftsprozesse anhand bestimmter Kriterien und erhobenen Prozessdaten.
- **Workflow Accelerator** – Eine Anwendung zur Modellierung von Arbeitsabläufen, sowie zur automatisierten internen Weiterleitung von Informationen und Aufgaben.
- **Collaboration Hub** – Das Zentrum der Suite, von welcher aus Anwender alle anderen Komponenten und deren Arbeitsergebnisse erreichen konnten.

Inwieweit sich die ehemaligen Signavio Produkte nach der Akquise durch SAP verändert haben, welche Softwarelösungen das derzeitige Produktportfolio ausmachen und worin genau der Zusammenhang zwischen den aktuellen SAP Signavio Produkten und digitalen Zwillingen besteht, wird im Rahmen des empirischen Teils dieser Arbeit genau erläutert.

3 Empirischer Teil

Der empirische Teil dieser Bachelorarbeit setzt sich mit der Forschungsfrage auseinander, ob der Nutzen der Implementierung und Anwendung digitaler Zwillinge zur Unterstützung der industriellen Produktion höher ist als die Kosten, die dabei entstehen. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde eine spezifische Fallstudie über SAP Signavio durchgeführt, um eine detaillierte Analyse durchzuführen.

Die Implementierung eines digitalen Zwillings gilt als bedeutender Fortschritt in der industriellen Produktion. Jedoch gehen damit auch erhebliche Kosten einher. Daher ist es von essenzieller Bedeutung, den tatsächlichen Nutzen dieser Technologie zu ermitteln und herauszufinden, ob er die Kosten rechtfertigt. Die vorliegende Fallstudie über SAP Signavio bietet die Möglichkeit, einen realen Anwendungsfall zu untersuchen und den Einfluss eines digitalen Zwillings auf die industrielle Produktion eingehend zu bewerten.

Um eine umfassende Analyse zu ermöglichen, wurden wichtige Informationen von Herrn Norbert Alba, einem Mitarbeiter des Vertriebs von SAP, zur Verfügung gestellt. Dieser Mitarbeiter ist speziell für SAP Signavio zuständig und konnte detaillierte Einblicke in die Funktionalitäten und Einsatzmöglichkeiten der SAP Signavio Produkte liefern. Zudem wurden relevante Dokumentationen zu den Produkten, relevante Erfolgsgeschichten, Preisinformationen und sogar Zugang zur Demoumgebung bereitgestellt. Diese umfangreichen Quellen boten eine solide Grundlage für die Bewertung des Nutzens, der Kosten und Aufwände und ermöglichten eine fundierte Einschätzung der potenziellen Vorteile einer Implementierung und Anwendung digitaler Zwillinge unter Berücksichtigung der tatsächlichen Kosten und Aufwände.

3.1 Kosten-Nutzen-Analyse

Das vorliegende Kapitel widmet sich der zuvor beschriebenen Kosten-Nutzen-Analyse im Kontext der Implementierung und Anwendung der SAP Signavio Produkte zur Unterstützung der industriellen Produktion, mithilfe digitaler Zwillinge. Dabei wurden verschiedene Informationen herangezogen, um den Nutzen dieser Produkte zu bewerten und die damit verbundenen Kosten zu analysieren. Es ist jedoch wichtig anzumerken, dass gewisse Einschränkungen bei der Datengrundlage bestanden,

insbesondere in Bezug auf die Verfügbarkeit von konkreten Unternehmensdaten von SAP Signavio Kunden, die eine monetäre Bewertung des Nutzens ermöglicht hätten. Trotz mehrerer Interviewanfragen blieb jede einzelne erfolglos.

Da keine realen Unternehmenszahlen von SAP Signavio Kunden zur Verfügung standen, welche die tatsächlichen finanziellen Auswirkungen der Implementierung gezeigt hätten, um den Nutzen der Produkte auf monetärer Basis zu bewerten, konzentrierte sich diese Analyse Kundenerfahrungen, sowie Funktionen relevanter SAP Signavio Produkten. Es wurde eine Fallstudie über relevante SAP Signavio Produkte durchgeführt und im Zuge dessen, auch Erfahrungsberichte von Unternehmen herangezogen. Diese Kundenerfahrungen gaben Einblicke in die positiven Auswirkungen, die sich durch die Anwendung der SAP Signavio Produkte erzielen lassen.

Trotz der Einschränkungen bei der Bewertung des Nutzens ermöglichte die Kosten-Nutzen-Analyse eine umfassende Betrachtung der potenziellen Vorteile und Herausforderungen im Zusammenhang mit der Implementierung und Anwendung der SAP Signavio Produkte zur Unterstützung der industriellen Produktion. Sie soll dazu beitragen, das Verständnis für die wirtschaftlichen Auswirkungen digitaler Zwillinge zu vertiefen und bietet wertvolle Erkenntnisse für Unternehmen, die eine Implementierung in Erwägung ziehen.

3.1.1 Fallstudie

SAP bietet verschiedene Software-Lösungen an, die es Unternehmen ermöglichen, digitale Zwillinge zu erstellen, zu verwenden und zu verwalten. Unternehmen können beispielsweise mithilfe von SAP-Lösungen digitale Zwillinge von Maschinen und Anlagen erstellen, um deren Leistung und Wartungsbedarf besser zu verstehen und zu optimieren. Zusätzlich können digitale Zwillinge von Lieferketten und Transportrouten erstellt werden, um Engpässe zu identifizieren und die Effizienz zu steigern. SAP Signavio gilt dabei als essenzielle Lösung, die darauf abzielt, Geschäftsprozesse zu digitalisieren, zu analysieren und zu optimieren, was wiederum ein wichtiger Bestandteil der Erstellung und Verwaltung von digitalen Zwillingen sein kann.

Die Software Suite SAP Signavio, wobei es sich um eine Sammlung von Anwendungsprogrammen handelt, die gemeinsam angeboten und vermarktet werden, bietet unter anderem Business-Transformation-Lösungen, die Unternehmen dabei unterstützen sollen, ihre Geschäftsprozesse zu optimieren und zu digitalisieren. Mithilfe einer relativ breiten Palette an Produkten und Dienstleistungen, die von der Prozessmodellierung über die Prozessanalyse bis hin zur Automatisierung und Überwachung reichen, sollte jene Unterstützung bewerkstelligt werden. SAP Signavio Produkte sind in verschiedenen Branchen und Unternehmen weltweit im Einsatz, darunter in den Bereichen Fertigung, Logistik, Finanzdienstleistungen, Gesundheitswesen und auch im öffentlichen Sektor.

Jene SAP Signavio Produkte, welche für diese Bachelorarbeit relevant sind, da sie für das Generieren, Verwenden und die Verwaltung von digitalen Zwillingen benutzt werden, gehören der SAP Signavio Process Transformation Suite an und werden in weiterer Folge näher beschrieben.

3.1.1.1 SAP Signavio Process Transformation Suite

Die SAP Signavio Process Transformation Suite ist eine cloudbasierte Prozessmanagement-Plattform, die Unternehmen dabei hilft, ihre Geschäftsprozesse zu verstehen, zu verbessern und im kleinen, sowie großem Umfang zu verändern. Die Suite bietet eine Reihe von Lösungen für Customer Excellence, einschließlich Prozessdokumentation, -automatisierung und -analyse. Mit SAP Signavio können Anwender*innen maßgeschneiderte operative Cockpits erstellen und den Prozesszustand in Echtzeit überwachen. Die Suite integriert und bereitet Prozess- und Erfahrungsdaten aus unterschiedlichen Quellen auf und hilft, unternehmensweit Operational Excellence zu etablieren. Darüber hinaus soll sie dabei helfen, die Betriebskosten von Geschäftsprozessen zu senken, IT-Transformationen zu beschleunigen und vorgefertigte Automatisierungswerkzeuge, einschließlich Robotic Process Automation, zu nutzen. Die Suite deckt Prozessanalyse, Mining, Simulation, Modellierung und Kollaboration ab. (SAP SE 2023) Welche Produkte die SAP Signavio Process Transformation Suite umfasst wird in kommenden Unterkapiteln beschrieben.

3.1.1.2 Der SAP Signavio Process Explorer und Manager

Der SAP Signavio Process Explorer und der SAP Signavio Process Manager sind zwei separate Produkte der SAP Signavio Process Transformation Suite, die verschiedene, sowie ähnliche Funktionen bieten.

Der SAP Signavio Process Explorer ist eine webbasierte Anwendung, die es Benutzern ermöglicht, Geschäftsprozesse in Echtzeit zu visualisieren und zu analysieren. Es bietet eine interaktive Oberfläche, die es den Benutzer*innen erleichtert, Prozesse zu erkunden, zu verstehen und zu verbessern. Der Process Explorer bietet auch Funktionen wie die Möglichkeit, Kennzahlen zu definieren, um die Prozessleistung zu messen und zu optimieren, bestehende Prozesse zu analysieren und Schwachstellen und Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Der Explorer unterstützt auch die Erstellung von Dokumentationen, Visualisierungen und Berichten über die Prozesse. (SAP SE 2023a)

Der SAP Signavio Process Manager hingegen ist eine umfassendere Lösung für die Modellierung, Simulation, Ausführung und Optimierung von Geschäftsprozessen. Es ist eine leistungsfähige webbasierte Anwendung, die es Unternehmen ermöglicht, ihre Geschäftsprozesse in Echtzeit zu verwalten und zu optimieren. Der Process Manager bietet auch Funktionen wie die Automatisierung von Prozessen, die Integration mit anderen Systemen und die Möglichkeit, Prozesse in verschiedenen Sprachen zu digitalisieren und zu simulieren. Somit handelt es sich hierbei um ein wichtiges Werkzeug womit digitale Zwillinge der Prozesse von Unternehmen, einschließlich jene der Produktion, generiert und bearbeitet werden können. (SAP SE 2023b)

Gemeinsam bieten sie eine Lösung, welche Unternehmen eine umfangreiche Sammlung von sogenannten „Value Accelerators“, worunter Maßnahmen oder Werkzeuge, die dazu dienen, den Wert oder Nutzen einer Software- oder IT-Lösung zu steigern, zu verstehen sind, sowie weitere diversen Ressourcen zur Verfügung stellt, um Projekte zu beschleunigen, Risiken zu mindern und sich an Branchenstandards zu orientieren. Zu diesen Value Accelerators gehören Business Capability- und Solution Maps, grafische Darstellungen der wichtigsten Geschäftsfähigkeiten zur Erreichung von Unternehmenszielen, Prozessmodelle, Metriken, Best Practices der Branche, bewährte Verfahren zur Verbesserung von

Leistung und Qualität in verschiedenen Bereichen, sowie SAP Best Practice- und Produktempfehlungen. (SAP SE 2023c)

Mit über 7.000 Geschäftsprozessmodellen, Capability Maps für 20 Geschäftsbereiche und Value Accelerators für 13 Branchen bietet die Lösung einen strukturierten und intuitiven Zugriff auf Ressourcen, die auf die spezifischen Bedürfnisse der Anwender zugeschnitten sind. Darüber hinaus werden die Inhalte von einer internationalen Expertengemeinschaft, die mit führenden Unternehmen der Branche zusammenarbeitet, live generiert und ergänzt, um die neuesten Best Practices und Innovationen bereitzustellen. (SAP SE 2023)

Es folgt eine Liste der wichtigsten Funktionen beider Produkte (SAP SE 2023c):

- Modellierung: Das Erstellen digitaler Zwillinge von Prozessen.
- Analyse: Es werden verschiedene Analysefunktionen, z.B. die Möglichkeit, Engpässe im Prozess zu identifizieren oder statistische Auswertungen durchzuführen, angeboten.
- Simulation: Es können Simulationen von Prozessabläufen durchgeführt werden, um potenzielle Probleme zu identifizieren oder Prozesse zu optimieren.
- Workflow-Management: Ermöglichung, Workflows zu definieren und zu automatisieren, um die Effizienz von Prozessen zu erhöhen.
- Dashboard: Der SAP Signavio Process Explorer bietet ein Dashboard, das einen Überblick über die wichtigsten Kennzahlen und Prozessleistungen gibt.
- Integration: Der SAP Signavio Process Explorer und Manager sind in die SAP-Softwareumgebung integriert und können nahtlos mit anderen SAP-Tools wie SAP HANA und SAP Fiori zusammenarbeiten.
- Datenimport/-export: Es können Prozessmodelle aus anderen Quellen importiert oder in andere Formate exportiert werden, z.B. als PDF oder BPMN-Datei.
- Benutzerdefinierte Workflows: Es ist möglich, eigene Workflows zu erstellen und zu automatisieren, um individuelle Prozesse abzubilden und zu optimieren.
- Kollaboration: Es ist möglich, gemeinsam mit anderen Benutzern an einem Prozessmodell zu arbeiten und Änderungen in Echtzeit zu sehen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der SAP Signavio Process Explorer sich auf die Visualisierung, Analyse und Verwaltung von Prozessen konzentriert, während

der SAP Signavio Process Manager eine umfassendere Lösung für das Prozessmanagement bietet, einschließlich der Modellierung, Automatisierung und Integration von Prozessen in verschiedenen Systemen.

