

Schlussbericht vom 30.09.2023

zu IGF-Vorhaben Nr. 22129 N

Thema

Fabrik- und Qualitätsplanung: Integration von agilen Qualitätsmanagementsystemen in den Fabrikplanungsprozess nach VDI-Richtlinie 5200

Berichtszeitraum

01.04.2022 bis 30.09.2023

Forschungsvereinigung

Bundesvereinigung Logistik e.V. (BVL)

Forschungseinrichtung(en)

FE 1: Leibniz Universität Hannover, Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA)

FE 2: Bergische Universität Wuppertal, Fachgebiet Produktsicherheit und Qualität (PSQ)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Zusammenfassung	6
2 Grundlagen und Stand der Forschung	7
2.1 Fabrikplanung	7
2.2 Qualitätsmanagement	9
2.3 Agilität	11
2.4 Problemstellung und Handlungsbedarf	12
3 Darstellung der erzielten Projektergebnisse	14
3.1 Zielsetzung	14
3.2 Arbeitspaket 1: Anforderungsvergleich	15
3.3 Arbeitspaket 2: Auswahl eines Vorgehens	16
3.4 Arbeitspaket 3: Identifikation von Schnittstellen und Wechselwirkungen	18
3.5 Arbeitspaket 4: Entwicklung von FabriQPlanung	20
3.6 Arbeitspaket 5: Branchenübergreifende Evaluation	26
3.7 Arbeitspaket 6: Wissenschaftlicher Transfer und Veröffentlichungen (projektbegleitend)	26
4 Innovativer Beitrag und wirtschaftlicher Nutzen	27
5 Verwendung der Zuwendung	29
6 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit	30
7 Ergebnistransfer in die Wirtschaft	31
8 Durchführende Forschungsstelle	34
9 Förderhinweis	35
10 Literaturverzeichnis	36
11 Anhang	39

Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1: Planungsfälle in der Fabrikplanung [1]</i>	8
<i>Abbildung 2: Fabrikplanungsphasen nach VDI 5200-Richtlinie [1]</i>	8
<i>Abbildung 3: Prozessmodel DIN EN ISO 9001:2015 mit PDCA-Zyklus [14]</i>	11
<i>Abbildung 4: Problem der mangelnden Kommunikation in der Fabrikreorganisation</i>	13
<i>Abbildung 5: Optimaler Zustand der Integration des QM in die FAP</i>	15
<i>Abbildung 6: Aufbau des Anforderungskatalogs</i>	16
<i>Abbildung 7: Systematik e-DeCoDe Ansatz [34]</i>	17
<i>Abbildung 8: Ausschnitt aus Systemmodellierungswerkzeug iQuavis</i>	18
<i>Abbildung 9: Flussdiagramm zur Ermittlung der Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess nach VDI 5200 und dem QM(S) nach DIN EN ISO 9001:2015 [35]</i>	19
<i>Abbildung 10: Identifizierte Schnittstellen im Fabrikplanungsprozess</i>	20
<i>Abbildung 11: Modellierte Wechselwirkungen und Schnittstellen zwischen FAP und QMS</i>	20
<i>Abbildung 12: Aufbau der Quality Gates</i>	21
<i>Abbildung 13: Vorgehen zu Ermittlung des agilen Baukastens</i>	22
<i>Abbildung 14: Interaktive, online-basierte Boards zur kollaborativen Zusammenarbeit in Miro [36]</i>	22
<i>Abbildung 15: Aufbau des anwendungsorientierten Leitfadens</i>	23
<i>Abbildung 16: Aufbau des E-Learning Konzeptes</i>	24
<i>Abbildung 17: Exemplarischer Ausschnitt aus dem E-Learning Konzept</i>	25

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Zugänglichkeit zum Vorgehensmodell FabriQPlanung</i>	<i>25</i>
<i>Tabelle 2: Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 3: Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft (spezifische durchgeführte und geplante Transfermaßnahmen)</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 4: Anforderungskatalog an FabriQPlanung</i>	<i>39</i>

Abkürzungsverzeichnis

IFA	Institut für Fabrikanlagen und Logistik
FAP	Fabrikplanung
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
PA	Projektbegleitender Ausschuss
PSQ	Lehrstuhl für Produktsicherheit und Qualität
QG	Quality Gate
QM	Qualitätsmanagement
QMS	Qualitätsmanagementsystem

1 Zusammenfassung

Aufgrund zunehmend dynamischer Märkte müssen Fabriken in immer kürzer werdenden Zyklen reorganisiert werden. Das stellt nicht nur Fabrikplaner vor große Herausforderungen, sondern auch das Qualitätsmanagement (QM). Die Verzahnung beider Disziplinen ist in den meisten Unternehmen nicht gegeben. Die Vernachlässigung qualitätsrelevanter Anforderungen in der Fabrikplanung (FAP) führen zu Fehlentwicklungen im Qualitätsmanagementsystem (QMS). Hinzu kommt, dass historisch gewachsene klassische Qualitätsmanagementsysteme, wie auf PDF basierende Qualitätshandbücher, flexible Anpassungen erschweren. Folglich entsteht die Problematik, dass Qualitätsanforderungen nach dem Hochlauf der Fabrik aufgrund der Zeitverzögerung durch klassische Systeme nicht oder nur teilweise erfüllt sind und es weiteren Anpassungen im Qualitätsmanagementsystem bedarf. Durch fehlende Ressourcen sind solche reaktiven Anpassungen für KMU kaum zu bewältigen. Deshalb müssen Qualitätsmanagementsysteme langfristig durch IT-gestützte Modularität geplant werden, sodass sie auch nach dem Fabrikhochlauf ohne umfassenden Ressourcenaufwand langfristig flexibel aktualisiert werden können. Dieses Ziel hat das Projektvorhaben FabriQPlanung mit der Integration von IT-gestützten, agilen Qualitätsmanagementsystemen in den Fabrikplanungsprozess verfolgt. Dieser wurde für die durchgeführte Forschungsarbeit zunächst an der VDI-Richtlinie 5200 angelehnt, wobei eine Übertragbarkeit auf andere Planungsansätze prinzipiell möglich ist. Im Ergebnis entstand ein anwendungsorientierter Leitfaden mit zusätzlichem E-Learning Konzept. Dieser vermittelt intuitiv, wie IT-gestützte, agile Qualitätsmanagementsysteme in der Fabrikplanung modular aufgebaut werden können und zeigt auf, wie sich Fabrikplaner und Qualitätsmanager bereits während der Fabrikplanung durch Iterationen in definierten Quality Gates (QG) agil abstimmen können. Hierzu wurde unterstützend ein modular anpassbarer Baukasten mit agilen Methoden und Werkzeugen entwickelt, der ebenfalls im Leitfaden und E-Learning Konzept integriert ist. Außerdem beinhaltet das Vorgehen die Anforderungen der DIN EN DIN EN ISO 9001:2015, sodass das Qualitätsmanagementsystem direkt nach dem Fabrikhochlauf normenkonform ist und langfristig durch Modularität flexibel angepasst werden kann.

2 Grundlagen und Stand der Forschung

Im Folgenden werden die relevanten Grundlagen kurz dargelegt. Dies umfasst das Vorgehensmodell der Fabrikplanung nach VDI 5200, das Qualitätsmanagement bzw. Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001:2015 sowie den Begriff der Agilität.

2.1 Fabrikplanung

Begriffsdefinition

Die Fabrikplanung ist ein „systematischer, zielorientierter, in aufeinander aufbauende Phasen strukturierter und unter Zuhilfenahme von Methoden und Werkzeugen durchgeführter Prozess zur Planung einer Fabrik von der Zielfestlegung bis zum Hochlauf der Produktion“ [1]. So definiert der Verein Deutscher Ingenieure den Begriff der Fabrikplanung innerhalb der VDI 5200-Richtlinie. Der Begriff Fabrikplanung setzt sich aus zwei Begriffen zusammen.

Die Fabrik wird dabei definiert als „Ort, an dem Wertschöpfung durch arbeitsteilige Produktion industrieller Güter unter Einsatz von Produktionsfaktoren stattfindet“ [1]. Ein Merkmal einer Fabrik ist u. a., dass diese für einen definierten Nutzen unter konkreten Absichten und Anforderungen von Menschen entwickelt und betrieben wird. Zudem wird sie als Vereinigung von Produktions- und Dienstleistungsbereichen räumlicher, organisatorischer und infrastruktureller Art bezeichnet. Sie ist vorwiegend der verarbeitenden Industrie zuzuordnen und besteht aus den Fabrikebenen Arbeitsplatz, Arbeitsbereich, Gebäude und Standort [2].

Die Planung beschreibt eine „gedankliche Vorwegnahme eines angestrebten Ergebnisses einschließlich der zur Erreichung als erforderlich erachteten Handlungsabfolge“ [1]. Sie bezieht sich stets auf zukünftige Ereignisse und findet bereits vor der eigentlichen Umsetzung von Anforderungen und Maßnahmen statt. Innerhalb einer Planung wird versucht, vorzeitig Probleme zu erkennen und Maßnahmen und Methoden zu erarbeiten, um das zukünftige Geschehen kontrollieren zu können [3].

Die Fabrikplanung ist demnach eine vorausbestimmende Gestaltung einer Fabrik, die nach ökonomischen Zielen sowie nach den Bedürfnissen der Mitarbeitenden des Unternehmens und unter Berücksichtigung der Umwelt zu planen ist [4]. Dabei wird sie als Hilfsmittel verwendet, um die Kriterien an die Fabrik und den Auswirkungen auf das Fabrikssystem kontinuierlich und systematisch zu erfassen [5]. Wegen des hohen Umfangs einer Fabrikplanung zählt diese zu den vielseitigsten Aufgaben für Ingenieurinnen und Ingenieuren in der Produktion. Um dieser Komplexität, die durch der zeitlichen Beschränkung und der Planungstiefe beeinflusst wird, zu begegnen und innere sowie äußere Einflüsse einbeziehen und auf diese reagieren zu können, müssen unterschiedliche Abteilungen und Experten intensiv zusammenarbeiten [6].

Fabrikplanungsfälle

Grundsätzlich existieren unterschiedliche Planungsfälle, die in Abbildung 1 dargestellt sind.