3.1.1.2.1 Simulationen eines Kernprozessen der Produktion

Die Prozessoptimierung und -gestaltung hat sich in den letzten Jahren zu einem wichtigen Thema für Unternehmen jeder Größe und Branche entwickelt. Die stetige Verbesserung von Geschäftsprozessen ist ein entscheidender Faktor für die Effizienzsteigerung und Kostenreduzierung von Unternehmen. In diesem Zusammenhang gewinnen Werkzeuge zur Prozessanalyse und -optimierung wie SAP Signavio Process Manager immer mehr an Bedeutung.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde die SAP Signavio Academic Edition verwendet, welche von Herrn Norbert Alba zur Verfügung gestellt wurde, um einen digitalen Zwilling eines Prozesses zu analysieren und zu verbessern. Die SAP Signavio Academic Edition umfasste den SAP Signavio Process Manager, Explorer und SAP Signavio Collaboration Hubs in eingeschränkter Form.

Dieses Kapitel soll einen Einblick in den Umgang mit SAP Signavio Process Manager und die Anwendung von digitalen Zwillingen im Prozessmanagement geben. Zudem wurden die durchgeführten Maßnahmen zur Prozessoptimierung und deren Auswirkungen auf die Effizienz und Produktivität des Unternehmens der Schulungsanwendung untersucht.

Der folgende Screenshot, welcher während der Arbeit mit der Demoversion entstand, zeigt den erwähnten bereits existierenden Prozess:

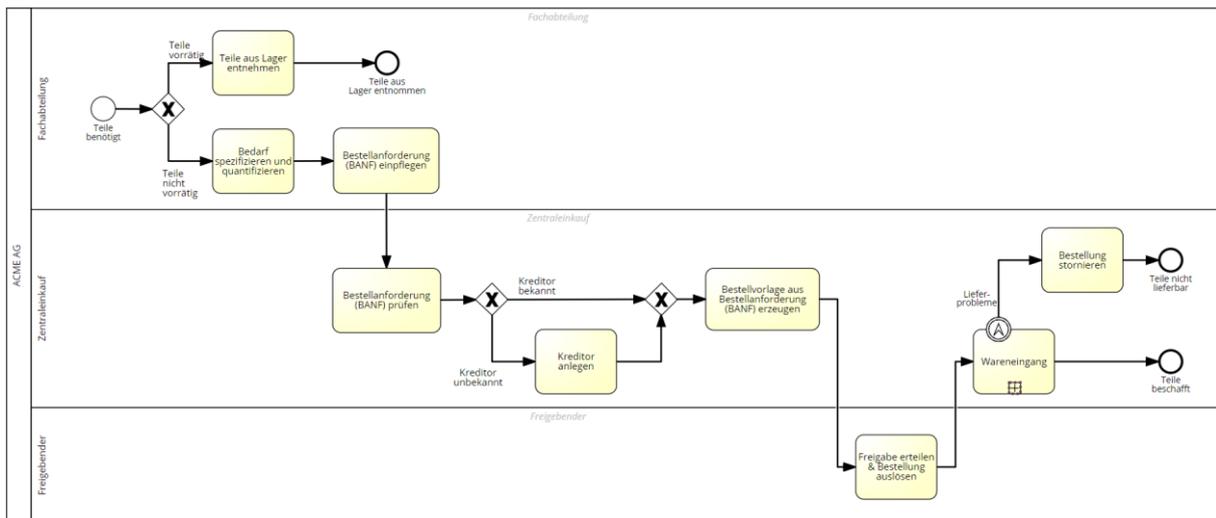


Abb. 2: Kernprozess

Laut der dazugehörigen Dokumentation, welche Teil der SAP Signavio Academic Edition ist, beschäftigt sich dieser Beispielprozess mit der Beschaffung von Produktionsteilen und findet regelmäßig, während der Auftragsdurchführung sowie Produktentwicklung statt. Der Auslöser dieses Prozesses ist die Benötigung von Teilen, worauf hin im ersten Schritt überprüft wird, ob Teile vorrätig sind, oder nicht. Falls die Teile auf Lager vorrätig sind, erfolgt eine Entnahme aus dem Lager und führt zu einem vorzeitigen Abschluss des Prozesses, was laut der Konfiguration des digitalen Zwillinges eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 20 % hat. Tritt jedoch der Fall ein, dass die Teile nicht vorrätig sind, wird zuerst der Bedarf von der Fachabteilung spezifiziert und danach als Bestellanforderung im ERP-System eingepflegt. Als nächstes wird die Anforderung vom Zentraleinkauf geprüft, welcher feststellt ob ein Kreditor bekannt ist oder nicht, wobei der erste Fall eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 70 % hat. Abhängig vom Ergebnis dieser Prüfung wird vor der Generierung der Bestellvorlage, der fehlende Kreditor im ERP-System angelegt. Nach der darauf folgenden Freigabe und dadurch ausgelösten Bestellung, erfolgt der Wareneingang, wobei es sich in diesem Fall um einen Unterprozess handelt, für welchen es ebenfalls einen digitalen Zwilling existiert. Gemäß der Konfiguration besteht eine Wahrscheinlichkeit von 2 %, dass zu Lieferprobleme kommen kann, wodurch eine Stornierung der Bestellung ausgelöst wird. Treten keine Probleme auf endet der Prozess mit der erfolgreichen Beschaffung der Teile.

Im Simulationsbereich des SAP Signavio Process Managers, existierte für den beschriebenen Prozess bereits ein beispielhaftes Szenario, mit den folgenden Werten, welche bei der regulären kostenpflichtigen Anwendung der Software üblicherweise automatisch aus ERP- oder anderen Systemen extrahiert werden, die selbstverständlich nachträglich bearbeitet werden können:

| | Aktivität | Kosten pro Ausführung | Ausführungszeit (Format: hh:mm:ss) |
|----|--|------------------------------|---|
| 1. | Bedarf spezifizieren und quantifizieren | 3,00 € | 00:01:30 |
| 2. | Bestellanforderung einpflegen | 0,50 € | 00:05:00 |
| 3. | Bestellanforderung prüfen | 3,00 € | 00:04:30 |
| 4. | Kreditor anlegen | 15,00 € | 00:07:00 |
| 5. | Bestellvorlage aus Bestellanforderung erzeugen | 0,10 € | 00:01:00 |
| 6. | Freigabe erteilen & Bestellung auslösen | 6,00 € | 00:03:00 |
| 7. | Wareneingang | 6,00 € | 00:17:00 |
| 8. | Bestellung stornieren | 3,00 € | 00:04:00 |
| 9. | Teile aus Lager entnehmen | 3,00 € | 00:02:00 |

Tabelle 1.: Aktivitätsdaten

| Startereignis | Frequenz |
|---|------------------------------|
| Bedarf spezifizieren und quantifizieren | Am Mo – Fr; insgesamt 35 mal |

Tabelle 2.: Konfiguration des Startereignisses

| | Rolle | Arbeitspläne | Kosten / Stunde |
|----|----------------|---|------------------------|
| 1. | Fachabteilung | 1 Ressource, 40:00:00 Stunden pro Woche | 50,00 € |
| 2. | Freigebender | 1 Ressource, 30:00:00 Stunden pro Woche | 50,00 € |
| 3. | Zentraleinkauf | 1 Ressource, 35:00:00 Stunden pro Woche | 50,00 € |

Tabelle 3.: Rollendaten

Das Simulationswerkzeug des SAP Signavio Process Managers bietet eine leistungsstarke Möglichkeit Prozesse anhand von Schritt-für-Schritt-, sowie konfigurierbaren Einzelfall- und Mehrfachfall-Szenarien zu analysieren. Durch die Nutzung dieser Funktionen ist es möglich, Einblicke in die Kosten, Durchlaufzeiten, Ressourcen und Engpässe Ihrer Prozesse zu gewinnen, wodurch das Tool Antworten auf spezifische Fragen, z. B. wie sich die Kosten auf die Rollen und Aufgaben verteilen, wie sich verschiedene Szenarien auf die Durchlaufzeiten auswirken und wie hoch der Ressourcenverbrauch der Prozessbeteiligten ist, liefert.

Während sich die Schritt-für-Schritt-Simulation lediglich auf den Prozessablauf konzentriert, ermöglicht die Einzelfall-Simulation eine detaillierte Analyse der Kosten und des

Zeitverbrauchs für einen bestimmten Fall. Mit der Mehrfachfall-Simulation können mehrere Prozessabläufe simuliert und dabei konfigurierte Wahrscheinlichkeiten berücksichtigt, sowie quantitative Daten und Engpässe analysiert werden. Während den verschiedenen Simulation zeigt das Tool relevante Informationen wie Gesamtkosten, Gesamtzykluszeit, Ressourcenverbrauch und Engpässe an der aktuellen Position im Prozess an. Der Einsatz des Simulationswerkzeugs erhöht das Prozessbewusstsein, welches äußerst essentiell für die Optimierung von Geschäftsprozessen ist.

Führt man eine Einzelfall-Simulation des Beispielprozesses, basierend auf den beschriebenen Szenario, durch, erhält man abhängig von den gewählten Abzweigungen, verschiedene Werte. Bei der ersten Simulation wurde die Abzweigungen „Teile vorrätig“, „Kreditor unbekannt“, sowie schlussendlich die erfolgreiche Beschaffung der Teile gewählt.

Teile beschaffen

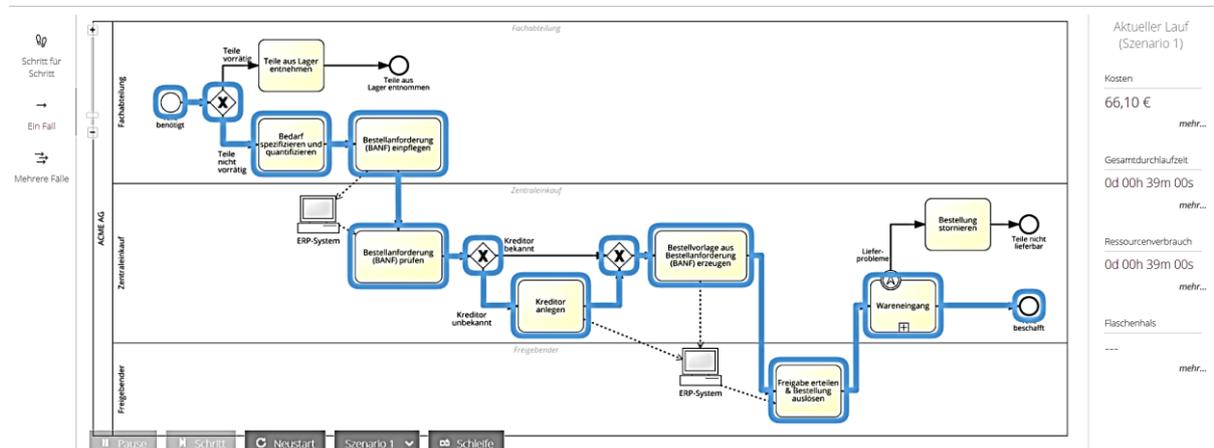


Abb. 3: Einzelfall-Simulation des Beispielprozesses („Kreditor unbekannt“)

Entscheidet man sich bei der Simulation für die Abzweigung „Kreditor bekannt“, zeigen die Ergebnisse, dass in solch einem Fall weniger Kosten, eine kürzere Durchlaufzeit und ein geringerer Ressourcenverbrauch zu erwarten sind.

Teile beschaffen

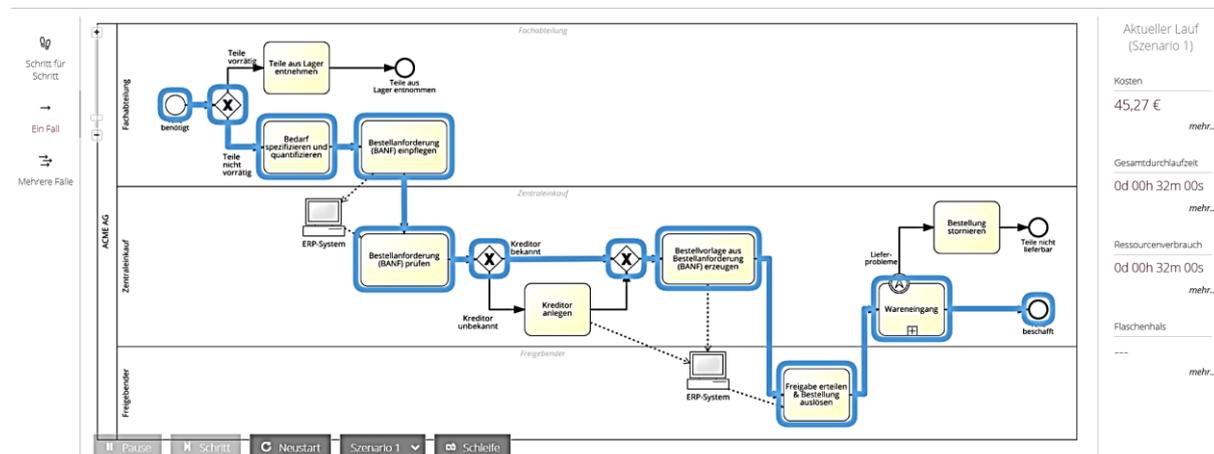


Abb. 4: Einzelfall-Simulation des Beispielprozesses („Kreditor bekannt“)

Das Management des Unternehmens könnte diese Erkenntnisse nutzen, um den Prozess dahingehend zu optimieren, dass beispielsweise die Eintrittswahrscheinlichkeit der Abzweigung „Kreditor bekannt“ höher ausfällt, sodass bei mehreren Durchläufen weniger Kosten entstehen.

Führt man eine Mehrfachfall-Simulation des Beispielprozesses, basierend auf den Daten des beschriebenen Szenario, durch, wobei eine Dauer von fünf Tag berücksichtigt werden soll, was gemäß der Konfiguration des Szenarios 35 Auslösungen des Startereignisses bedeutet, erhält man als Ergebnis erwartungsgemäß deutlich höhere Werte, sowie einen Hinweis auf mögliche Engpässe, welche in diesem Fall als Flaschenhälse bezeichnet werden. Zusätzlich wird angezeigt wie oft die jeweiligen Aufgaben und Endpunkte ausgelöst wurden.

Teile beschaffen

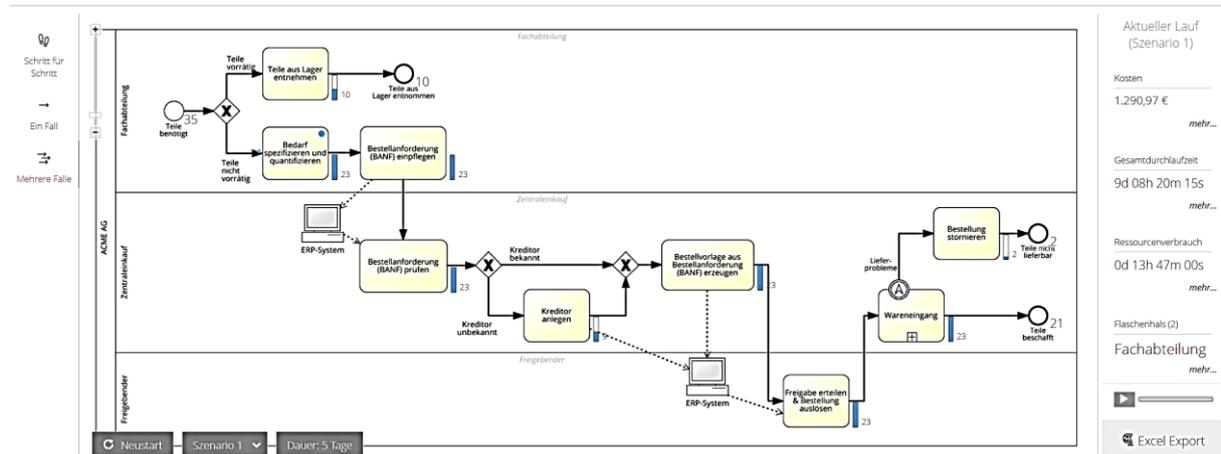


Abb. 5: Mehrfachfall-Simulation des Beispielprozesses

Im Informationsbereich zu den Flaschenhälse, werden die Aufgaben der jeweiligen Abteilungen aufgelistet, sowie die Gesamtwartezeiten je Aufgabe.

Flaschenhals

x Schließen

Die Ausführung von Prozessinstanzen kann durch knappe Ressourcen verzögert werden, wenn für eine auszuführende Aktivität gerade keine Ressourcen zur Verfügung stehen. In der folgenden Tabelle sind Aktivitäten, die auf Grund von Ressourcenknappheit verzögert wurden, aufgelistet:

| Resource und Aktivitäten | Gesamtwartezeit |
|--|-----------------|
| Fachabteilung | |
| 1. Bedarf spezifizieren und quantifizieren | 3d 03:33:34 |
| 2. Bestellanforderung (BANF) einpflegen | 01:50:30 |
| 3. Teile aus Lager entnehmen | 2d 03:22:13 |
| Zentraleinkauf | |
| 4. Bestellanforderung (BANF) prüfen | 01:24:14 |
| 5. Kreditor anlegen | 01:26:30 |
| 6. Bestellvorlage aus Bestellanforderung (BANF) erzeugen | 01:58:30 |
| 7. Warenaingang | 03:20:30 |
| 8. Bestellung stornieren | 01:03:30 |

Abb. 6: Informationen zu den Flaschenhälse

Es lässt sich deutlich erkennen, dass vor allem die Fachabteilung sehr stark unterbesetzt ist, wodurch äußerst hohe Wartezeiten bei den Aufgaben „Bedarf spezifizieren und quantifizieren“ und „Teile aus Lager entnehmen“ entstehen können.

Um diese Informationen zu validieren wurde das Szenario angepasst, indem statt einer einzelnen Arbeitsressource der Fachabteilung, die von Montag bis Freitag 40 Stunden arbeitet, nun fünf Arbeitsressourcen mit dem gleichen Arbeitsplan eingesetzt werden. Auch die Arbeitsressourcen des Zentraleinkaufs wurde um zwei weitere Ressourcen mit gleichen Arbeitsplänen erhöht. Das Ergebnis der Simulation dieses Szenario wies auf keine Flaschenhalse hin:

Teile beschaffen

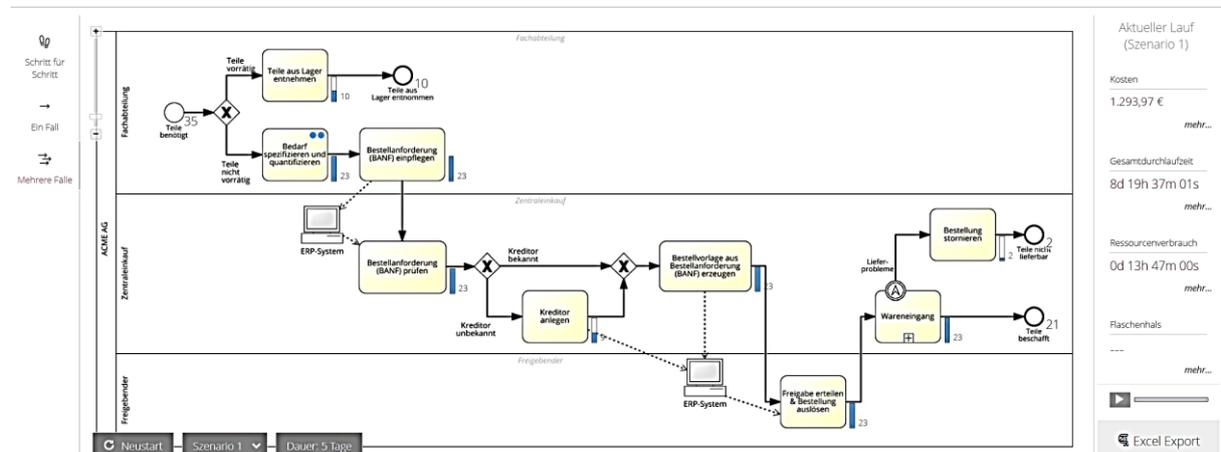


Abb. 7: Simulation des optimierten Beispielprozesses

Durch die Eliminierung der Wartezeiten kann das vorliegende Musterunternehmen von mehreren Vorteilen profitieren. Zum Beispiel können die Aufgaben schneller erledigt werden, da keine Verzögerungen oder Unterbrechungen auftreten. Dies führt zu verkürzten Durchlaufzeiten und ermöglicht es dem Unternehmen, seine Produkte schneller bereitzustellen, was wiederum die Kundenzufriedenheit erhöhen kann.

Die Ergebnisse der Analyse und Optimierung des Prozesses mithilfe von SAP Signavio Process Manager zeigen deutlich das Potenzial und den Nutzen eines digitalen Zwillings im Prozessmanagement. Durch die Simulation verschiedener Szenarien konnten Einsichten in die Auswirkungen auf Kosten, Durchlaufzeiten und Ressourcenverbrauch gewonnen werden.

3.1.1.3 SAP Signavio Journey Modeler

Der SAP Signavio Journey Modeler ist ein Werkzeug, mit dem Unternehmen ihre Kunden-, Mitarbeiter- oder Lieferantenerfahrungen und -interaktionen während des gesamten Kauf- oder Serviceprozesses digitalisieren und sie mit den zugrunde liegenden Prozessen und Daten verknüpfen können, um jene Erfahrungen und Interaktionen kontinuierlich zu verbessern. Ziel des Tools ist es, eine zentrale Sicht zu schaffen und Wissen darüber zu sammeln, wie Prozesse Ergebnisse beeinflussen. Die Lösung ermöglicht die kollaborative Modellierung, Gestaltung und Änderung von den erwähnten Erfahrungen, welche "Journeys" genannt werden, sowie die Verbindungen relevanter Daten aus verschiedenen Quellen. Diese Softwarelösung hilft auch bei der Identifizierung kritischer Kunden- und Mitarbeiterinteraktionspunkte, sowie den zugrundeliegenden Prozessabläufe, wodurch Verbesserungspotentiale schneller erkannt werden können. (SAP SE, 2023d)

Die Journey-Modellierung ermöglicht es Unternehmen, die Auswirkungen einzelner Prozesse und deren Verbindungen zu Systemen und Personen, die mit ihnen interagieren, zu verstehen und die Erfahrungen der Kunden in quantifizierbare und verwaltbare Informationen zu übersetzen, um sich schnell an veränderte Kundenerwartungen anzupassen. SAP Signavio Journey Modeler hilft auch, den Net Promoter Score, den Customer Satisfaction Score und den Customer Experience Index zu verbessern, indem Kundendaten und Process-Mining-Analysen genutzt werden, um die Ursachen für Kundenfrustration oder -zufriedenheit zu verstehen. (SAP SE, 2023d)

Zusammenfassend lassen sich folgende Funktionen auflisten (SAP SE, 2023d):

- Erstellung von Journey-Modellen
- Kollaboratives Modellieren: Der SAP Signavio Journey Modeler ermöglicht ein gemeinsames Arbeiten an digitalen Zwillingen.
- Ordnerstrukturen: Es können Journey-Modelle in Ordnerstrukturen organisiert werden.
- Kommentarfunktionen: Durch die Kommentarfunktionen können die Modellierer untereinander kommunizieren. So kann man beispielsweise den Status eines

Journeys durch Icons visualisieren oder das Journey-Modell als Ganzes oder einen bestimmten Schritt kommentieren.

- Customer journey mapping: Visualisierung von Kundenerfahrungen und den damit verbundenen Prozessen.
- Employee journey mapping: Nutzer können die Interaktionen von Mitarbeitern mit Unternehmen und Prozessen visualisieren und so mögliche Problembereiche und Verbesserungspotenziale aufdecken.
- Touchpoint-Management: Identifikation von Kontaktpunkten zwischen dem Unternehmen und dessen Kunden, sowie den zugehörigen Aktionen, als auch Zuweisung von Verantwortlichkeiten.
- Integration mit anderen SAP-Tools: Der Journey Modeler ist in die SAP Business Technology Plattform integriert und kann nahtlos mit anderen SAP-Tools wie SAP S/4HANA, SAP Customer Experience, SAP Qualtrics und SAP Marketing Cloud zusammenarbeiten, in dem die digitalen Zwillinge des Journey Modelers mit relevante Daten, basierend auf Kundenerfahrungen, automatisch bestückt werden.
- Analytics: Dashboards und Reports bieten einen Überblick über die Performance von Journeys, sowie über den Fortschritt bei der Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen.
- Export- und Import-Funktionen: Nutzer können Journey Maps im Excel-Format exportieren oder vorhandene Journey Maps in den Journey Modeler importieren.

3.1.1.4 SAP Signavio Process Intelligence und Insights

SAP Signavio Process Intelligence und SAP Signavio Process Insights sind beide Softwarelösungen der SAP Signavio Process Transformation Suite für Prozessanalyse und -optimierung. Obwohl beide Lösungen ähnliche Funktionen bieten, gibt es auch einige Unterschiede zwischen ihnen.