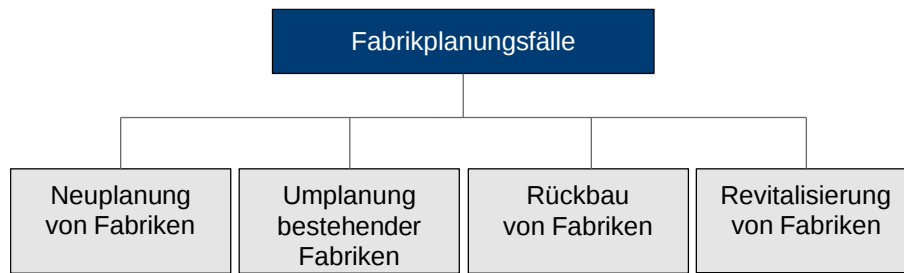


Abbildung 1: Planungsfälle in der Fabrikplanung [1]

Der Fokus des Forschungsprojektes liegt auf dem Planungsfall der Umlanung (auch Reorganisation), da ein erheblicher Anteil der FAP-Projekte Reorganisationsprojekte sind [7]. Im Speziellen ist eine iterative Planung bei Reorganisationsprojekten notwendig, die gleichzeitig eine Restrukturierung der bestehenden Fabrik bedeuten. In diesem Planungsfall werden Prozesse, Gebäude und Produktionsmittel unter Berücksichtigung von Restriktionen des laufenden Betriebs und der bereits vorgegebenen Infrastruktur angepasst und modernisiert [6]. Sobald ein erhöhtes Auftragswachstum vorliegt oder das Produktportfolio erweitert wird, werden höhere Produktionskapazitäten benötigt. Damit einher gehen meist Modernisierungen bestehender Gebäude und Prozesse und eine Optimierung der Flächen- und Raumnutzung. In Ausnahmefällen kann eine Erweiterung zur Verlagerung der Produktion bzw. von Teilen der Produktion zur Kompensation der Zusatzkapazitäten kommen [8].

Fabrikplanungsprozess

Nach der VDI 5200-Richtlinie kann der Fabrikplanungsprozess parallel zu den begleitenden organisatorischen Aufgaben des Projektmanagements in sieben Phasen unterteilt werden, die dabei nacheinander und teilweise iterativ durchlaufen werden (vgl. Abbildung 2). Nach Beendigung einer Phase müssen die Ergebnisse der jeweiligen Phase vorliegen. Nach einem solchen Meilenstein wird die darauffolgende Phase durch einen Projektleiter freigegeben. Das beschriebene Phasenmodell gilt vorwiegend für die Planungsgrundfälle der Neu- und Umlanung [1].

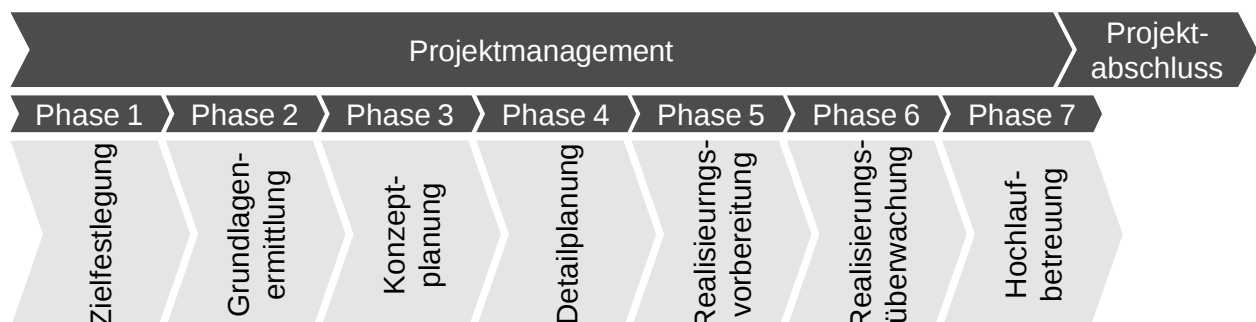


Abbildung 2: Fabrikplanungsphasen nach VDI 5200-Richtlinie [1]

2.2 Qualitätsmanagement

Qualität

Der Begriff Qualität (lat. Beschaffenheit) hat seinen Ursprung bereits in der Antike und besitzt seitdem eine Vielzahl von Bedeutungen aus unterschiedlicher Literatur [9]. Wichtig ist, dass innerhalb einer Organisation, in der Qualitätsmanagement angewendet wird, Mitarbeitende zu dem Begriff Qualität ein einheitliches Verständnis haben. Daher wird dieser in der Norm DIN EN ISO 9000:2015 definiert als „Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale eines Objekts Anforderungen erfüllt“ [10]. Während ein Merkmal dabei definiert ist als kennzeichnende Eigenschaft, die qualitativer und quantitativer Natur sein kann [10], wird ein Objekt als eine Einheit, ein Gegenstand oder etwas Wahrnehmbares bzw. Vorstellbares wie ein Produkt oder eine Dienstleistung bezeichnet. Eine Anforderung ist eine festgelegte und vorausgesetzte Erwartung, die meist verpflichtend ist [10]. Damit Produkte oder Dienstleistungen mit den vereinbarten Anforderungen übereinstimmen, gilt es, stets die Zufriedenheit des Kunden sicherzustellen [11]. Die Qualität beschreibt also die Fähigkeit einer Organisation, Kunden zufriedenzustellen, wobei dies nicht nur die vorgesehenen Funktionen des Produktes bzw. der Dienstleistung umfasst, sondern vielmehr den Wert und Nutzen für den Kunden [10]. Dabei bezieht sie sich gleichermaßen auf Produkte wie auf Systeme und Prozesse [9].

Management

Damit die Qualität dem Erfolg des Unternehmens beitragen kann, bedarf es einer sorgfältigen Planung und Überwachung des Produktentstehungsprozesses. Eine Möglichkeit eines solchen systematischen Vorgehens bietet das Management [9]. Der Begriff des Managements (lat. an der Hand führen) beschreibt nach DIN EN ISO 9000:2015 „aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zum Führen und Steuern einer Organisation“ [10]. Management bezieht sich oft direkt auf Personen bzw. einen Zusammenschluss mehrerer Personen, welche die Erlaubnis und die Verantwortung für die Führung und Koordination einer Organisation besitzen [10].

Qualitätsmanagement

Qualitätsmanagement ist demnach das „Management bezüglich Qualität“ [10]. Es beinhaltet neben dem Festlegen von Absichten und der Ausrichtung einer Organisation bezüglich Qualität auch die Verfolgung von Qualitätszielen sowie Prozesse, die zur Erreichung dieser Ziele notwendig sind. Diese sind u. a. die Qualitätsplanung, -sicherung, -steuerung und -verbesserung [10]. Innerhalb der Qualitätsplanung werden die Qualitätsziele festgelegt und dafür notwendige Prozesse geplant. Die Qualitätssicherung verfolgt das Ziel, das Vertrauen zu erlangen, dass alle Qualitätsanforderungen erfüllt werden. Die Qualitätssteuerung zielt darauf ab, diese Anforderungen tatsächlich zu erfüllen. Mithilfe der Qualitätsverbesserung werden alle Tätigkeiten und Prozesse zur Erfüllung der Anforderungen hinsichtlich ihrer Effektivität optimiert [10]. Alle Maßnahmen, die zur Entwicklung und Verbesserung der Qualität eines Produktes oder Prozesses führen, gehören dem Qualitätsmanagement an. Die Hauptaufgabe des Qualitätsmanagements liegt in

der Erfüllung von Kundenanforderungen, um den Erwartungen der Kunden vollumfänglich gerecht zu werden. Erst wenn das Vertrauen der Kunden gewonnen wird, ist ein nachhaltiger Erfolg des geplanten Produktes bzw. der geplanten Dienstleistung sichergestellt [10].

Qualitätsmanagementsysteme

Ein Qualitätsmanagementsystem beschreibt wiederkehrende und regelmäßige Handlungen, mit denen Unternehmen mit dem Ziel der Bedürfnisbefriedigung aller interessierten Parteien geführt und gesteuert werden können [12]. Im Gegensatz zu dem Begriff des Qualitätsmanagements umfasst das QMS zusätzlich Elemente wie Betriebsmittel, Infrastruktur, Materialien und Personen, die bei den Tätigkeiten im Qualitätsmanagement eingesetzt werden [9].

Nach der DIN EN ISO 9000:2015 umfasst ein Qualitätsmanagementsystem „Tätigkeiten, mit denen die Organisation ihre Ziele ermittelt und die Prozesse und Ressourcen bestimmt, die zum Erreichen der gewünschten Ergebnisse erforderlich sind“ [10]. Es koordiniert in Beziehung stehende Prozesse und Ressourcen, die zur Wertschöpfung und für die Erfüllung der Kundenanforderungen erforderlich sind. Zudem ermöglicht es der Unternehmensführung die Optimierung des Ressourceneinsatzes unter Berücksichtigung kurz- und langfristiger Konsequenzen ihrer Entscheidungen. Es dient als Instrument, Maßnahmen zu identifizieren, um möglichen Konsequenzen entgegenzuwirken [10].

Innerhalb eines Qualitätsmanagementsystems werden Arbeitsabläufe, -prozesse sowie Organisationsstrukturen eines Unternehmens festgelegt, wodurch die Qualität sichergestellt werden soll. Es gilt, die Erwartungen und Anforderungen der Kunden zu erfassen und zu befriedigen. Qualitätsmanagementsysteme helfen dabei, gesetzte Qualitätsziele zu erreichen und einen nachhaltigen Qualitätsstandard zu sichern. Sie unterstützen Mitarbeiter durch die Bereitstellung von dokumentierten Informationen, in denen Prozesse und Abläufe erklärt werden, diese einfacher nachvollziehen zu können [13].

Die DIN EN ISO 9001:2015 ist eine internationale Norm für Qualitätsmanagementsysteme, die Unternehmen für die Entwicklung, Verwirklichung und Aufrechterhaltung ihres QMS dient. Sie ist in zehn Abschnitte unterteilt, wobei nach drei einleitenden Abschnitten (Anwendungsbereich, Verweise, Begriffe und Definitionen) sieben Abschnitte folgen, in denen folgende Anforderungen an das QMS definiert werden [14]. Die grundsätzliche Struktur eines QMS ist in Abbildung 3 dargestellt.

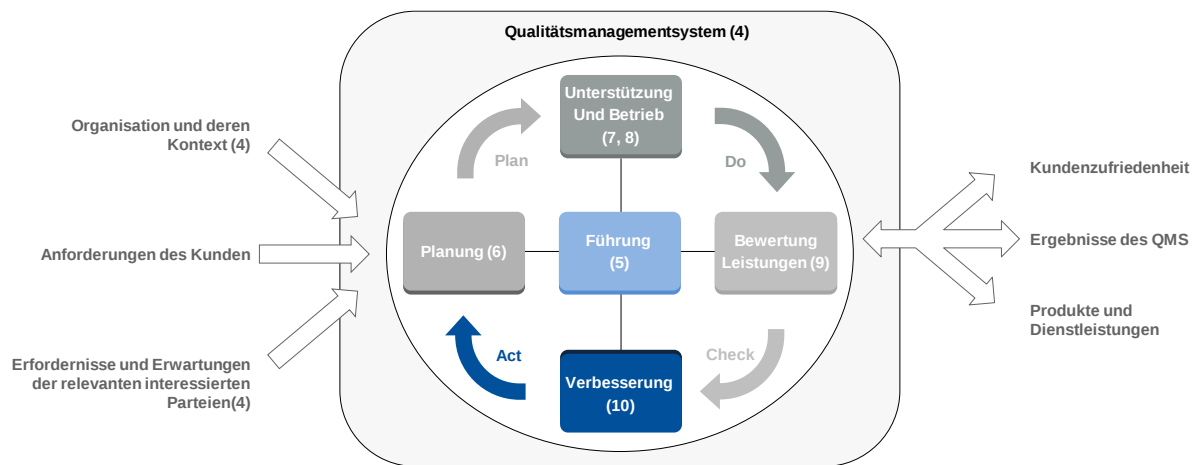


Abbildung 3: Prozessmodell DIN EN ISO 9001:2015 mit PDCA-Zyklus [14]

Als Grundlage eines QMS dient der kontinuierliche Verbesserungsprozess, kurz KVP. Dieser wird auch als Motor eines jeden Qualitätsmanagementsystems bezeichnet und orientiert sich an den Phasen des Deming Zyklus. Innerhalb dieses Zyklus werden Verbesserungspotenziale entdeckt und diese durch Maßnahmen korrigiert und ausgeschöpft. Er ist in die Phasen Plan (Planen), Do (Durchführen), Check (Überprüfen) und Act (Anpassen) unterteilt und ist als kontinuierlicher Prozess zu verstehen [11].

2.3 Agilität

Innerhalb der wissenschaftlichen Literatur gibt es eine Vielzahl Definitionen des Begriffs Agilität. Dabei beschreiben alle Definitionen Agilität im unternehmerischen Kontext als Fähigkeit einer Organisation, schnell auf Veränderungen reagieren und sich anpassen zu können [15]. Trotz dynamischer und turbulenter Märkte können agile Organisationen unvorhergesehenen Veränderungen begegnen und im besten Fall von diesen profitieren, indem sie einen Wandel initiieren und sich stetig verändernden Rahmenbedingungen flexibel anpassen [16]. Ziel dabei ist nicht die stete Veränderung der Unternehmensstruktur, sondern vielmehr das Etablieren einer Organisationsstruktur und -kultur, die kontinuierliche und situationsbedingte Anpassungen erlaubt. Eine Ausrichtung des Unternehmens auf Agilität geht somit gleichzeitig mit einem Wandel der Unternehmenskultur einher, deren Werte und Normen erheblichen Einfluss auf Umgangsformen, Arbeits- und Führungsverhalten sowie die Leistung und das Engagement aller Beteiligten haben [17]. Für die erfolgreiche und nachhaltige Einführung von Agilität gilt es, flache Hierarchien, interaktive Entscheidungsprozesse sowie interdisziplinäre Teams einzusetzen [18]. Agile Ansätze verfolgen eine iterative Vorgehensweise, welche den Produktentstehungsprozess durch eine schnelle und zuverlässige Auslieferung der Produkte inkrementell beschreibt, um somit im Sinne des Kundennutzens Vertrauen zu schaffen. Dabei können kurzfristige Änderungen auch noch spät in den Produktentstehungsprozess eingebracht werden. Neben der Reduzierung des Planungsaufwands und von Verschwendung werden durch Feedbacks der Kunden, die ebenfalls

Grundelemente der agilen Ansätze darstellen, Teams gestärkt sowie die Transparenz innerhalb des Entwicklungsprozesses erhöht [19].

2.4 Problemstellung und Handlungsbedarf

Unternehmen produzieren heutzutage in sehr dynamischen Märkten mit schnellen Produktlebenszyklen und sich schnell verändernden Anforderungen [20]. Durch das beschriebene, dynamische Umfeld ist die FAP und insbesondere die Reorganisation von Fabriken zu einer dauerhaften Unternehmensaufgabe geworden [21]. Während die VDI-Richtlinie 5200 ein stringentes Vorgehen für den Reorganisationsprozess vorgibt, gibt es keine Beschreibung darüber, wie das Qualitätsmanagement in den Veränderungsprozess eingebunden werden kann [22]. Es findet also keine aktiv vorgegebene Kommunikation zwischen den Bereichen statt. Dies führt dazu, dass Anpassungen des Qualitätsmanagementsystems meist nur verzögert erfolgen. Dies ist ein bekanntes Problem, insbesondere für KMU [2]. In der Folge entstehen Qualitätsprobleme, die später reaktiv gelöst werden müssen. Hinzu kommt, dass die weitere Feinabstimmung der betrieblichen Abläufe meist erst nach der Hochlaufphase der reorganisierten Fabrik erfolgt. Dabei stellt sich oft heraus, dass qualitätsrelevante Änderungen noch nicht in das Qualitätsmanagementsystem integriert worden sind. Ein hoher Abstimmungsbedarf zwischen der FAP und dem QM ist die Folge, was zu einem hohen Ressourcenaufwand führt. Darüber hinaus ist die teilweise noch klassische, historische Struktur von Qualitätsmanagementsystemen problematisch. Inhalte, wie die QMS-Dokumentation, QM-Handbücher, Verfahrens- und Arbeitsanweisungen, aber auch Prozessaudits und Methoden wie FMEA, werden im Unternehmen häufig über analoge Medien kommuniziert [23]. Diese Strukturen hemmen die Agilität, die in progressiven Unternehmen notwendig ist, um anforderungsgerechte und proaktive Anpassungen zu ermöglichen.

Die mangelnde Verzahnung zwischen den Disziplinen FAP und QM und die damit auftretenden Probleme lassen sich auf zwei spezifische Probleme eingrenzen: Die fehlende Kommunikation zwischen Fabrikplanung und Qualitätsmanagement sowie starre, veraltete und somit unflexible Qualitätsmanagementsysteme. Die beiden beschriebenen Problemfelder sind in Abbildung 4 dargestellt.

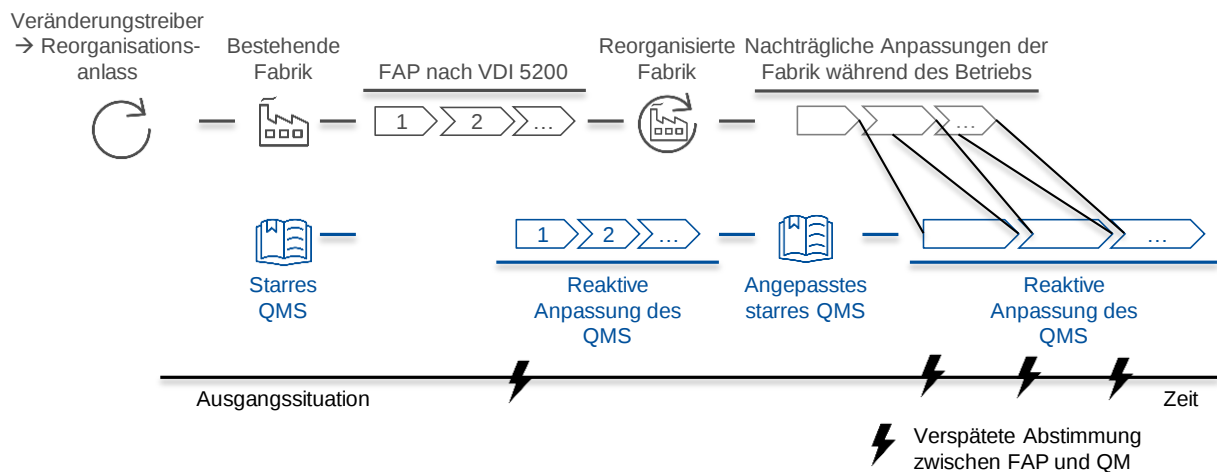


Abbildung 4: Problem der mangelnden Kommunikation in der Fabrikreorganisation

Während im Laufe einer Reorganisation die Phasen der FAP durchlaufen werden, kann sich ein klassisches QMS lediglich reaktiv auf die resultierenden Veränderungen im Unternehmen anpassen. Nach dem Hochlauf der Fabrik kommt es somit häufig zu nachträglichen Anpassungen des Qualitätsmanagements. Als Folge dieser nachträglichen Änderungen können in manchen Fällen retrospektive Anpassungen der Fabrikplanungsergebnisse erfolgen. Dieser Kausalzusammenhang hat zur Folge, dass die erarbeiteten Prozesse oft inkonsistent oder unklar dokumentiert sind. Dies äußert sich z.B. in Verantwortlichkeiten, QM-Dokumentationen und Informationsflüssen, die im Nachhinein nicht mehr konkret nachvollziehbar sind. Reaktive Anpassungen des QMS sind daher oft zeit- und kostenintensiv, wodurch insbesondere für KMU starke Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit entstehen können.

3 Darstellung der erzielten Projektergebnisse

Im folgenden Abschnitt wird die übergeordnete Zielsetzung (3.1) des durchgeführten Forschungsprojektes, die Teilziele, das Vorgehen sowie die erarbeiteten Ergebnisse der sechs Arbeitspakete (3.2 bis 3.7) vorgestellt.

3.1 Zielsetzung

Um die beschriebenen Probleme, die durch eine Fabrikreorganisation verursacht werden können, zu vermeiden, muss ein standardisiertes Vorgehen entwickelt werden. Dieses Vorgehen sollte sich an den Fabrikplanungsphasen der VDI 5200 orientieren und definierte Schnittstellen für die Kommunikation mit dem Qualitätsmanagement beschreiben. Die definierten Kommunikationsschnittstellen zur Abstimmung sollten in iterativen Schleifen erfolgen, sodass regelmäßige Zwischenergebnisse erzielt und Fehler frühzeitig vermieden werden können [24].