SAP Signavio Process Intelligence ist ein sogenanntes Process-Mining-Tool, eine Software, welche automatisch Prozessdaten aus verschiedenen IT-Systemen

extrahiert und analysiert, und wird dazu verwendet, Geschäftsprozesse innerhalb eines Unternehmens in Form von digitalen Zwillingen zu visualisieren, zu analysieren und zu optimieren. Die Software sammelt automatisch Daten aus verschiedenen Quellen, wie beispielsweise ERP-Systemen, und analysiert diese Daten, um Prozesse zu identifizieren, die verbessert werden können. (SAP SE 2023e)

Einige der wichtigsten Funktionen von SAP Signavio Process Intelligence umfassen (SAP SE 2023e):

1. **Process Discovery:** Die Software ermöglicht es, Prozesse auf Basis von Event-Logs zu identifizieren und zu visualisieren. Damit können Prozessabläufe, die in der Praxis von den idealen Soll-Prozessen abweichen, erkannt werden.
2. **Process Analysis:** Die Software bietet eine Vielzahl von Analysetools, mit denen Prozesse auf ihre Effizienz und ihre Qualität hin überprüft werden können. So können Engpässe und Schwachstellen in Prozessen aufgedeckt werden.
3. **Process Monitoring:** Die Software ermöglicht es, Prozesse in Echtzeit zu überwachen und Abweichungen von den Soll-Prozessen zu identifizieren. Damit können Maßnahmen zur Prozessoptimierung zeitnah ergriffen werden.
4. **Process Optimization:** Auf Basis der durch die Software gewonnenen Erkenntnisse können Prozesse optimiert werden, um beispielsweise Kosten zu senken, Durchlaufzeiten zu verkürzen oder Fehlerquoten zu reduzieren.
5. **Collaboration:** Die Software ermöglicht es, die gewonnenen Erkenntnisse in Workshops oder Diskussionsrunden mit den beteiligten Personen im Unternehmen zu diskutieren und gemeinsam Maßnahmen zur Prozessoptimierung zu erarbeiten.

SAP Signavio Process Insights kann als Erweiterung von SAP Signavio Process Intelligence betrachtet werden. Sie ermöglicht es Unternehmen, ihre Geschäftsprozesse in Echtzeit zu überwachen und Warnungen zu generieren, wenn Probleme auftreten. Die Lösung nutzt Daten aus verschiedenen Quellen, um ein Echtzeit-Dashboard zu erstellen, das dem Unternehmen einen Überblick über seine Prozesse gibt. (SAP SE 2023f)

Das Hauptaugenmerk liegt bei beiden Applikationen auf der sogenannten Prozess-Exzellenz, welche sich auf die Ausrichtung und kontinuierliche Verbesserung von

Geschäftsprozessen zur Unterstützung der Unternehmensziele bezieht. Die meisten Unternehmen tun sich jedoch schwer mit dem Management von Prozessänderungen und verlassen sich auf subjektive, qualitative und manuelle Methoden, was das Risiko eines mangelhaften Prozess-Reengineerings, einer Fehlallokation von Ressourcen und eines verpassten Verbesserungspotenzials erhöht. Um diese Herausforderungen zu meistern, bietet SAP Signavio Process Insights eine kontinuierliche Überwachung, Bewertung und Verbesserung von Geschäftsprozessen und lässt sich mit SAP ERP oder SAP S/4HANA verbinden und generiert schnell Empfehlungen zur Prozessverbesserung, um Prozesse zu automatisieren oder zu verbessern und so eine Leistungssteigerung in großem Umfang zu erreichen. (SAP SE 2023f):

3.1.1.5 SAP Signavio Process Collaboration Hub

SAP Signavio Collaboration Hub ist eine zentrale Plattform für das kollaborative Prozessmanagement in Unternehmen. Die Plattform dient als zentrale Anlaufstelle, um effektive Kommunikation innerhalb und zwischen Unternehmen zu ermöglichen, das gemeinsame Wissen und bestimmte Arbeitsergebnisse zu sichern und damit Veränderungen in Unternehmen voranzutreiben. Sie bietet auch Funktionen wie Echtzeit-Updates und klare Ansichten von Prozessinhalten. (Signavio o.d.)

Die Plattform bietet den Benutzern die Möglichkeit, Kommentare zu hinterlassen und Informationen zu teilen, was zu einer transparenten Arbeitsumgebung führt. Darüber hinaus unterstützt die Software Unternehmen dabei, eine einzige Quelle der Wahrheit zu schaffen und ein gemeinsames Verständnis in der gesamten Organisation zu gewährleisten, indem sie Benutzern ermöglicht effektiver zu analysieren, zu verwalten und zu organisieren, sowie Prozessdaten über die gesamte Signavio Business Transformation Suite, einschließlich SAP Signavio Process Intelligence, SAP Signavio Process Manager, SAP Signavio Journey Modeler und SAP Signavio Process Governance, zu integrieren. Daraus ergibt sich dessen Relevanz für die Generierung, Anwendung und Verwaltung der digitalen Zwillinge von SAP Signavio. (Signavio o.d.)

SAP Signavio Collaboration Hub kann auch personalisiert werden, indem zum Beispiel Benutzergruppen definiert werden, die bestimmte Ansichten und Abonnements auf die für sie relevanten Prozesse erhalten. Die Personalisierung der Plattform ermöglicht eine verbesserte Strukturierung von Aufgaben, mehr Klarheit und damit höhere

Benutzerzufriedenheit und Produktivität. Einzelne Benutzer können individuell über relevante Updates und Konversationen informiert werden, was dazu beiträgt, die Lücke zwischen Verantwortung und Aktion zu schließen. Des Weiteren ermöglicht die Plattform ihren Benutzern schrittweise Durchläufe komplexer Geschäftsprozesse zu erstellen und detaillierte Präsentationen bereitzustellen. (Signavio o.d.)

Insgesamt soll eine Lösung für die Herausforderungen von Unternehmen, wie z.B. organisatorische Silos, Konflikte zwischen Zielen und Prioritäten, unklare Daten und Widerstand gegen Veränderungen geboten werden. Die Plattform soll dabei helfen, diese Probleme zu lösen und für eine verbesserte Effizienz und Effektivität des Geschäftsprozessmanagements zu sorgen.

3.1.1.6 SAP Signavio Process Governance

SAP Signavio Process Governance ist eine Workflow-Lösung, die digitale Zwillinge von Geschäftsprozessen in standardisierte Workflows umwandelt, welche unternehmensweit eingeführt werden können. Mit dieser Softwarelösung können Unternehmen eine 360-Grad-Prozess-Governance mit Genehmigungen einrichten, Prozessreifebewertungen für Prozessverantwortliche planen, die Einhaltung von Vorschriften sicherstellen und Abweichungen in der Arbeitsweise reduzieren, um konsistente, hochwertige Ergebnisse zu gewährleisten. (Signavio o.d.)

Diese Software bietet unter anderem einen intuitiven Drag-and-Drop-Formularersteller für eine beschleunigte Benutzererfahrung, Möglichkeiten zur effektiven Koordinierung von Prozessen und Aufgaben, sowie einen Überblick über Prozessbewertungen. Sie ermöglicht außerdem die Verwaltung von Prozessfreigabezyklen und automatisiert Prozessfreigaben und Veröffentlichungsprozesse. Es können Prozessverantwortliche, Risikoverantwortliche und Qualitätsmanager bestimmt werden. Ihre jeweiligen Aufgaben können durch Auswahl von Prozessattributen gewählt werden. Diese können dann mittels Attribute der Prozessgenehmigung, Risiko- und Kontrollbewertungen sowie Reifegradbewertungen zugeordnet und benachrichtigt werden. Prozessverantwortliche können prüfen, wo jedes Risiko- oder Kontrollelement innerhalb des Geschäftsprozesses verwendet wird, und alle erstellten Elemente können mit jedem Prozess oder jeder Aufgabe verknüpft werden. Um die

Zusammenarbeit zu verbessern, können alle Risiko- und Kontrollelemente im SAP Signavio Process Collaboration Hub angezeigt und verwendet werden. (Signavio o.d.)

SAP Signavio Process Governance ermöglicht die Konfiguration von Workflows unter Verwendung der Standard-BPMN-Notation. Diese Workflows lassen sich in gängige cloudbasierte Software wie Salesforce oder Google Drive sowie in die unternehmenseigenen IT-Systeme integrieren. Die Automatisierung sich wiederholender Process-Governance-Workflows ermöglicht es den Mitarbeitern, sich auf die wertschöpfende Arbeit zu konzentrieren, und es können E-Mail-Benachrichtigungen für Fristen und gemeinsame Aufgabenlisten eingerichtet werden. (Signavio o.d.)

Insgesamt handelt es sich bei SAP Signavio Process Governance um eine hochentwickelte Workflow-Plattform, die sofort einsatzbereite, erweiterte Process-Governance-Funktionen für die Prozessmodellierung und zeiteffiziente Freigaben bietet. Sie ermöglicht es Unternehmen, automatisierte Workflows auf der Grundlage von Geschäftsprozessmodellen zügig zu erstellen, und trägt dazu bei, dass Aufgaben auf konsistente und hochwertige Weise erledigt werden. Die Lösung lässt sich nahtlos in andere SAP Signavio-Lösungen für die Unternehmenstransformation integrieren und hilft Unternehmen, den Prozesslebenszyklus besser zu verwalten.

3.1.1.7 Erfolgsgeschichten aus der Praxis

Die folgenden Kapitel liefern detaillierte Einblicke in erfolgreiche Implementierungen der SAP Signavio Lösungen bei verschiedenen Unternehmen. Diese Lösungen haben maßgeblich dazu beigetragen, Geschäftsprozesse zu optimieren, Effizienzsteigerungen zu erzielen und fundierte Entscheidungen auf der Grundlage von Echtzeitinformationen zu treffen. Dadurch haben diese Unternehmen signifikante Verbesserungen in Bereichen wie Beschaffung, Zahlungsverzögerungen, Liquidität, Prozesstransparenz, Zusammenarbeit und Effizienz erzielt.

Die Informationen zu diesen Erfolgsgeschichten wurden ebenfalls von SAP Signavio Experten Herrn Norbert Alba, in Form von PDF-Dokumenten zur Verfügung gestellt.

3.1.1.7.1 GFG Alliance

GFG Alliance, ein weltweit tätiger Verbund von metall- und energieproduzierenden Unternehmen mit Niederlassungen in 35 Ländern, hatte mit einer heterogenen Prozesslandschaft zu kämpfen. Über Jahrzehnte hinweg hatten sich in den acht Geschäftseinheiten des Unternehmens verschiedene Prozesse entwickelt, was die Transparenz und Sichtbarkeit für das Führungsteam einschränkte. Insbesondere die Geschäftsprozesse "Procure-to-Pay" und "Opportunity-to-Cash" waren von mangelnder Transparenz betroffen. Um die Effizienz und Leistungsfähigkeit zu steigern, suchte das Führungsteam nach einer Lösung, um Echtzeitinformationen zu generieren und Erkenntnisse über die Arbeitsweise des Unternehmens zu gewinnen, um fundierte Entscheidungen treffen zu können. (SAP SE 2022a)

Mithilfe von Signavio Process Manager, SAP Signavio Process Collaboration Hub und SAP Signavio Process Intelligence wurden die Geschäftsprozesse digitalisiert und simuliert, um die Zusammenarbeit zu verbessern und Echtzeitinformationen für strategische Entscheidungen zu liefern. Durch die Digitalisierung der Prozesse konnte eine faktengestützte Diskussion über die schrittweise Entwicklung jener Prozesse geführt werden, was unter anderem zu einer schnelleren Akzeptanz durch die Mitarbeiter führte. (SAP SE, 2022a)

Die Implementierung der SAP Signavio Anwendungen führte zu einer verbesserten Einhaltung der Beschaffungsprozesse, Reduzierung der Zahlungsverzögerungen und verpassten Beschaffungsrabatten. Die Prognosegenauigkeit der Bargeldbestände wurde durch die Reduzierung von Rechnungen ohne Bestellreferenz erhöht. Durch die Digitalisierung und Harmonisierung der Prozesse konnten Vergleiche auf einer einheitlichen Basis durchgeführt und die Effizienz von internen und externen Dienstleistern gesteigert werden. Zudem wurde die Sichtbarkeit der Lagerbestände, des Materialalters sowie der Verkaufs- und Lieferleistung verbessert. Die Ermittlung der Nachbestellpunkte wurde genauer, was zu einer verbesserten Liquiditätsposition führte. Zudem konnte der Jahresabschlusszeitraum um mehr als 50 % verkürzt werden. (SAP SE, 2022a)

Dank der SAP Signavio Lösungen konnte GFG Alliance den Entscheidungsprozess für Verbesserungen an den Geschäftsprozessen fundierter gestalten. Statt auf Bauchgefühl und individuelle Wahrnehmungen angewiesen zu sein, konnten

Entscheidungen nun auf Grundlage von Daten digitaler Prozesszwillinge getroffen werden. Dies wurde laut der Dokumentation der Erfolgsgeschichte von Stefan Szupper, Programmdirektor GFGWay bei GFG Alliance Australia, selbst bestätigt. (SAP SE, 2022a)

3.1.1.7.2 GEA Group

GEA Group, ein weltweit führender Anbieter von Systemen und Komponenten für die Lebensmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie, hatte im Rahmen einer fünfjährigen Strategie das Ziel, Nachhaltigkeit, Innovation und digitale Lösungen voranzutreiben. Um dies zu erreichen, strebte das Unternehmen eine vollständige Prozesstransparenz an, die Schaffung einer einzigen Datenquelle für Unternehmensdaten, sowie die Integration neuer Prozesse, um die Art und Weise, wie das Unternehmen arbeitet grundlegend zu verändern. (SAP SE, 2022b)