Darüber hinaus ist Agilität ein wichtiger Faktor, um den vorliegenden Marktdynamiken entgegenzuwirken [25]. Agilität steht in diesem Zusammenhang für die Flexibilität und Anpassungsfähigkeit von Unternehmen, indem Problemlösungsprozesse und Systeme so gestaltet werden, dass neue oder veränderte Anforderungen flexibel aufgenommen werden können [25]. Problemlösungsprozesse befähigen dabei die Mitarbeiter, schneller auf veränderte Gegebenheiten zu reagieren. Agile Methoden bieten ihnen dafür ein definiertes Vorgehen [26]. Agilität durch den Einsatz von agilen Methoden und Werkzeugen wird dabei als wesentlicher Wettbewerbsvorteil für Unternehmen angesehen [27].

Im Kontext von Qualitätsmanagementsystemen kann Agilität unter anderem durch Modularität umgesetzt werden. Das bedeutet, ein System besteht aus verschiedenen Komponenten, die im Systemaufbau wiederverwendet werden können [28]. Damit wird ermöglicht, dass das gesamte QMS so gestaltet wird, dass auf kurzfristige Anpassungen sofort reagiert werden kann, ohne die Grundstruktur des QMS ändern zu müssen [29]. Um dies sicherzustellen, sollte das ideale Qualitätsmanagementsystem IT-basiert sein. Außerdem besteht dadurch die Möglichkeit, qualitätsrelevante Informationen als explizites Wissen im gesamten Unternehmen bereitzustellen, zu verarbeiten, zu speichern und zu übertragen [24], [30]. Der Vorteil ist, dass Informationen und Änderungen zeitnah und interaktiv mit anderen Mitarbeitern im Unternehmen geteilt werden können. In der Abbildung 5 ist der ideale Lösungsansatz für eine optimale Verzahnung zwischen der Fabrikplanung und dem Qualitätsmanagement dargestellt.

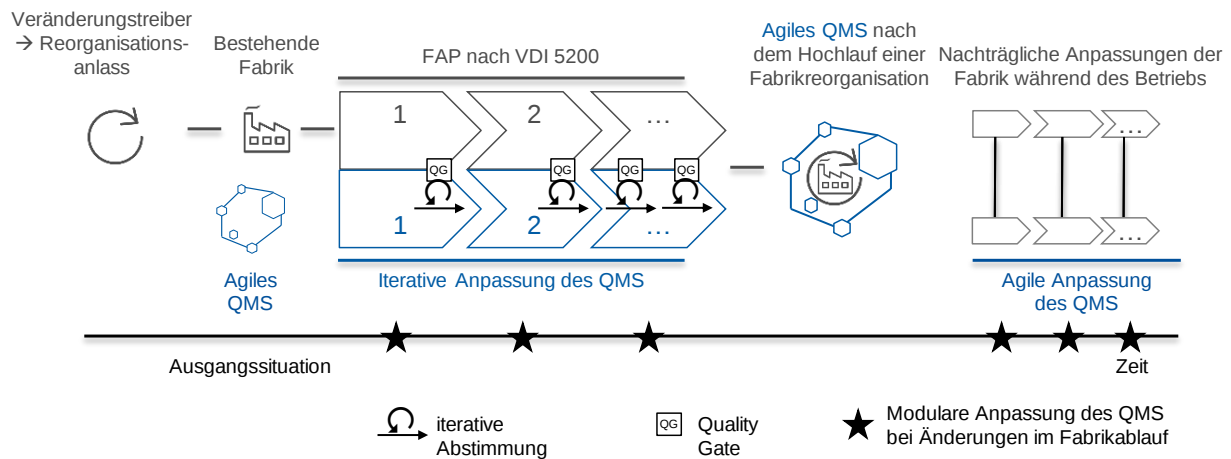


Abbildung 5: Optimaler Zustand der Integration des QM in die FAP

Der Lösungsansatz orientiert sich an dem phasenweisen Vorgehen der VDI 5200. In jeder Fabrikplanungsphase sind definierte Schnittstellen und Wechselwirkungen zum Qualitätsmanagementsystem beschrieben, die vom Projektmanager iterativ durchlaufen werden können. Die Kommunikationsschnittstellen sind jeweils in Form von Quality Gates definiert und somit standardisiert. So können möglich Qualitätsanforderungen kontinuierlich und parallel zum Fabrikplanungsprozess integriert werden.

Um die Abstimmungen zwischen den Disziplinen zu vereinfachen, wird dem Projektmanager zusätzlich ein Methodenbaukasten mit verschiedenen agilen Werkzeugen und Methoden zur Verfügung gestellt.

Durch den beschriebenen modularen und IT-basierten Aufbau des Qualitätsmanagementsystems kann das System auch langfristig iterativ angepasst werden. Somit können Änderungen auch im laufenden Betrieb schnell und ohne großen Ressourceneinsatz realisiert werden können. Zusammenfassend hat der ideale Lösungsansatz das Ziel, mit einem standardisierten und methodenbasierten Vorgehen (FabriQPlanung) mögliche Fehlentwicklungen im QMS durch eine Reorganisation zu verhindern.

3.2 Arbeitspaket 1: Anforderungsvergleich

Ziel:

Das Ziel des ersten Arbeitspaketes ist es, die Anforderungen seitens DIN EN ISO 9001:2015, Agilität, VDI 5200 und KMU an das zu entwickelnde Vorgehen FabriQPlanung zu erheben, diese zu vergleichen und einen ganzheitlichen Anforderungskatalog zu erstellen.

Vorgehen:

Um ein anforderungsgerechtes IT-gestütztes, agiles QMS iterativ zum Vorgehen der VDI 5200 aufzubauen, wurden Anforderungen diverser Stakeholder (VDI 5200, DIN EN ISO 9001:2015, Unternehmen, agile QM Literatur) erhoben. Nach Abgleich der Anforderungen innerhalb einer

Stakeholdergruppe erfolgte die Vernetzung und der Abgleich der Anforderungen zu einem umfassenden Anforderungskatalog. Zur praxiskonformen Gestaltung von FabriQPlanung wurden die aus der Theorie erhobenen Anforderungen in einem Workshop im Rahmen des Projektbegleitenden Ausschusses (PA) diskutiert und ergänzt.

Ergebnis:

Als Ergebnis des ersten Arbeitspakets liegt ein Anforderungskatalog an das Vorgehen FabriQPlanung vor. Der Anforderungskatalog unterscheidet dabei in Anforderungen, die aus der DIN EN ISO 9001:2015, der VDI 5200 sowie aus den Treffen mit den Mitgliedern des PA ermittelt werden konnten. Abbildung 6 stellt den schematischen Aufbau des Anforderungskatalogs dar.

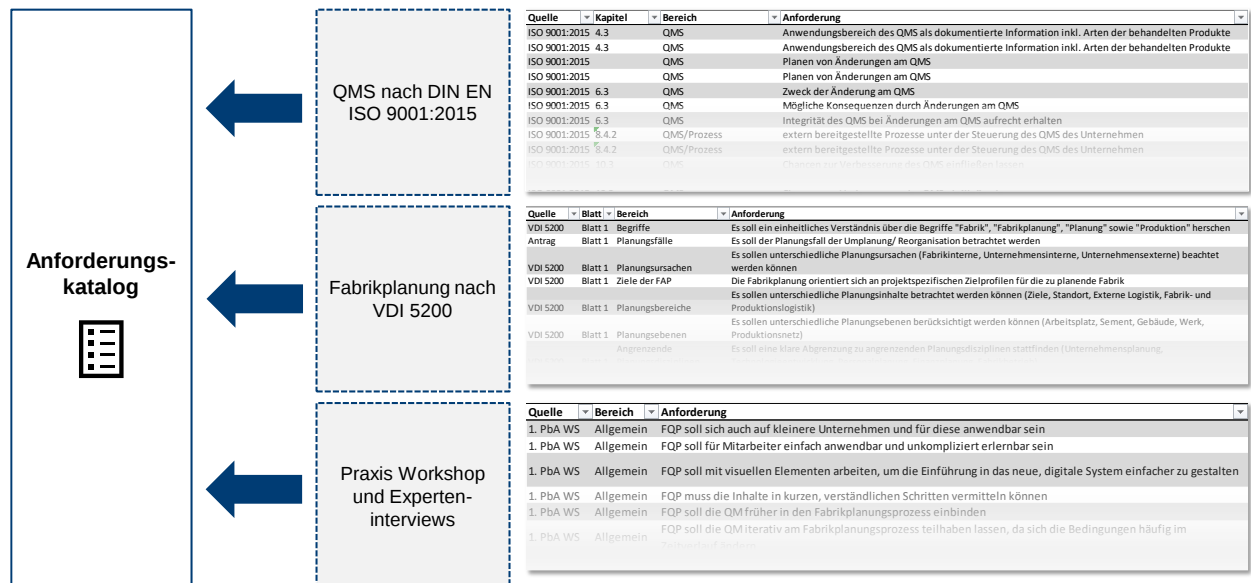


Abbildung 6: Aufbau des Anforderungskatalogs

Die Anforderungen aus der VDI 5200 sowie der DIN EN ISO 9001:2015 wurden mittels einer umfassenden Literaturanalyse ermittelt. Anschließend wurden die aus der Theorie erhobenen Anforderungen im Rahmen eines Workshops mit dem PA diskutiert und ergänzt. Der vollständigen Anforderungskatalog ist im Anhang in Tabelle 4 dargestellt.

3.3 Arbeitspaket 2: Auswahl eines Vorgehens

Ziel:

Das Ziel des zweiten Arbeitspakets ist die Entwicklung eines modellbasierten Vorgehens zum modularen Aufbau von IT-gestützten, agilen QMS, angelehnt an die im AP 1 erhobenen Anforderungen.

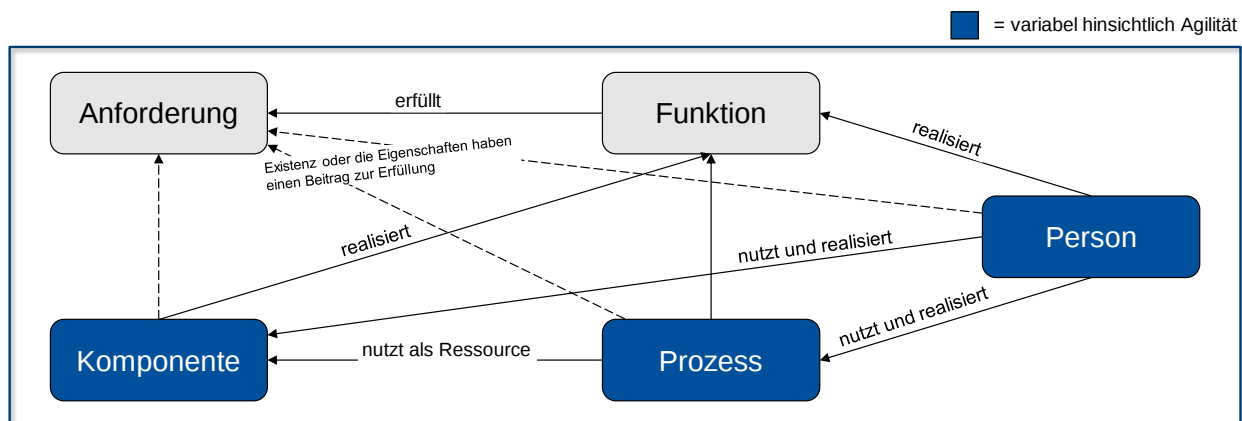
Vorgehen:

Um die FAP nach VDI 5200 mit einem standardisierten Vorgehen zum modularen Aufbau von IT-gestützten, agilen QMS iterativ zu koppeln, wurde der enhanced-Demand Compliant Design Ansatz genutzt. Mittels e-DeCoDe wurden fünf Sichten (Anforderungs-, Funktions-, Prozess, Komponenten- und Personensicht) des Fabriksystems beschrieben [31]. Es wurde eruiert, wie die

Sichten hinsichtlich des modularen Aufbaus von IT-gestützten agilen QMS zu nutzen sind, um die Aufbau- und Ablauforganisation für das QMS zu beschreiben. Darüber hinaus wurde die Systementwurfsmodellierung hinsichtlich Modularität betrachtet. Dabei stellt sich die Frage, welche Systemelemente des e-DeCoDe Ansatzes konstant bzw. unveränderlich und welche Elemente beim Aufbau des QMS variabel sind. Bei der Entwicklung des Vorgehens wurde der Anforderungskatalog an FabriQPlanung aus AP 1 als Input genutzt. Ergebnis ist ein modulares Vorgehen auf e-DeCoDe Basis zum Aufbau modular IT-gestützter, agiler QMS. Dies wurde in dem PA zum Ende von AP 2 besprochen und es wurden Verbesserungspotenziale in das Vorgehen mit aufgenommen.

Ergebnis:

Das Ergebnis des zweiten Arbeitspakets ist ein modular aufgebautes QMS in der Modellierungsssoftware iQuavis [32]. Dazu wurden zunächst die Anforderungen seitens der DIN EN ISO 9001:2015 gemäß des e-DeCoDe Ansatzes modelliert [31, 33]. In Abbildung 7 ist die Systematik des Modellierungsansatzes dargestellt.



Sichten

Anforderungssicht:	Was wird erwartet / ist vorgegeben?
Funktionssicht:	Was wird gemacht?
Komponenten-, Prozesssicht:	Wie und womit wird etwas gemacht?
Personensicht:	Wer macht was?

Abbildung 7: Systematik e-DeCoDe Ansatz [34]

Mittels e-DeCoDe werden fünf Sichten (Anforderungs-, Funktions-, Prozess, Komponenten- und Personensicht) beschrieben. Um das Ergebnis visuell modellieren zu können, wurden anschließend die Anforderungen mit dem Systemmodellierungswerkzeug iQuavis überführt. Somit kann eine vereinfachte Darstellung des komplexen Betrachtungsgegenstands erzielt werden. Abbildung 8 stellt einen exemplarischen Ausschnitt des modellierten Systems in iQuavis dar.

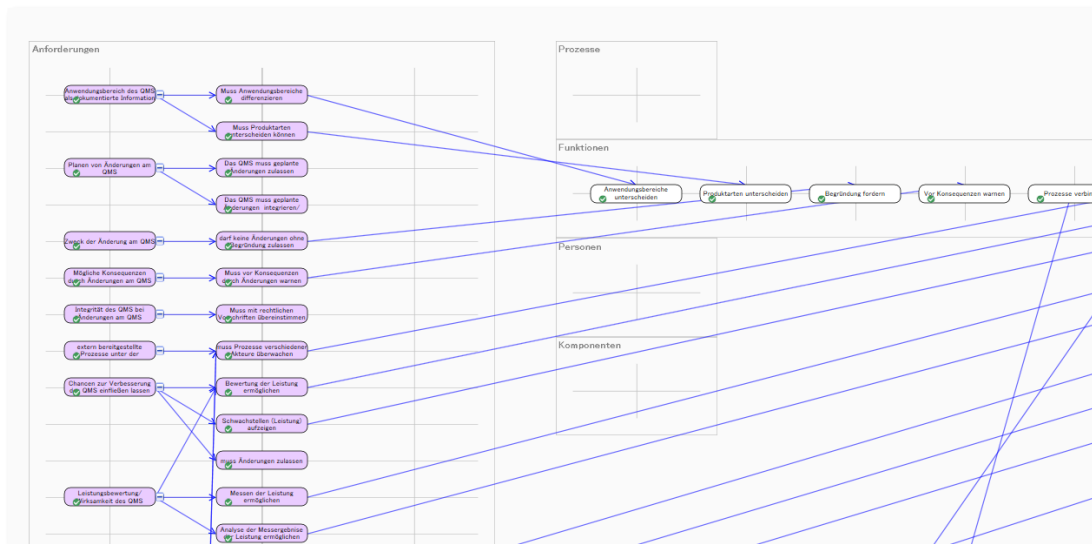


Abbildung 8: Ausschnitt aus Systemmodellierungswerkzeug iQuavis

3.4 Arbeitspaket 3: Identifikation von Schnittstellen und Wechselwirkungen

Ziel:

Das Ziel des dritten Arbeitspakets ist die Identifikation von Schnittstellen und Wechselwirkungen zwischen dem Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001:2015 und dem Fabrikplanungsprozess nach VDI 5200 zur iterativen Abstimmung.

Vorgehen:

Um das im AP 2 entwickelte Vorgehen zum modularen Aufbau eines IT-gestützten, agilen QMS mit dem FAP-Vorgehen nach VDI 5200 zu koppeln, musste analysiert werden, welche Schnittstellen in den Phasen der FAP sich zur iterativen Abstimmung mit den Modulen des QMS eignen. Es wurde überprüft, an welchen Stellen der FAP Outputs genutzt werden müssen, um sie als Input für das entwickelte Vorgehen zum modularen Aufbau von IT-gestützten, agilen QMS zu nutzen - oder umgekehrt. Die Ergebnisse wurden abschließend mit dem PA besprochen und angepasst.

Ergebnis:

Das Ergebnis des dritten Arbeitspakets sind analysierte und modellierte Wechselwirkungen und Schnittstellen zwischen dem in AP 2 modellierten QMS und dem Vorgehen zur Fabrikplanung nach VDI 5200. Um diese Schnittstellen im ersten Schritt identifizieren zu können wurde ein Flussdiagramm entwickelt [35], welches in Abb. 9 dargestellt ist.

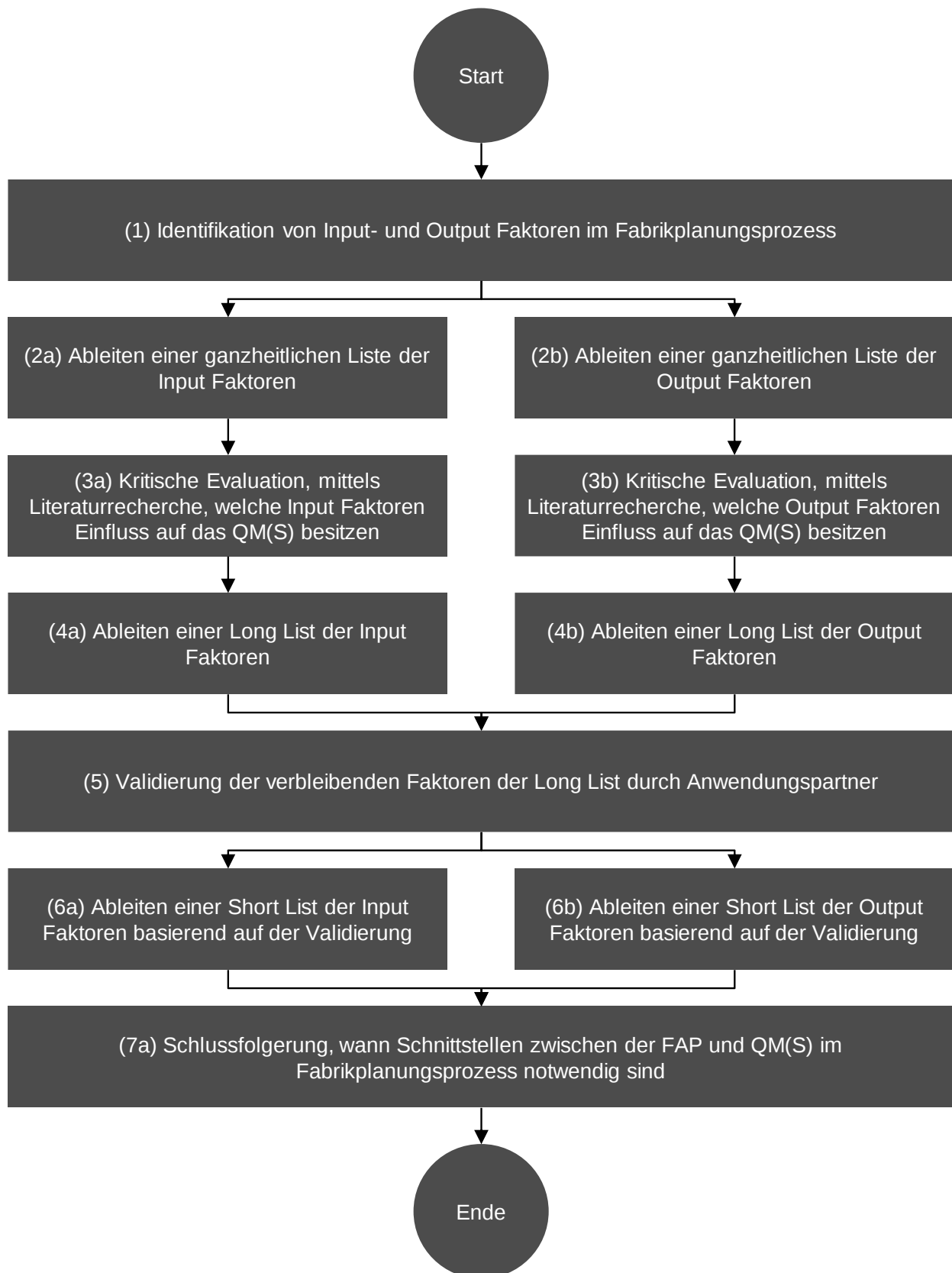


Abbildung 9: Flussdiagramm zur Ermittlung der Schnittstellen zwischen dem Fabrikplanungsprozess nach VDI 5200 und dem QM(S) nach DIN EN ISO 9001:2015 [35]

Mit Hilfe dessen konnten 64 potentielle Schnittstellen zwischen der FAP und dem QMS ermittelt werden. In Abbildung 10 ist erkenntlich an welchen Stellen des Fabrikplanungsprozesses nach VDI 5200 Schnittstellen zum Qualitätsmanagement identifiziert wurden.