Um diese Ziele zu erreichen, setzt GEA auf die SAP Signavio Lösungen als integrierte Suite zur Unterstützung des Prozessmanagements. Mit den Lösungen SAP Signavio Process Manager und SAP Signavio Process Collaboration Hub wurden Geschäftsprozesse digitalisiert und analysiert, um unter anderem die Zusammenarbeit zu verbessern, eine hohe Transparenz über den gesamten Prozessmanagement-Lebenszyklus hinweg zu ermöglichen und um eine einheitliche Datenquelle zu schaffen. Im Rahmen der Implementierung wurden insgesamt 643 Geschäftsprozesse digitalisiert. (SAP SE, 2022b)

Daniela Weiss, Senior Vice President Corporate Business Process Management bei GEA Group Aktiengesellschaft, betonte, dass die Nutzung der SAP Signavio Produkte und die Verbindung von Menschen, Prozessen, Technologie und Unterstützung durch das Management das Prozessmanagement auf eine höhere Ebene gehoben haben. (SAP SE, 2022b)

3.1.1.7.3 EJOT

EJOT ist eine deutsche mittelständische Unternehmensgruppe, die sich auf Verbindungstechnik spezialisiert hat und produziert Lösungen für verschiedene

Branchen wie die Automobilindustrie, Elektro- und Elektronikindustrie sowie das Baugewerbe. Mit rund 3.700 Mitarbeitern weltweit, vorwiegend in Deutschland, ist EJOT ein bedeutender Akteur in der Fertigungsindustrie des deutschsprachigen Raumes, mit Hauptsitz in Bad Berleburg im Kreis Siegen-Wittgenstein. (ejot.com)

Um die Qualität und Effizienz der Prozesse zu steigern, Partnerschaften mit Lieferanten und Kunden zu stärken, sowie Automatisierungspotenziale zu nutzen, entschied sich EJOT für den Einsatz von SAP Signavio Process Intelligence, durch dessen Einsatz Optimierungspotenziale aufgedeckt wurden. Anhand dessen konnte beispielsweise die Quote der manuellen Mengenänderungen gruppenweit von 9 % auf 5,5 % und die manuelle Preisänderung von 86 % auf 2 % reduziert werden. Dies führte zu Zeitgewinnen im Einkauf und sicherte eine effektivere kontinuierliche Versorgung der Produktion, auch bei unvorhergesehenen Ereignissen und Engpässen. Die prognostizierte Zeitersparnis durch die Reduktion manueller Mengenänderungen im Einkauf beläuft sich auf etwa 157 Stunden pro Jahr (Stand Juli 2022). Durch die Reduktion manueller Preisänderungen bei einem Lieferanten wird eine Zeitersparnis von rund 270 Stunden pro Jahr prognostiziert (Stand Juli 2022). (SAP SE 2023g)

3.1.1.8 Aufwände und Kosten

Kosten und Aufwände sind essentielle Aspekte bei der Durchführung von Projekten und spielen eine bedeutende Rolle in nahezu allen Unternehmensbereichen. Insbesondere im Kontext von IT-Projekten sind Kosten- und Aufwandsschätzungen von großer Bedeutung, da sie dazu dienen, Ressourcen zu planen, Budgets festzulegen und die Rentabilität von Investitionen zu bewerten. Eine präzise und zuverlässige Einschätzung der Kosten und Aufwände ermöglicht es Unternehmen, fundierte Entscheidungen zu treffen, Risiken zu minimieren und den Projekterfolg zu gewährleisten.

Eines der Ziele dieser Bachelorarbeit ist es, einen umfassenden Einblick in die Kostenstruktur und die verschiedenen Aufwände der Implementierung und Nutzung von SAP Signavio Produkten zu geben. Dabei sollen die verschiedenen Aspekte, die die Kosten und Aufwände beeinflussen können, betrachtet und analysiert werden. Es wird untersucht, wie sich die Implementierungskosten zusammensetzen, welche Faktoren sie beeinflussen und wie sie geschätzt werden können. Ebenso werden die

unterschiedlichen Aufwände identifiziert, die im Rahmen einer Implementierung auftreten können, und ihre Bedeutung für den Erfolg des Projekts beleuchtet.

3.1.1.8.1 Mögliche Aufwände

Die Implementierung und Nutzung von Unternehmenssoftware wie SAP Signavio kann mit einer Vielzahl von Aufwänden verbunden sein. Diese Aufwände können sowohl während der Implementierungsphase als auch während des laufenden Betriebs auftreten. In diesem Kapitel werden die verschiedenen möglichen Aufwände genauer betrachtet, um ein umfassendes Verständnis für die damit verbundenen Herausforderungen zu entwickeln.

Die Implementierung wird im Normalfall, unabhängig von den gewählten Produkten, mit der Analyse und Anforderungsdefinition begonnen wird. Im Zuge dessen werden die aktuellen Geschäftsprozesse und -strukturen des Unternehmens analysiert, um Schwachstellen und Verbesserungspotenziale zu identifizieren, wobei ermittelt werden kann, welche SAP Signavio Funktionalitäten für die Unternehmensanforderungen relevant sind.

Ein weiterer wesentlicher Aufwand während der Implementierung, sowie Nutzung der SAP Signavio Produkte, ist das Change Management. Die Einführung neuer Softwarelösungen bedeutet oft eine Veränderung der Arbeitsweisen und Prozesse für die Mitarbeiter. Das Change Management zielt darauf ab, diese Veränderungen erfolgreich zu begleiten und die Akzeptanz der Mitarbeiter sicherzustellen. Darüber hinaus umfasst das Change Management auch die Schulung und Weiterbildung der Mitarbeiter. Es ist wichtig sicherzustellen, dass die Mitarbeiter über die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten verfügen, um die SAP Signavio Lösungen effektiv zu nutzen. Ein weiterer Aspekt des Change Managements ist die Identifizierung und Bewältigung möglicher Widerstände und Barrieren seitens der Mitarbeiter. Veränderungen können bei manchen Mitarbeitern Unsicherheit oder Bedenken hervorrufen. Es ist wichtig, diese Bedenken ernst zu nehmen und gezielt darauf einzugehen.

Ein weiterer wichtiger Aufwand im Zusammenhang mit der Implementierung und Nutzung von SAP Signavio Produkten ist die Datenmigration und -integration. In vielen Unternehmen sind bereits umfangreiche Datenbestände vorhanden, die in die neuen

Softwarelösungen überführt werden müssen. Dies erfordert eine sorgfältige Planung, Vorbereitung und Durchführung der Datenmigration, um sicherzustellen, dass die Daten korrekt und vollständig übertragen werden. Die Datenmigration umfasst verschiedene Schritte wie die Extraktion der Daten aus den bestehenden Systemen, die Transformation und Aufbereitung der Daten gemäß den Anforderungen der SAP Signavio Produkte, sowie die tatsächliche Übertragung der Daten in die neuen Systeme. Dabei müssen mögliche Dateninkonsistenzen, Dubletten oder Qualitätsprobleme berücksichtigt und behoben werden, um eine reibungslose Integration und einen fehlerfreien Betrieb zu gewährleisten. Die Datenintegration bezieht sich wiederum auf die Verknüpfung der SAP Signavio Lösungen mit anderen bestehenden Systemen und Datenquellen im Unternehmen. Dies kann beispielsweise ERP-Systeme, CRM-Systeme oder andere Legacy-Systeme umfassen. Die Integration ermöglicht den reibungslosen Austausch von Daten und Informationen zwischen den verschiedenen Systemen und gewährleistet eine nahtlose Prozessunterstützung und Zusammenarbeit.

Darüber hinaus erfordert die Implementierung und Nutzung von SAP Signavio Produkten auch Konfiguration und Anpassungen. Die Softwarelösungen müssen an die spezifischen Anforderungen und Geschäftsprozesse des Unternehmens angepasst werden. Dies umfasst die Konfiguration von Benutzerrollen, Zugriffsrechten, Workflows, Dashboards und anderen Funktionen, um eine optimale Nutzung und Nutzererfahrung zu gewährleisten. Gegebenenfalls ist es notwendig bereits existierende IT-Systeme ebenso anzupassen, um beispielsweise Schnittstellen zu den neuen Systemen zu schaffen.

Um sicherzustellen, dass die Implementierung erfolgreich war, ist es besonders empfehlenswert bestimmte Tests durchzuführen. Das Testen umfasst dabei verschiedene Aspekte, darunter zum Beispiel das funktionale Testen, bei dem überprüft wird, ob die SAP Signavio Lösungen die definierten und angeforderten korrekt ausführen. Des Weiteren könnten auch Performance-Tests durchgeführt werden, um die Leistungsfähigkeit der SAP Signavio Produkte unter realen Lastbedingungen zu überprüfen. Dabei wird beispielsweise die Antwortzeit der Anwendung gemessen und die Skalierbarkeit getestet, um sicherzustellen, dass die Anwendungen und Systeme auch bei steigender Nutzerzahl oder großen Datenmengen effizient funktionieren.

Schließlich entstehen selbstverständlich durch die neuen gegebenen Funktionen und darauf aufbauenden Möglichkeiten der implementierten SAP Signavio Produkte, weitere zusätzliche Aufwände die durch die tatsächliche Anwendung jener Software entstehen, wie zum Beispiel bei der Digitalisierung und Optimierung bestimmter Prozesse.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Implementierung und Nutzung von SAP Signavio Produkten mit verschiedenen Aufwänden und den daraus entstehenden zusätzlichen finanziellen Kosten verbunden ist, die sorgfältig geplant, koordiniert und meist durchgeführt werden müssen. Es ist wichtig zu beachten, dass die tatsächlichen Aufwände stark von den individuellen Bedürfnissen, der Größe und Komplexität des Unternehmens, sowie der gewünschten Tiefe der Implementierung und Nutzung abhängen können. Jedes Unternehmen hat seine eigenen spezifischen Anforderungen und Prozesse, die bei der Implementierung von SAP Signavio Produkten berücksichtigt werden müssen.

3.1.1.8.2 Preise

Dieses Kapitel befasst sich mit den finanziellen Aufwänden, die mit dem Erwerb und Implementierung und einigen Aspekten der Nutzung verbunden sind. Im Fokus stehen dabei die Softwarelizenzgebühren. Abschließend wird ein Beispiel für Implementierungskosten präsentiert, um eine Orientierungshilfe zu bieten und den praktischen Bezug herzustellen.

Die folgende Tabelle enthält detaillierte Informationen zu den Preisen der SAP Signavio Produkten, welche ebenfalls von Herrn Norbert Alba zur Verfügung gestellt wurden.

| Produktname | Maßeinheit | Blöcke | Preisklasse von bis | Listenpreis je Einheit/Monat | Listenpreis je Einheit/Jahr |
|--|------------|--------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| SAP Signavio Process Manager und Explorer | Benutzer | 1 | 1 – 19 | 667,00 € | 8 004,00 € |
| | Benutzer | 1 | 20 – 49 | 500,00 € | 6 000,00 € |
| | Benutzer | 1 | 50 – 99 | 383,00 € | 4 596,00 € |
| | Benutzer | 1 | 100 – 199 | 283,00 € | 3 396,00 € |
| | Benutzer | 1 | 200 - unendlich | 208,00 € | 2 496,00 € |
| | Records | 200000 | 1 – 19 | 2 667,00 € | 32 004,00 € |

| | | | | | |
|--|---------------|--------|---------------------|------------|--------------|
| SAP Signavio Process Intelligence | Records | 200000 | 20 – 49 | 2 000,00 € | 24 000,00 € |
| | Records | 200000 | 50 – 99 | 1 167,00 € | 14 004,00 € |
| | Records | 200000 | 100 – 249 | 750,00 € | 9 000,00 € |
| | Records | 200000 | 250 - unendlich | 483,00 € | 5 796,00 € |
| SAP Signavio Process Insights | Pauschalpreis | 1 | 1 – unendlich | 8 350,00 € | 100 200,00 € |
| SAP Signavio Journey Modeler | Benutzer | 1 | 1 – 19 | 585,00 € | 6 996,00 € |
| | Benutzer | 1 | 20 – 49 | 450,00 € | 5 400,00 € |
| | Benutzer | 1 | 50 – 99 | 333,00 € | 3 996,00 € |
| | Benutzer | 1 | 100 – 199 | 242,00 € | 2 904,00 € |
| | Benutzer | 1 | 200 - unendlich | 183,00 € | 2 196,00 € |
| SAP Signavio Process Collaboration Hub | Benutzer | 10 | 1 – 99 | 67,00 € | 804,00 € |
| | Benutzer | 10 | 100 – 499 | 50,00 € | 600,00 € |
| | Benutzer | 10 | 500 – 999 | 33,00 € | 396,00 € |
| | Benutzer | 10 | 1000 – 4999 | 25,00 € | 300,00 € |
| | Benutzer | 10 | 5000 - 9999 | 18,00 € | 216,00 € |
| | Benutzer | 10 | 10000 – 19999 | 14,00 € | 168,00 € |
| | Benutzer | 10 | 2000 - unendlich | 10,00 € | 120,00 € |
| SAP Signavio Process Governance | Benutzer | 1 | 1 – 19 | 58,00 € | 696,00 € |
| | Benutzer | 1 | 20 – 49 | 50,00 € | 600,00 € |
| | Benutzer | 1 | 50 – 99 | 38,00 € | 456,00 € |
| | Benutzer | 1 | 100 – 199 | 28,00 € | 336,00 € |
| | Benutzer | 1 | 200 - unendlich | 21,00 € | 252,00 € |

Tabelle 4.: Listenpreise der SAP Signavio Produkte

Die erste Spalte der Tabelle gibt den Produktnamen an, der die jeweilige Lösung innerhalb der SAP Signavio Suite identifiziert. Die nächste Spalte gibt an, in welcher Einheit die Produkte lizenziert oder gemessen werden. "Benutzer" bezieht sich auf die Anzahl der Benutzer, die das Produkt verwenden können, während "Records" sich auf die Anzahl der erfassten oder analysierten Prozessdaten bezieht. "Pauschalpreis" steht für eine feste Gebühr unabhängig von der Anzahl der Benutzer oder Records.