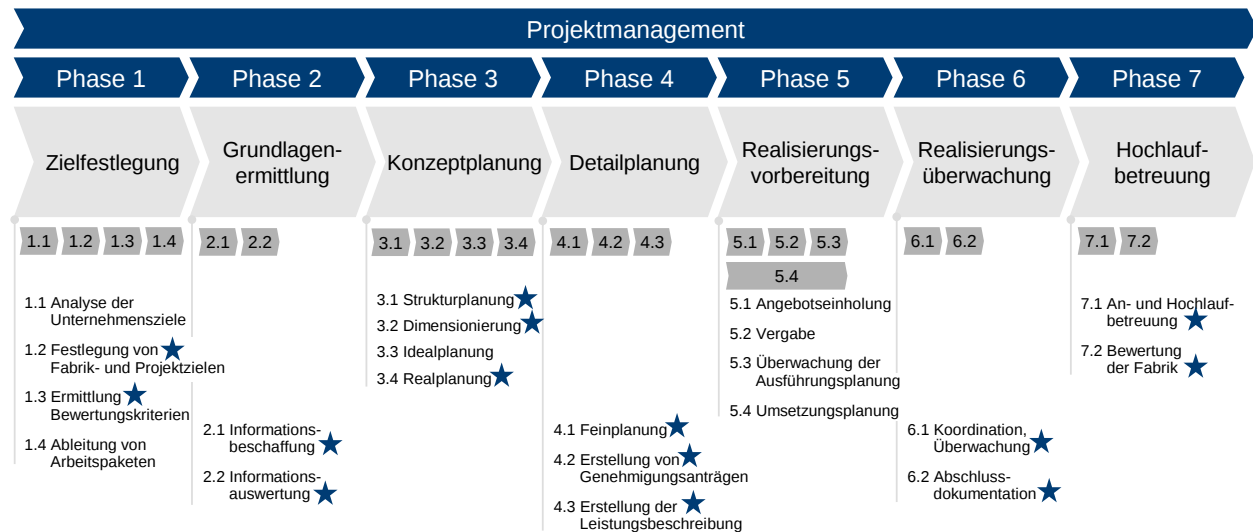


Abbildung 10: Identifizierte Schnittstellen im Fabrikplanungsprozess

Die identifizierten Schnittstellen wurden anschließend im mit iQuavis modellierten System ergänzt. Das Ergebnis ist in Abb. 11 zu abgebildet.

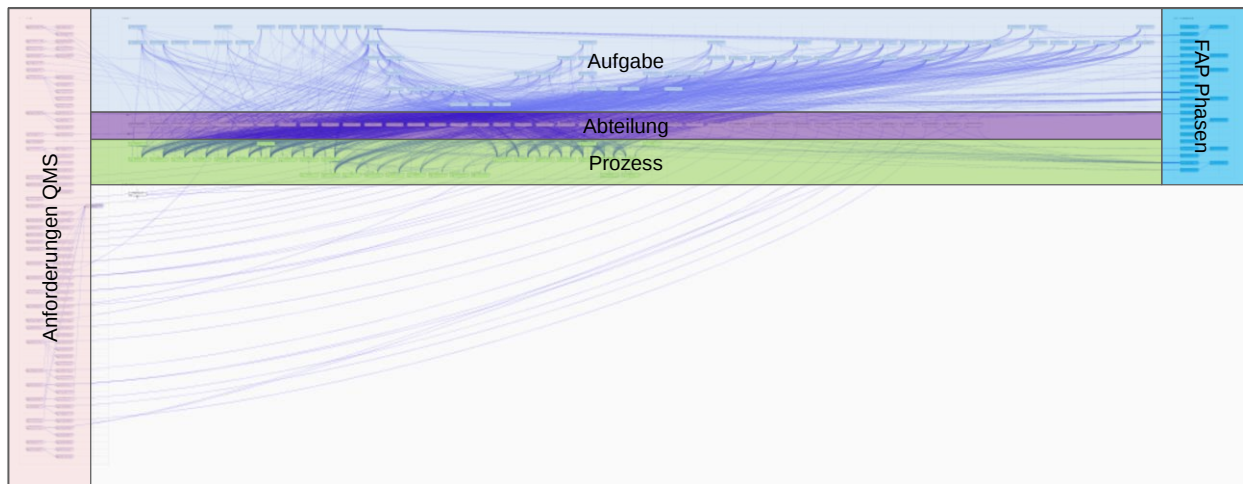


Abbildung 11: Modellierte Wechselwirkungen und Schnittstellen zwischen FAP und QMS

3.5 Arbeitspaket 4: Entwicklung von FabriQPlanung

Ziel:

Das Ziel des vierten Arbeitspakets ist die Entwicklung des Vorgehens FabriQPlanung, welches einen Praxisleitfaden, Baukasten sowie ein E-Learning Konzept impliziert.

Vorgehen:

Ziel war die Entwicklung des Vorgehens FabriQPlanung. Hierzu wurden zuerst sinnvolle Schnittstellen und Wechselwirkungen aus AP3 ausgewählt, um iterative Abstimmungen mittels QG zu

implementieren. Daraufhin wurde für die QG ein Baukasten mit agilen Methoden und Werkzeugen zwecks problemlösungsorientierter, iterativer Abstimmung zwischen FAP und QM entwickelt. Hierfür wurden Methoden und Werkzeuge aus dem Projektmanagement, der FAP und dem QM recherchiert und mittels Ratings bzgl. der Anwendungsorientierung bei FabriQPlanung ausgewählt. Es wurden beispielhaft mit dem IT-Werkzeug Miro Templates [36] zur Anwendung der Methoden entwickelt. Nachfolgend wurde der Baukasten in die QG eingebunden. Als Ergebnis ist das Vorgehen FabriQPlanung in einem praxisorientierten Leitfaden mit dem integrierten Baukasten und E-Learning Konzept mit Videos, Workflows etc. formuliert und visualisiert. Die Ergebnisse wurden beim Abschlusstreffen des projektbegleitenden Ausschusses präsentiert.

Ergebnis:

Das Ergebnis des vierten Arbeitspakets ist die finale Version des Vorgehensmodells FabriQPlanung. Das Vorgehen besteht dabei aus einem praxisorientierten Leitfaden, der sich an der Grundstruktur der VDI 5200 orientiert. Zudem wurde ein Baukasten in den Leitfaden integriert, der KMU Auswahlhilfen für agile Methoden und Werkzeuge gibt. Der Leitfaden ist dabei nicht nur als PDF Form verschriftlicht, sondern ebenfalls als E-Learning Konzept aufbereitet.

Zur Anfertigung des Leitfadens wurden zunächst Quality Gates in die Schnittstellen zwischen FAP und QM eingebunden. Abbildung 12 zeigt den schematischen Aufbau.

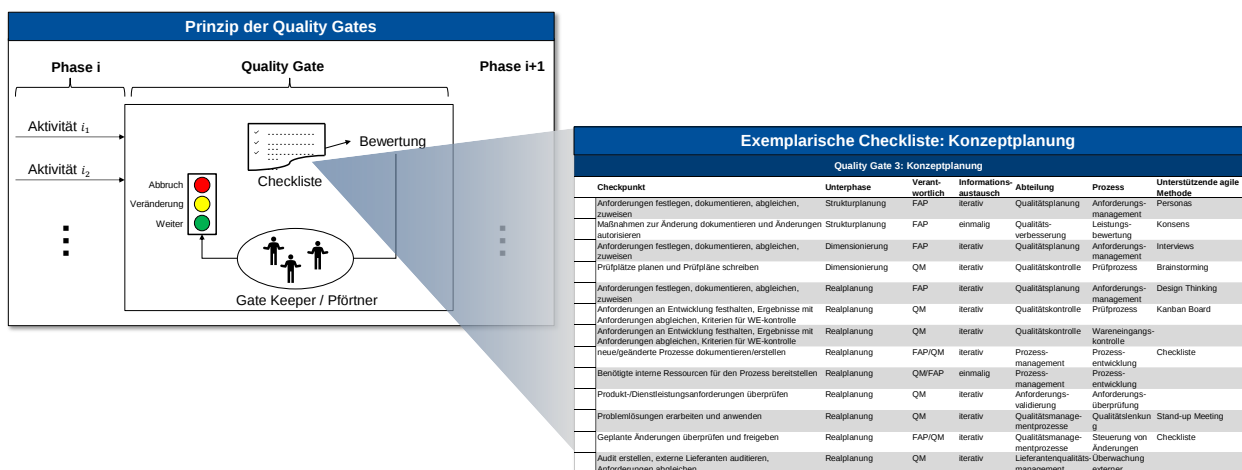


Abbildung 12: Aufbau der Quality Gates

Des Weiteren wurde zur Ermittlung des agilen Baukastens eine systematische Literaturrecherche durchgeführt. Das detaillierte Vorgehen dazu ist in Abbildung 13 dargestellt.