Die dritte Spalte gibt die Anzahl der Blöcke oder Lizenzen an, die im Rahmen der Lizenzierung des jeweiligen Produkts zur Verfügung stehen. Die genaue Bedeutung von "Blöcke" kann von Produkt zu Produkt variieren und bezieht sich auf eine bestimmte Art der Nutzung oder Lizenzierung. Die darauf folgende Spalte gibt an, in welchem Bereich sich die Preise je nach der Anzahl der Benutzer oder Records

bewegen. Die Preisbereiche sind in bestimmten Intervallen angegeben und ermöglichen eine differenzierte Preisgestaltung basierend auf dem Umfang der Nutzung.

In der fünften und sechsten Spalte werden die Listenpreise je Einheit pro Monat und pro Jahr angegeben. Diese Preise geben den Betrag an, den ein Unternehmen pro Einheit des jeweiligen Produkts zu bezahlen hat, entweder monatlich oder jährlich. Die Preise variieren je nach Maßeinheit, Anzahl der Blöcke und Preisklasse.

Es ist wichtig zu beachten, dass die in der Tabelle aufgeführten Preise Listenpreise sind und möglicherweise von individuellen Vertragsvereinbarungen oder Rabatten abweichen können. Die Preise dienen der Orientierung und können je nach den spezifischen Anforderungen und Verhandlungen zwischen dem Unternehmen und SAP variieren.

Die Kosten für die Cloudfunktionalitäten, sowie Wartungskosten, sind bereits in den Listenpreisen enthalten. Das bedeutet, dass Unternehmen, die sich für die Nutzung der SAP Signavio Produkte entscheiden, keine zusätzlichen Kosten für die Cloud-Infrastruktur oder den Zugriff auf cloudbasierte Funktionen tragen müssen. Die Cloudfunktionalitäten umfassen eine Vielzahl von Services und Ressourcen, die in der Cloud bereitgestellt werden, wie beispielsweise die Speicherung und Verarbeitung von Daten, die Skalierbarkeit der Systeme sowie die Sicherheits- und Backup-Mechanismen. Durch die Integration dieser Cloudfunktionalitäten in die Listenpreise wird Unternehmen ermöglicht, von den Vorteilen der Cloud-Nutzung zu profitieren, ohne zusätzliche Kosten oder komplexe Infrastrukturinvestitionen zu tätigen. Dies stellt eine kosteneffiziente Lösung dar und erleichtert den Unternehmen den Zugang zu den umfangreichen Funktionen und Möglichkeiten der SAP Signavio Lösungen in der Cloud.

Gemäß den Informationen von Norbert Alba, liegt der Stundensatz eines SAP Signavio Beraters bei 237,50€. Dieser Satz spiegelt den Preis wider, den Unternehmen für die Dienstleistungen eines erfahrenen Beraters entrichten müssen, der sie bei der Implementierung und Nutzung der SAP Signavio Produkte unterstützt. Der Stundensatz berücksichtigt die Fachkenntnisse und Expertise des Beraters sowie die Komplexität der Aufgaben und die individuellen Anforderungen des jeweiligen Projekts. Unternehmen können diesen Stundensatz als Richtwert verwenden, um die

Kosten und den finanziellen Aufwand für die Beratungsleistungen im Zusammenhang mit den SAP Signavio Lösungen abzuschätzen.

Angenommen, ein Unternehmen plant die Implementierung der folgenden SAP Signavio Produkte und benötigt eine bestimmte Anzahl von Benutzerlizenzen und Records für einen Zeitraum von drei Jahre, würde die Berechnung der Preise folgendermaßen aussehen:

- SAP Signavio Process Manager und Explorer: Zehn Benutzerlizenzen
 - $10 * 8\,004,00\text{ €} * 3\text{ Jahre} = 240\,120,00\text{ €}$
- SAP Signavio Process Intelligence: 600000 Records (entspr. drei Blöcken)
 - $3 * 32\,004,00\text{ €} * 3\text{ Jahre} = 288\,036,00\text{ €}$
- SAP Signavio Process Insights: Zwei Benutzerlizenzen
 - $2 * 100\,200,00\text{ €} * 3 = 601\,200,00\text{ €}$
- SAP Signavio Journey Modeler: Eine Benutzerlizenzen
 - $6\,996,00\text{ €} * 3 = 20\,988,00\text{ €}$
- SAP Signavio Process Governance: Zwei Benutzerlizenzen
 - $2 * 696,00\text{ €} * 3 = 4\,176\text{ €}$
- SAP Signavio Process Collaboration Hub: 20 Benutzerlizenzen (entspr. zwei Blöcken)
 - $2 * 804,00\text{ €} * 3 = 4\,824\text{ €}$

Daraus ergeben sich Gesamtkosten in Höhe von 1 159 344,00 €.

Geht man davon aus, dass während diesen drei Jahren eine Mindestanzahl an 100 Beratungsstunden benötigt werden, resultieren daraus Mindestimplementierungskosten in Höhe von 1.183.094,00 €.

Die Beurteilung, ob jene Kosten hoch oder niedrige sind, hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie dem Kontext der Implementierung, dem Budget des Unternehmens oder der Art des gesamten Projekts. Dennoch kann es als eine beträchtliche Summe angesehen werden, insbesondere wenn es um Kosten für Implementierung und Nutzung von Unternehmenssoftware geht. Jedoch ist es wichtig zu beachten, dass die

finanziellen Auswirkungen relativ sind und von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich sein können. Weiteres ist es ebenso wichtig anzumerken, dass die tatsächlichen Kosten von individuellen Vertragsverhandlungen, Rabatten oder spezifischen Anpassungen abhängen können.

Aufgrund der bereits erwähnten Einschränkungen, in Bezug auf die Verfügbarkeit konkreter Unternehmensdaten von SAP Signavio Kunden, die eine monetäre Bewertung der Kosten und des Nutzens ermöglicht hätten, ist das Anwenden traditioneller Bewertungsmethoden, wie Investitionsrechnungen, ohne grobe Annahmen zu treffen nicht möglich. Dennoch ist das Potential der SAP Signavio Produkte und somit auch digitaler Zwillinge, in Anbetracht der geschilderten Erfolgsgeschichten aus der industriellen Produktion, sowie der langen Liste an großen Unternehmen die seit Jahren diese Anwendungen nutzen, offenkundig. Um dieses Potential stärker zu verdeutlichen, befasst sich das nächste Kapitel mit Fallbeispielen aus der Produktionsbranche, welche die tatsächlichen Auswirkungen der Prozessoptimierung auf Unternehmenszahlen zeigt.

3.1.2 Auswirkungen der Prozessoptimierung auf Unternehmenszahlen

In diesem Kapitel werden verschiedene Fallbeispiele aus der Produktionsbranche vorgestellt, die die positiven Auswirkungen der Prozessoptimierung, eines der Hauptziele der SAP Signavio Produkte, auf Unternehmenszahlen wie den Umsatz verdeutlichen. Die Fallstudien wurden von Competitive Capabilities International (CCI), einer renommierten Unternehmensberatungsfirma, durchgeführt. Im Fokus stand dabei die effektive Verbesserung von Betriebsabläufen, um nachhaltige und messbare Ergebnisse zu erzielen.

Cargill Inc., eines der weltweit größten Agrarunternehmen und Betreiber einer Maisverarbeitungsanlage in Eddyville, USA, setzte das Management Maßnahmen zur Verbesserung um, als die Rentabilität und KPI-Performance der Anlage zu sinken begannen. Durch die Implementierung des TRACC Value Chain Improvement Solution Programms konnten alle Mitarbeiter in die Entwicklung und Umsetzung eines ganzheitlichen CI-Systems einbezogen werden. Die Anlage verbesserte ihre Leistung

in nur sechs Monaten, realisierte über 700.000 US-Dollar an Projektersparnissen und erreichte 150% ihres normalen Ziels. (traccsolution.com)

Colombina, ein globaler Lebensmittel- und Süßwarenhersteller mit lateinamerikanischen Wurzeln, führte das Best-Practice-System "Colombina World Class" ein, um den schnellen Wachstum des Unternehmens zu unterstützen. Durch die Implementierung dieses Systems und der Fokussierung auf kontinuierliche Produkt- und Prozessentwicklung konnte das Unternehmen beeindruckende Ergebnisse erzielen. Der Return on Investment (ROI) stieg um das Sechsfache, die Gesamtproduktionseffizienz verbesserte sich um 13,8%, und die variablen Herstellungskosten wurden um 69% reduziert. (traccsolution.com)

Distell, führender Hersteller und Vermarkter von Weinen, Spirituosen und anderen Getränken in Afrika, führte eine integrierte und ganzheitliche Supply-Chain-Lösung ein, um seine globalen Lieferketten zu optimieren. Über einen Zeitraum von fünf Jahren erzielte Distell Einsparungen in Höhe von über 2,5 Milliarden Rand (174 Millionen US-Dollar) entlang der gesamten Lieferkette. Die On-Time-in-Full-Lieferungen stiegen um 10%, die Zuverlässigkeit verbesserte sich um 25% und die Produktivität stieg um 30%.

DuPont ist ein weltweit tätiges Unternehmen, das in mehr als 70 Ländern operiert. In seinem Shenzhen-Werk in China gelang es DuPont zunächst nicht, die Vorteile von Lean und Six Sigma, zwei separate Methoden, die in Unternehmen zur Prozessoptimierung und Qualitätsverbesserung eingesetzt werden, vollständig auszuschöpfen. Durch die Einführung des DuPont Production Systems, unterstützt durch CCI, konnte das Werk jedoch seine Ziele erreichen. Das Ergebnis war ein Einsparpotenzial von 8,1 Millionen US-Dollar, eine Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit um 40% und eine Verringerung der Mitarbeiterfluktuation um 40%. (traccsolution.com)

3.1.3 Ergebnisse der Analyse

Trotz gewisser Einschränkungen konnten eine gründliche Analyse der Kosten, Aufwände und des Nutzens digitaler Zwillinge, basierend auf umfassenden Informationen zu SAP Signavio, durchgeführt werden. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse dieser Analyse präsentiert und der Nutzen bewertet, wobei auch die Aufwände und Preise berücksichtigt werden.

Die Nutzung digitaler Zwillinge, basierend auf Unternehmenssoftware wie SAP Signavio, ermöglicht eine Vielzahl von Vorteilen und Mehrwerten für Unternehmen. Basierend auf den Informationen der SAP Signavio Produkte, sowie Erfolgsgeschichten aus der Praxis, lässt sich der Nutzen digitaler Zwillinge wie folgt beschreiben:

1. **Prozessoptimierung:** Digitale Zwillinge ermöglichen eine detaillierte Visualisierung und Simulation von Geschäftsprozessen. Dies ermöglicht Unternehmen, Schwachstellen zu identifizieren, ineffiziente Abläufe zu verbessern und Kosten zu senken.
2. **Echtzeit-Analysen:** Digitale Zwillinge bieten Echtzeit-Daten und Analysen, die es Unternehmen ermöglichen, den Zustand von Vermögensdaten, Anlagen und Prozessen kontinuierlich zu überwachen. Dies ermöglicht eine frühzeitige Erkennung von Problemen oder Abweichungen, was zu schnelleren Entscheidungen und Maßnahmen führt. Durch die proaktive Fehlererkennung und -behebung können Unternehmen Ausfallzeiten reduzieren, die Produktivität steigern und Nutzen maximieren.
3. **Zusammenarbeit und Kommunikation:** Digitale Zwillinge erleichtern die Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen verschiedenen Teams und Abteilungen. Durch die gemeinsame Nutzung von Echtzeitdaten können alle Beteiligten auf dem neuesten Stand sein und effektiver zusammenarbeiten. Dies führt zu einer verbesserten Kommunikation, besseren Entscheidungen und einer höheren Effizienz in der gesamten Organisation.
4. **Innovationsfähigkeit:** Digitale Zwillinge ermöglichen es Unternehmen, neue Ideen und Innovationen schneller zu entwickeln und umzusetzen. Durch die Modellierung und Simulation von Prozessen können Unternehmen neue Ansätze testen und optimieren, bevor sie in die Realität umgesetzt werden. Dies reduziert das Risiko von Fehlinvestitionen und fördert die Innovationsfähigkeit des Unternehmens.
5. **Kundenerfahrung und Wettbewerbsvorteil:** Durch die Anwendung digitaler Zwillinge können Unternehmen ihre Kunden besser verstehen und maßgeschneiderte Lösungen anbieten. Dies führt zu einer verbesserten Kundenerfahrung und einem Wettbewerbsvorteil. Unternehmen können ihre

Produkte und Dienstleistungen kontinuierlich verbessern, indem sie Kundenfeedback in ihre digitalen Zwillinge integrieren und so den Nutzen für ihre Kunden steigern.