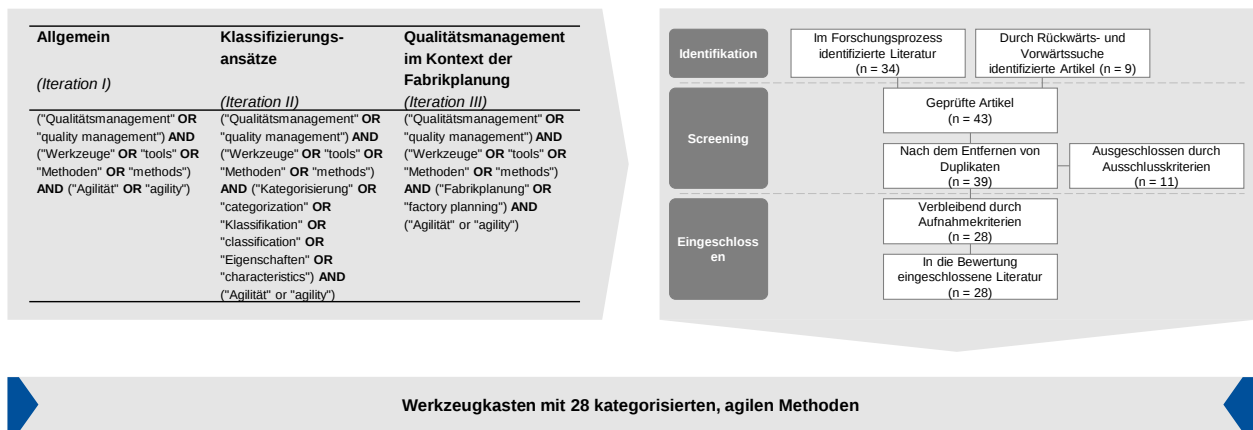


Abbildung 13: Vorgehen zu Ermittlung des agilen Baukastens

Anschließend wurden exemplarische Templates ausgewählter Methoden zur Anwendung entwickelt. Abbildung 14 zeigt eine Übersicht.

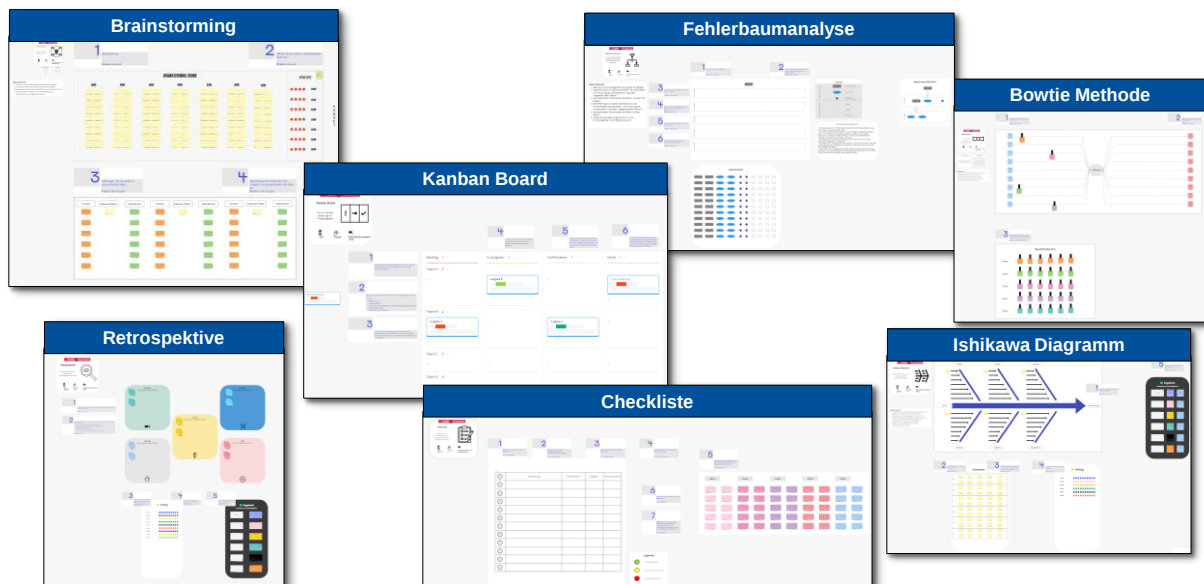


Abbildung 14: Interaktive, online-basierte Boards zur kollaborativen Zusammenarbeit in Miro [36]

Nach der Implementierung des Baukastens in die Quality Gates, konnte der praxisorientierte Leitfaden angefertigt werden. Abbildung 15 zeigt den inhaltlichen Aufbau des Leitfadens inklusive integriertem Baukasten.

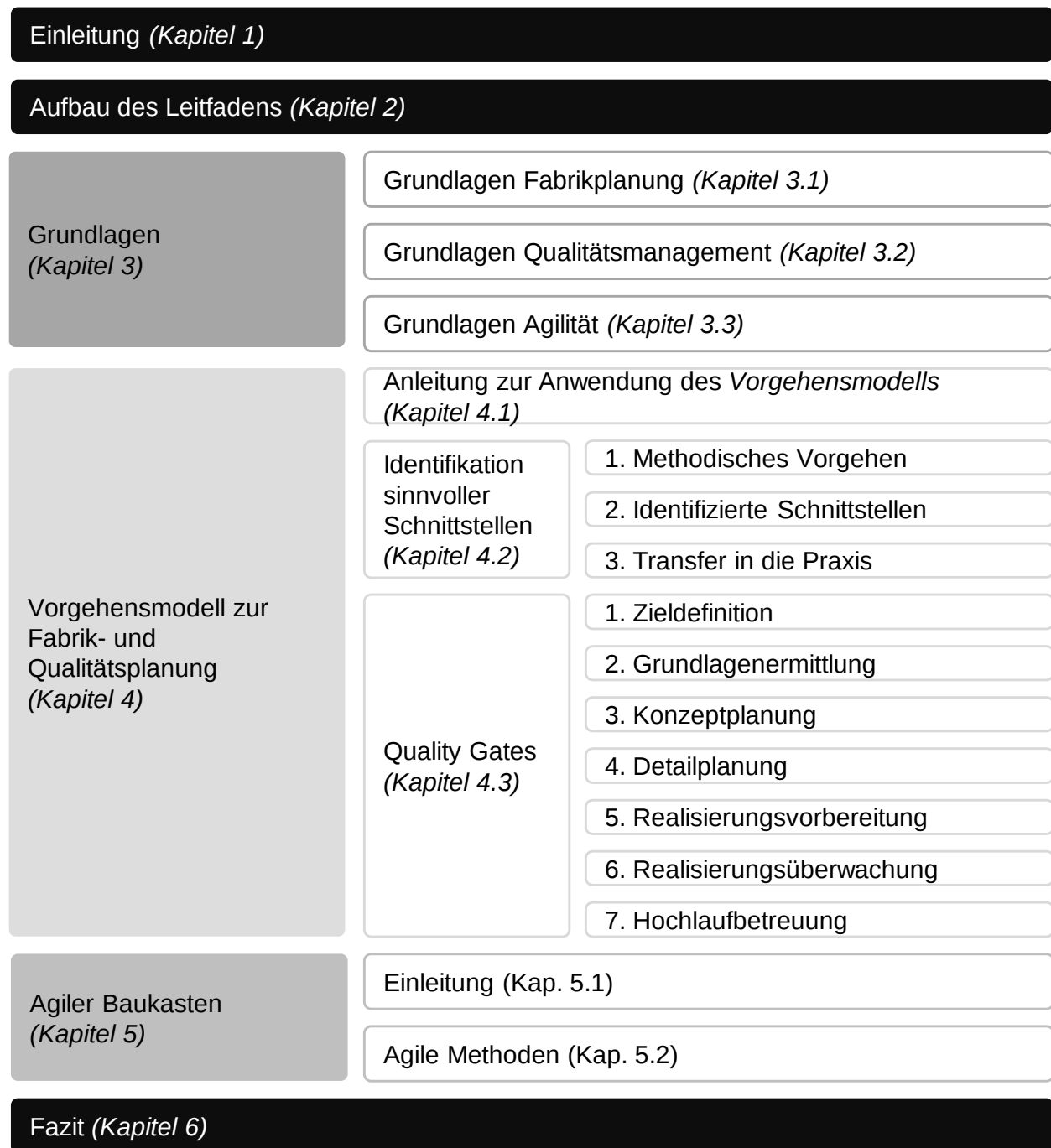


Abbildung 15: Aufbau des anwendungsorientierten Leitfadens

Abschließend wurde der Leitfaden in ein E-Learning Konzept überführt. Das entwickelte E-Learning Konzept für einen agilen Fabrikplanungs- und Qualitätsprozess basiert auf dem Prinzip des Blended Learning und kombiniert Präsenzanteile mit Onlineanteilen. Das erarbeitete Konzept beinhaltet insgesamt vier Einheiten. Dabei stehen nach einer kurzen Einführung in das Vorhaben (Einheit 1) zwei E-Learning Einheiten im Mittelpunkt. Mithilfe der ersten E-Learning Einheit (Einheit 2) werden den Anwendenden die Grundlagen zu den für den Planungsprozess relevanten Themen vermittelt. Mit der zweiten E-Learning Einheit (Einheit 3) sollen die Anwendenden durch den Fabrikplanungsprozess geführt werden. Den Abschluss bildet ein Abschluss-Workshop (Einheit 4). Abbildung 16 zeigt den grundlegenden Aufbau des E-Learning Konzeptes.