Die Implementierung und Nutzung der SAP Signavio Produkte erfordert zunächst gewisse Investitionen, die aus verschiedenen Faktoren wie Lizenzen, Schulungen, Anpassungen an Unternehmensprozesse und IT-Infrastruktur besteht. Darüber hinaus müssen Ressourcen für den laufenden Betrieb, die Wartung und mögliche Anpassungen bereitgestellt werden. Die Preisgestaltung für digitale Zwillinge, speziell im Kontext der SAP Signavio Produkte, basiert auf verschiedenen Faktoren und kann je nach den spezifischen Anforderungen und Bedürfnissen eines Unternehmens variieren. Es folgen einige Aspekte, die bei der Preisgestaltung von digitalen Zwillingen berücksichtigt werden:

- Lizenzmodelle: Dazu gehören beispielsweise Einzellizenzen für eine bestimmte Anzahl an Benutzer*innen oder Unternehmenslizenzen, die eine breitere Nutzung ermöglichen. Die Kosten für die Lizenzen können je nach Umfang der Nutzung und den gewünschten Funktionen variieren.
- Funktionalität: Die Preisgestaltung kann auch von der gewünschten Funktionalität der digitalen Zwillinge abhängen. Die genaue Preisstruktur hängt davon ab, welche Funktionen und Module ein Unternehmen benötigt, um seine spezifischen Anforderungen zu erfüllen.
- Skalierbarkeit und Nutzung: Die Kosten können auch von der Skalierbarkeit der Lösung abhängen. Wenn ein Unternehmen beabsichtigt, die digitalen Zwillinge auf verschiedene Abteilungen oder Standorte auszuweiten, kann dies zu zusätzlichen Kosten führen.
- Support und Wartung: Zusätzliche Kosten können für Support- und Wartungsdienstleistungen anfallen. Diese dienen dazu, sicherzustellen, dass die digitalen Zwillinge reibungslos funktionieren und bei auftretenden Problemen Unterstützung erhalten werden kann. Der Umfang und die Kosten dieser Dienstleistungen können je nach den individuellen Anforderungen und Servicevereinbarungen variieren.

3.2 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, die Frage zu untersuchen, ob der Nutzen, der durch die Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings zur Unterstützung der industriellen Produktion entsteht, die damit verbundenen Kosten überwiegt. Die Beantwortung der Forschungsfrage hat sowohl theoretische als auch praktische Implikationen. Sie trägt zum wissenschaftlichen Verständnis des Nutzens digitaler Zwillinge bei und bietet Entscheidungsträgern von Unternehmen eine Orientierungshilfe bei der Evaluierung und Implementierung solcher Technologien. Die Ergebnisse dieser Studie können dazu beitragen, die Diskussion über den Wert digitaler Zwillinge in der industriellen Produktion voranzutreiben.

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass der Nutzen eines digitalen Zwillings in der industriellen Produktion in vielen Fällen tatsächlich höher ist als die damit verbundenen Kosten. Die Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings bietet eine Vielzahl von Vorteilen und Mehrwerten für Unternehmen in der industriellen Produktion. Durch die Nutzung eines digitalen Zwillings können Prozesse optimiert, Effizienz gesteigert und Fehler reduziert werden. Dies führt zu einer verbesserten Produktqualität, einer erhöhten Produktivität und letztendlich zu einer Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens.

Die Kosten und Aufwände, die mit der Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings verbunden sind, können zwar anfangs bedeutend hoch erscheinen, jedoch wurden in der Untersuchung auch die langfristigen Auswirkungen betrachtet. Es wurde festgestellt, dass die langfristigen Einsparungen und der Mehrwert, der durch die Nutzung eines digitalen Zwillings generiert wird, die anfänglichen Investitionskosten überwiegen. Durch die effizientere Nutzung von Ressourcen, die Reduzierung von Ausschuss, sowie die Verbesserung der Prozessabläufe können unter anderem erhebliche Kosteneinsparungen erzielt werden.

Es ist jedoch zu beachten, dass die Beantwortung der Forschungsfrage nur größtenteils möglich war, aufgrund bestimmter Einschränkungen und fehlenden Informationen. Eine umfassende Beurteilung des Nutzens im Vergleich zu den Kosten erfordert eine detaillierte Analyse der individuellen Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings in einem konkreten Unternehmen. Die vorliegende Untersuchung basierte auf allgemeinen Erkenntnissen und Fallstudien, die zwar

wertvolle Einsichten liefern, aber nicht auf zumindest ein spezifisches Unternehmen und deren finanzielle Kennzahlen vor und nach der Implementierung digitaler Zwillinge eingehen. Um die Forschungsfrage vollständig zu beantworten, wären detaillierte Informationen zu den spezifischen Auswirkungen eines digitalen Zwillings auf Unternehmenszahlen wie Umsatz, Kosten, Gewinn und Kapitalrendite erforderlich. Eine umfangreiche Datenerhebung und Analyse auf Unternehmensebene könnte Aufschluss darüber geben, wie sich die Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings tatsächlich auf die finanzielle Leistungsfähigkeit eines Unternehmens auswirkt. Dies hätten Interviews mit relevanten Stakeholdern ermöglicht.

Trotz dieser Einschränkungen bieten die Ergebnisse dieser Untersuchung wertvolle Erkenntnisse für Unternehmen, die den Einsatz eines digitalen Zwillings in Erwägung ziehen. Die positiven Auswirkungen auf die Prozessoptimierung, Effizienzsteigerung und Produktqualität zeigen, dass der Nutzen eines digitalen Zwillings in vielen Fällen die Kosten überwiegen kann. Unternehmen sollten jedoch individuelle Kosten-Nutzen-Analysen und -Vergleiche durchführen, wobei die spezifischen Anforderungen und Ziele ihres Unternehmens berücksichtigt werden, um eine fundierte Entscheidung über die Implementierung eines digitalen Zwillings zu treffen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Bachelorarbeit widmete sich der Fragestellung, ob der Nutzen, der durch die Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings zur Unterstützung der industriellen Produktion entsteht, die damit verbundenen Kosten überwiegt. Zur Beantwortung dieser Frage wurden verschiedene Methoden angewendet. Zunächst wurden umfangreiche Literaturrecherchen durchgeführt, um ein fundiertes Verständnis für den Begriff des digitalen Zwillings, sowie für die potenziellen Vorteile und Herausforderungen seiner Implementierung und Nutzung zu erlangen. Anschließend wurde eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt, wobei eine Fallstudie über SAP Signavio, eine Softwarefamilie des Herstellers SAP, als Grundlage diente.

Die Fallstudie lieferte wichtige Einblicke in die tatsächlichen Auswirkungen der Implementierung und Anwendung digitaler Zwillinge auf die industrielle Produktion. Um die Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen, wurden essentielle Informationen über die

Preise der SAP Signavio Produkte und Erfolgsgeschichten von einem SAP Mitarbeiter zur Verfügung gestellt. Diese Informationen waren entscheidend, um die Kosten der Implementierung zu ermitteln und den erzielten Nutzen zu bewerten. Darüber hinaus ermöglichte die SAP Signavio Academic Edition, Experimente mit einem digitalen Zwilling eines Kernprozesses der Produktion durchzuführen. Die Ergebnisse zeigten, dass durch die Nutzung des digitalen Zwillings eine verbesserte Produktionsplanung und -steuerung erreicht werden kann, was zu einer Reduzierung von Wartezeiten, einer optimierten Ressourcennutzung und somit zu einer gesteigerten Effizienz führen kann.

Trotz der positiven Ergebnisse ist anzumerken, dass die Kosten für die Implementierung und Anwendung eines digitalen Zwillings nicht zu unterschätzen sind, da dafür Investitionen in Technologie, Infrastruktur, Schulungen und Expertise erforderlich sind. Die Fallstudie über SAP Signavio verdeutlichte jedoch, dass die langfristigen Vorteile und Einsparungen die anfänglichen, sowie laufenden Kosten überwiegen können.

Um eine umfassendere Antwort auf die Forschungsfrage zu erhalten, wären weitere Forschungen erforderlich, einschließlich Interviews mit Experten und Befragungen von Unternehmen, die bereits digitalen Zwilling in Verwendung haben.

Insgesamt liefert diese Bachelorarbeit wertvolle Erkenntnisse über den Nutzen und die Kosten eines digitalen Zwillings zur Unterstützung der industriellen Produktion. Die Ergebnisse legen nahe, dass Unternehmen, die in diese Technologie investieren, langfristig von einer verbesserten Effizienz, höherem Umsatz und einer besseren Wettbewerbsposition profitieren können. Es ist jedoch wichtig, eine sorgfältige Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen und die spezifischen Anforderungen und Herausforderungen des eigenen Unternehmens zu berücksichtigen. Die Fallstudie über SAP Signavio unterstreicht die Potenziale eines digitalen Zwillings und liefert konkrete Anhaltspunkte für den Mehrwert, den Unternehmen aus der Implementierung ziehen können.

Im letzten Abschnitt werden potenzielle Weiterentwicklungen der Forschungsergebnisse, alternative Methoden und Anwendungsbereiche betrachtet sowie neue wissenschaftliche Fragestellungen abgeleitet. Darüber hinaus wird ein Blick in die Zukunft geworfen, um mögliche Entwicklungen und Trends zu identifizieren.

Eine mögliche Weiterentwicklung der Forschungsergebnisse wäre, den Fokus auf spezifische Industriezweige zu erweitern. Es wäre durchaus interessant, ähnliche Analysen auf verschiedene Branchen wie Automobil, Luft- und Raumfahrt, Energie oder Gesundheitswesen anzuwenden und deren spezifische Herausforderungen und Potenziale zu untersuchen. Dies könnte zu maßgeschneiderten Lösungen führen, die den Bedürfnissen dieser Branchen gerecht werden.

Ein weiterer Ansatz zur Weiterentwicklung könnte darin bestehen, die Auswirkungen des digitalen Zwillings auf die Mitarbeiter und die Zusammenarbeit in Unternehmen genauer zu untersuchen. Hierbei könnten beispielsweise qualitative Untersuchungen, wie Interviews oder Fallstudien, durchgeführt werden, um ein umfassendes Verständnis dafür zu entwickeln, wie die Einführung und Anwendung digitaler Zwillinge die Arbeit der Mitarbeiter beeinflusst, welche Chancen und Herausforderungen sich ergeben und wie die Zusammenarbeit innerhalb des Unternehmens verbessert werden kann.

Des Weiteren könnte eine weitere Entwicklung darin bestehen, den Einfluss des digitalen Zwillings auf die Nachhaltigkeit und Umweltbilanz von Unternehmen zu untersuchen. Hierbei könnten beispielsweise Life-Cycle-Assessments durchgeführt werden, um zu bewerten, wie die Implementierung eines digitalen Zwillings dazu beitragen kann, Ressourceneffizienz zu verbessern, Energieverbrauch zu reduzieren oder Abfall zu minimieren. Durch die Integration von ökologischen Aspekten in die Untersuchung können weitere Erkenntnisse darüber gewonnen werden, wie der digitale Zwilling einen positiven Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten kann.

Aus den Erkenntnissen dieser Bachelorarbeit lassen sich auch neue wissenschaftliche Fragestellungen ableiten. Welche rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen müssen geschaffen werden, um die Implementierung und Anwendung von digitalen Zwillingen in der Industrie zu unterstützen? Wie können bestehende Gesetze und Normen angepasst werden, um den besonderen Anforderungen und Herausforderungen von digitalen Zwillingen gerecht zu werden? Welche Auswirkungen hat die Verwendung von digitalen Zwillingen auf die Wissens- und Kompetenzentwicklung der Mitarbeiter? Wie können Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen gestaltet werden, um die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse im Umgang mit digitalen Zwillingen zu vermitteln? Diese Fragestellungen

eröffnen interessante Forschungsperspektiven und bieten die Möglichkeit, den aktuellen Stand des Wissens zu erweitern und neue Erkenntnisse zu gewinnen.

Abschließend lässt sich festhalten, dass der digitale Zwilling eine vielversprechende Technologie ist, die kontinuierliche Weiterentwicklung und Forschung erfordert. Mit dem Fortschritt in den Bereichen IoT, Datenanalyse und Künstliche Intelligenz werden sich weitere Möglichkeiten für die Anwendung und Weiterentwicklung des digitalen Zwillings eröffnen. Durch die Kombination des digitalen Zwillings mit VR-Technologien könnten immersive Simulationen und Schulungen ermöglicht werden. Mitarbeiter könnten virtuell in die Produktionsumgebung eintauchen und komplexe Abläufe interaktiv erlernen.

Die Zukunft des digitalen Zwillings ist vielversprechend, und es bleibt spannend zu beobachten, wie sich diese Technologie in den kommenden Jahren entwickeln wird.

Literaturverzeichnis

1 Technopedia. 2012. "Digitization". Abgerufen am 24.02.2023.

<https://www.techopedia.com/definition/6846/digitization>.

2 Verhoef, Peter C., Thijs Broekhuizen, Yakov Bart, Michael Haenlein, John Qi Dong, Nicolai Etienne Fabian, and Michael Haenlein. 2021. "Digital Transformation: A Multidisciplinary Reflection and Research Agenda". *Journal of Business Research* 122: 889–901

3 Talin, Benjamin. "Digitalisierung vs. Digitale Transformation - Unterschied und Definition". 2021. MoreThanDigital. Abgerufen am 24.02.2023.

<https://morethandigital.info/digitalisierung-vs-digitale-transformation-wo-liegt-der-unterschied/>.
<https://morethandigital.info/digitalisierung-vs-digitale-transformation-wo-liegt-der-unterschied/>

4. Glaessgen, Edward H. and Doane Stargel. 2012 "The Digital Twin Paradigm for Future NASA and U.S. Air Force Vehicles."

5. Gieves, Michael. 2014 "Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication"

6. Cearley, David W., Mike J. Walker, and Brian Burke. 2016. "Top 10 Strategic Technology Trends for 2017". Gartner Inc. http://docs.media.bitpipe.com/io_13x/io_132925/item_1384507/top%2010%20strategicTechnologies%20-%20All%20regions.pdf
- 7 Singh, Maulshree, Evert Fuenmayor, Eoin P. Hinchy, Yuansong Qiao, Niall Murray, and Declan Devine. 2021. "Digital Twin: Origin to Future" Applied System Innovation 4(2): 36.
- 8 Dangl, Andreas. 2022. "Digital Twins – die neuen Masterminds der Digitalisierung". Report. Abgerufen am 24.02.2022. <https://www.report.at/mehr/forum/15937-digital-twins-die-neuen-masterminds-der-digitalisierung>
- 9 Digital News Asia. 2016. "Healthcare Innovation Could Lead to Your Digital Twin," September 20, 2016. Abgerufen am 24.02.2022. <https://www.digitalnewsasia.com/digital-economy/healthcare-innovation-could-lead-your-digital-twin>.
- 10 Siemens Software. 2015 "Siemens PLM - The Real Value of the Digital Twin". YouTube-Video. Aufgenommen im November 2015. <https://www.youtube.com/watch?v=gK5sHDfBMP4>
- 11 Lawton, George. 2022. "How Singapore created the first country-scale digital twin". VentureBeat. Abgerufen am 24.02.2023 <https://venturebeat.com/2022/02/23/how-singapore-created-the-first-country-scale-digital-twin/>
- 12 LaShell, David and Marc Goldman. 2021. "5D: The New Frontier for Digital Twins." Esri. WhereNext Magazine. Abgerufen am 24.02.2023 www.esri.com/about/newsroom/publications/wherenext/5d-the-new-frontier-for-digital-twins.
- 13 Tao, Fei, Jiangfeng Cheng, Qinglin Qi, Rui Zhang, He Zhang, and Fangyuan Sui. 2018 "Digital Twin-Driven Product Design, Manufacturing and Service with Big Data." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 94(9)–12:356
- 14 Parrott, Aaron and Dr. Lane Warshaw. 2017. "Industry 4.0 and the digital twin Manufacturing meets its match". Deloitte. Abgerufen am 27.02.2023 <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/digital-twin-technology-smart-factory.html>

- 15 Ogewell, Verdi. 2018. "Digital Twins: Beware of Naive Faith in Simplicity". Engineering. Abgerufen am 27.02.2023. <https://www.engineering.com/PLMERP/ArticleID/16272/Digital-Twins-Beware-of-Naive-Faith-in-Simplicity.aspx>
- 16 Singh, Sumit, Essam Shehab, Nigel Higgins, Kevin Fowler, Tetsuo Tomiyama and Chris Fowler. 2018. "Challenges of Digital Twin in High Value Manufacturing". SAE Technical Paper Series
- 17 Tyagi, Prashant and Haluk Demirkan. 2016. "The Biggest Big Data Challenges". Analytics Magazines. Abgerufen am 27.02.2023 <https://pubsonline.informs.org/doi/10.1287/LYTX.2016.06.05/full/>
- 18 Lu, Yang. 2017. "Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues." Journal of Industrial Information Integration 6:1–10
- 19 Rosen, Roland, Georg Von Wichert, George Lo, and Kurt Dirk Bettenhausen. 2015. "About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing." IFAC-PapersOnLine 48(3): 567–72
- 20 Uhlenkamp, Jan-Frederik, Karl Hribernik, Stefan Wellsandt, and Klaus-Dieter Thoben. 2019. "Digital Twin Applications : A First Systemization of Their Dimensions." IEEE International Conference on Engineering and Technology
- 21 Liu, Qiang, Hao Zhang, Jiewu Leng, and Xin Chen. 2018. "Digital Twin-Driven Rapid Individualised Designing of Automated Flow-Shop Manufacturing System." International Journal of Production Research 57(12):3903-3919
- 22 Bäcklin, Josefine, and Max Benvenuto Ekeberg. 2019. "Develop a framework and assessing the maturity level to facilitate the transition towards Industry 4.0". Mälardalen University Sweden
- 23 ISO. 2021. "ISO 23247-1; Automation Systems and Integration—Digital Twin Framework For Manufacturing—Part 1: Overview and General Principles"
- 23 ISO. 2021. "ISO 23247-2; Automation Systems and Integration—Digital Twin Framework for Manufacturing—Part 2: Reference Architecture"

- 24 ISO. 2021. "ISO 23247-3; Automation Systems and Integration—Digital Twin Framework for Manufacturing—Part 3: Digital Representation of Manufacturing Elements"
- 25 ISO. 2021. "ISO 23247-4; Automation Systems and Integration—Digital Twin Framework for Manufacturing—Part 4: Information Exchange"
- 26 INUI. 2021. "136 SAP Facts and Statistics: Massive List (+ Charts)". Abgerufen am 27.02.2023. <https://inui.io/sap-facts-statistics/>
- 27 SAP. "Was ist SAP?". Abgerufen am 27.02.2023. [https://www.sap.com/austria/about/company/what-is-sap.html#:~:text=Wof%C3%BCr%20steht%20SAP%3F%20\(Was%20bedeutet,eine%20Aktiengesellschaft%20nach%20EU%2DRecht.](https://www.sap.com/austria/about/company/what-is-sap.html#:~:text=Wof%C3%BCr%20steht%20SAP%3F%20(Was%20bedeutet,eine%20Aktiengesellschaft%20nach%20EU%2DRecht.)
- 28 LeanIX. "THE DEFINITIVE GUIDE TO SAP S/4HANA Cloud". Abgerufen am 27.02.2023. <https://www.leanix.net/en/wiki/ea/what-is-s4hana-cloud#what>
- 29 SAP. "SAP S/4HANA Cloud for R&D and Engineering". Abgerufen am 27.02.2023. <https://www.sap.com/products/erp/s4hana/features/r-and-d.html>
- 30 Schmitz, Andreas. 2020 "Was ist SAP Leonardo?" SAP News Center. Abgerufen am 27.02.2023. [https://news.sap.com/germany/2017/07/was-ist-sap-leonardo-iot/.](https://news.sap.com/germany/2017/07/was-ist-sap-leonardo-iot/)
- 31 Zeine, Hala. 2018. "SAP Predictive Engineering Insights Enabled by ANSYS - Digital Twin." SAP Blogs. Abgerufen am 27.02.2023. <https://blogs.sap.com/2018/06/05/sap-predictive-engineering-insights-enabled-by-ansys-digital-twin/>
- 32 SAP. "SAP Predictive Asset Insights". Abgerufen am 27.02.2023. <https://www.sap.com/products/scm/predictive-asset-insights.html>
- 33 Joseph, Abyson. 2018. "An overview on SAP Asset Intelligence Network (AIN)" SAP Blogs. Abgerufen am 27.02.2023. <https://blogs.sap.com/2017/12/08/an-overview-on-sap-asset-intelligence-network-ain/>
- 34 Lutz, Tim. 2019. "SAP MII". mind-logistik. Abgerufen am 27.02.2023. <https://mind-logistik.de/knowhow/sap-mii/>
- 35 Lutz, Tim. 2021. "SAP ME (Manufacturing Execution)". mind-logistik. Abgerufen am 27.02.2023. <https://mind-logistik.de/knowhow/sap-me/>

- 36 Fesko, Sean. 2022. "What Is SAP Signavio?". SAP PRESS. Abgerufen am 27.02.2023. <https://blog.sap-press.com/what-is-sap-signavio>
- 37 Lamprecht, Clara. 2022. "Prozessoptimierung mit SAP Signavio". OSOSOFT. Abgerufen am 27.02.2023. <https://ososoft.de/blog/s4hana/neuerungen/prozessoptimierung-mit-sap-signavio/>
- 38 SAP SE, 2023a. "Transforming Your Business with SAP Signavio Process Transformation Suite". Powerpoint Präsentation.
- 39 SAP SE, 2023b. "L2 – SAP Signavio Process Manager". Powerpoint Präsentation.
- 40 SAP SE, 2023c. "Accelerate Time to Value with Collective Knowledge at Your Fingertips". <https://cdn.signavio.com/uploads/2023/01/SAP-Signavio-Process-Explorer-en.pdf>
- 41 SAP SE, 2023d. "Bring Your Customer Journey to the Next Level". https://cdn.signavio.com/uploads/2023/02/Bring-your-Customer-Journey-to-the-Next-Level_enUS.pdf?hsCtaTracking=c778917a-dbf3-4ef1-b329-f0135979f960%7C86964dbd-df12-40ff-b788-b743b16f444f
- 42 SAP SE, 2023e. "Unleash the Power in Your Process Data with Process Mining". https://cdn.signavio.com/uploads/2023/01/Solution-in-Detail-SAP-Signavio-Process-Intelligence_012023.pdf
- 43 SAP SE, 2023f. "SAP Signavio Process Insights". https://cdn.signavio.com/uploads/2023/01/Solution-in-Detail-SAP-Signavio-Process-Intelligence_012023.pdf
- 44 SAP SE, 2023g. "Optimierungspotenziale mit SAP® Signavio Process Intelligence aufdecken und bessere Prozesse schaffen"
- 45 Signavio. "SAP Signavio Process Collaboration Hub". Abgerufen am 01.05.2023. <https://www.signavio.com/products/collaboration-hub/>
- 46 Signavio. "SAP Signavio Process Governance". Abgerufen am 01.05.2023. <https://www.signavio.com/products/process-governance/>
- 47 SAP SE, 2022a. "GFG Alliance: Raising Performance in Critical Business Areas by Mining Business Processes and Data"

48 SAP SE, 2022b. "GEA: Using Business Process Management to Lead the Way to a New Way of Working"

49 EJOT. "EJOT – Always a Good Connection". Abgerufen am 10.05.2023. <https://www.ejot.com/presentation>

50 Traccsolution, 2022."7 success stories of continuous improvement in manufacturing". Abgerufen am 13.05.2023. <https://traccsolution.com/blog/continuous-improvement-in-manufacturing/>

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: The digital twin framework for manufacturing (https://www.ap238.org/iso23247) | 15 |
| Abbildung 2: Kernprozesses..... | 24 |
| Abbildung 3: Einzelfall-Simulation des Beispielprozesses („Kreditor unbekannt“)..... | 26 |
| Abbildung 4: Einzelfall-Simulation des Beispielprozesses („Kreditor bekannt“)..... | 27 |
| Abbildung 5: Mehrfachfall-Simulation des Beispielprozesses..... | 27 |
| Abbildung 6: Informationen zu den Flaschenhälsen..... | 28 |
| Abbildung 7: Simulation des optimierten Beispielprozesses..... | 28 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1.: Aktivitätsdaten..... | 25 |
| Tabelle 2.: Konfiguration des Startereignisses..... | 25 |
| Tabelle 3.: Rollendaten..... | 25 |
| Tabelle 4.: Listenpreise der SAP Signavio Produkte..... | 41 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|----------|--|
| CEO | Chief Executive Office |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| INC | Incorporated |
| z.B. | Zum Beispiel |
| KI | Künstliche Intelligenz |
| IoT | Internet of Things |
| IIoT | Industrial internet of things |
| PDT | Product Data Technology |
| DZ | Digitaler Zwilling |
| CPS | Cyber-physische Systeme |
| ISO | International Organization for Standardization |
| OME | observable manufacturing element |
| SAP | Systemanalyse Programmentwicklung |
| SAP SE | Systemanalyse Programmentwicklung Societas Europaea |
| MII | Manufacturing Integration and Intelligence |
| IT | Informationstechnik |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| S/4 HANA | Simple/4. Generation High Performance Analytic Appliance |
| o.d. | Ohne Datum |
| PDF | Portable Document Format |
| GFG | Gupta Family Group |
| GEA | Global Engineering Alliance |