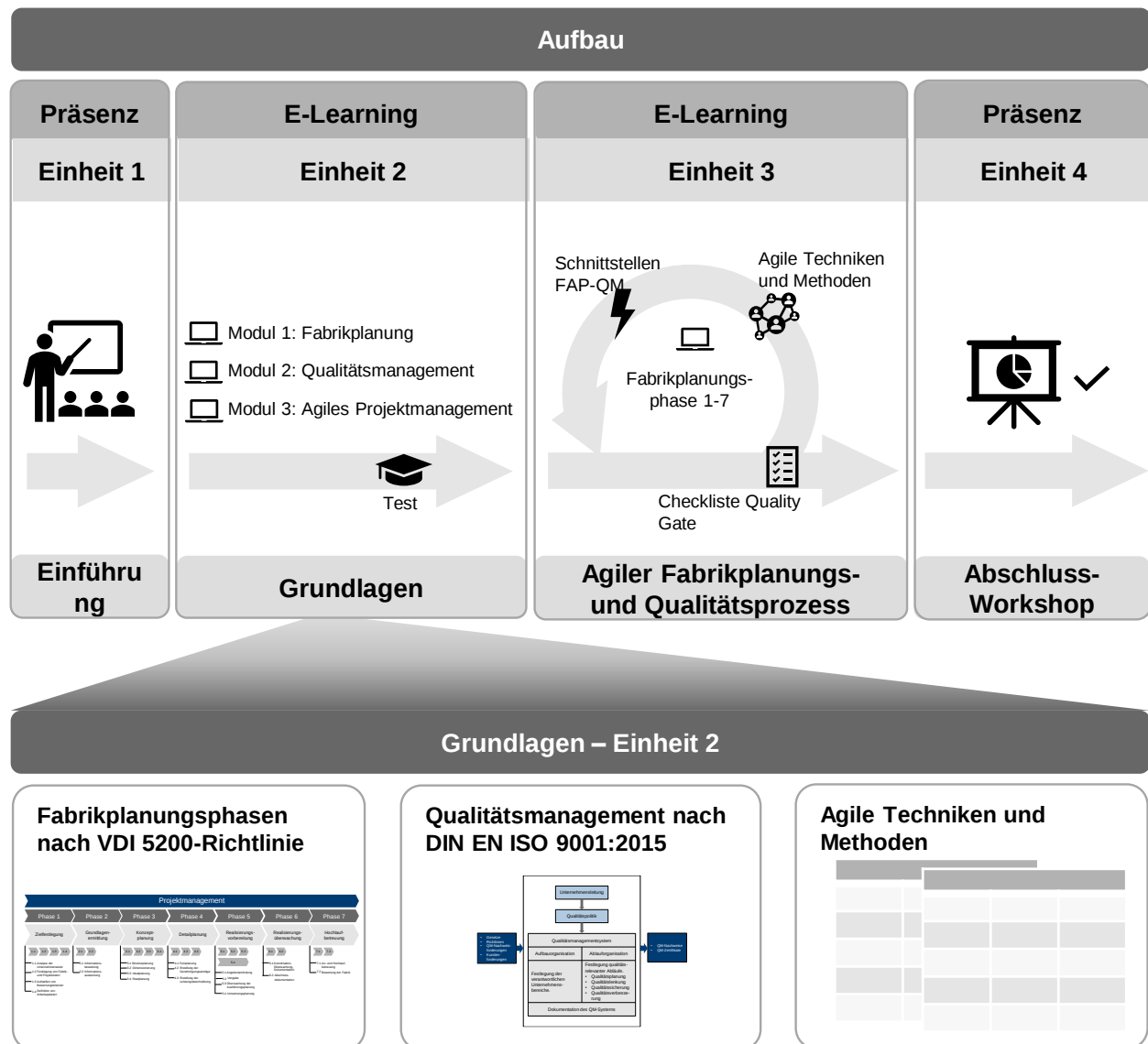


Abbildung 16: Aufbau des E-Learning Konzeptes

Das Konzept baut insgesamt auf drei Grundlagen auf. Neben der Orientierung an den Fabrikplanungsphasen nach VDI 5200-Richtlinie und der Berücksichtigung des Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO 9001:2015 werden agile Methoden und Techniken in das Konzept integriert. Das E-Learning Konzept wurde exemplarisch für die Einheiten 2, 3 mit der Software Adobe Captivate [37] erstellt. Um eine breitere Streuung der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde das Konzept zusätzlich in Microsoft PowerPoint [38] überführt und kann so in bestehende E-Learning Programme importiert werden. In Abbildung 17 ist exemplarisch die Startseite des Grundlagenmoduls zum Thema Fabrikplanung (Einheit 2) abgebildet.

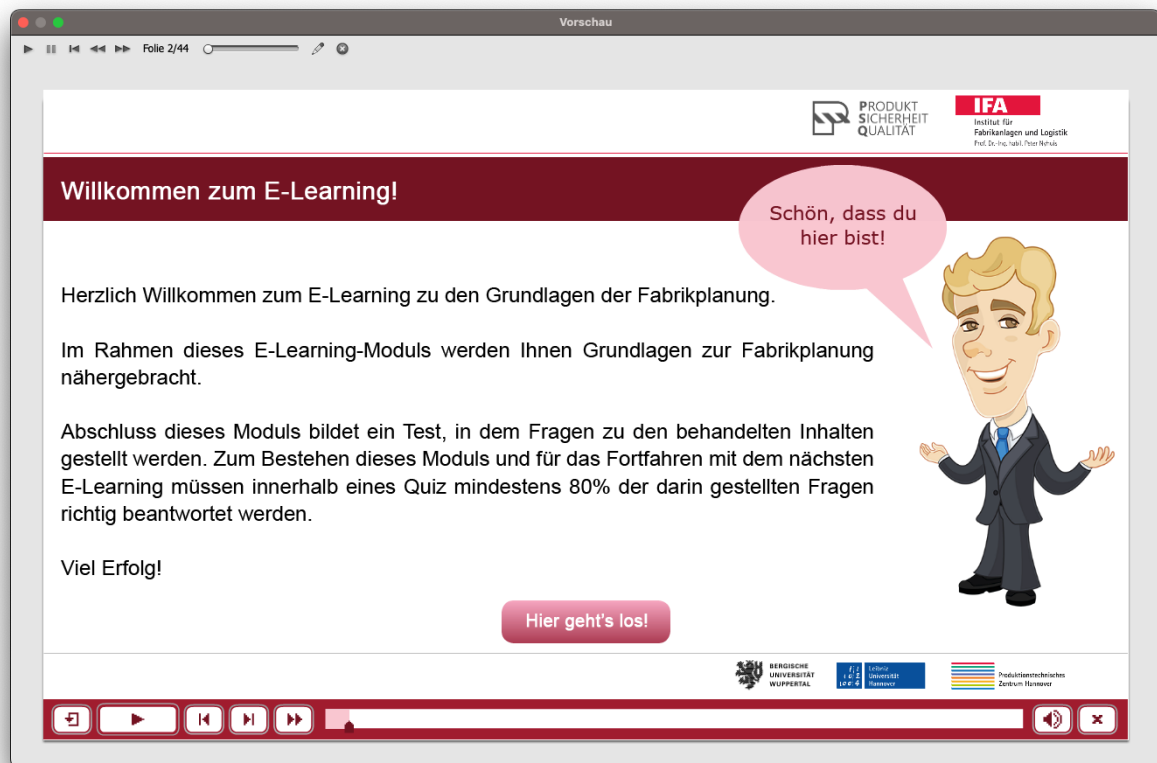


Abbildung 17: Exemplarischer Ausschnitt aus dem E-Learning Konzept

Das Ergebnis des vierten Arbeitspakets ist das Vorgehensmodell FabriQPlanung und besteht aus drei Komponenten. In Tabelle 1 sind die Komponenten sowie die Beschreibung der Zugänglichkeit dargestellt.

Tabelle 1: Zugänglichkeit zum Vorgehensmodell FabriQPlanung

FabriQPlanung	Zugänglich über
Praxisorientierter Leitfaden, der die Schnittstellen zwischen der Fabrikplanung und dem Qualitätsmanagement in Form von Quality Gates beschreibt.	„Leitfaden zur Integration von agilen Qualitätsmanagementsystemen in den Fabrikplanungsprozess nach VDI-Richtlinie 5200.pdf“
Systematischer Baukasten mit agilen Methoden und Werkzeugen.	Integriert im Leitfaden
E-Learning Konzept, das sowohl den Leitfaden, als auch den Baukasten vereint und nach dem Prinzip des Blended Learning den Anwender schult.	„FQP_E-Learning-Konzept_AdobeCaptivate.zip“ „FQP_E-Learning-Konzept_PowerPoint.zip“

3.6 Arbeitspaket 5: Branchenübergreifende Evaluation

Ziel:

Das Ziel des fünften Arbeitspakets ist die praktische, branchenübergreifende Evaluation des theoretischen Vorgehens FabriQPlanung. Das AP verläuft nach der theoretischen Entwicklung des Vorgehens iterativ zum AP 4.

Vorgehen:

Um die finale Version von FabriQPlanung zu erarbeiten, wurde der Entwurf in AP 5 iterativ zu AP 4 mit dem projektbegleitenden Ausschuss und gemäß der Anwendungsorientierung weiterentwickelt. Auf Basis der Szenarien bei den Evaluierungspartnern wurden die Schnittstellen und Wechselwirkungen des Vorgehens mittels modellbasierter Prozessbeschreibungen überprüft sowie die Anwendbarkeit des Leitfadens, Baukastens und des E-Learning Konzeptes getestet.

Ergebnis:

Das Ergebnis des fünften Arbeitspakets ist ein durch die Anwendungspartner validiertes Vorgehensmodell zur iterativen Fabrik- und Qualitätsplanung.

3.7 Arbeitspaket 6: Wissenschaftlicher Transfer und Veröffentlichungen (projektbegleitend)

Ziel und Vorgehen:

Inhalt des Arbeitspaketes 6 war die projektbegleitende, fortlaufende Dokumentation der Forschungsergebnisse sowie die Veröffentlichung in Fachzeitschriften und die Publikation durch Vorträge auf Fachkonferenzen. Zudem galt es, nach den Vorgaben des Forschungsförderers den Projektfortschritt und die Projektergebnisse in Form eines Zwischen- und eines Abschlussberichts zu dokumentieren.

Ergebnis:

Neben dem Zwischen- und Abschlussbericht wurden 2 Veröffentlichungen publiziert. 2 weitere Publikationen sind aktuell im Review-Prozess und werden im Laufe des Jahres 2024 veröffentlicht. Eine ausführliche Auflistung ist der Tabelle 3 in Kapitel 7 zu entnehmen.

4 Innovativer Beitrag und wirtschaftlicher Nutzen

Es existiert aktuell kein standardisiertes Vorgehen der Fabrikplanung, welches die Einbindung des Qualitätsmanagements vorsieht [22]. Dadurch erfolgen im Planungsfall der Reorganisation die erforderlichen Anpassungen des QMS zumeist erst extrem verspätet. Ohne die Einbindung des QM in die FAP entstehen bereits während der FAP Qualitätsprobleme, die im Nachhinein reaktiv gelöst werden müssen. Ist die reorganisierte Fabrik bereits hochgelaufen, entstehen im laufenden Betrieb zumeist weitere Anpassungen der FAP, um die Feinabstimmung des Fabrikbetriebs vorzunehmen. Meist fällt erst zu diesem Zeitpunkt auf, dass das QMS noch nicht alle qualitätsrelevanten Anforderungen der reorganisierten Fabrik beinhaltet. Daraus resultieren sehr viele erforderliche Abstimmungen zwischen den beiden Disziplinen FAP und QM, die einen umfangreichen Ressourcenaufwand verursachen. Aufgrund mangelnder Ressourcen fällt es insbesondere KMU schwer, der vom Markt geforderten Geschwindigkeit und Dynamik durch die Anwendung klassischer QMS adäquat nachzukommen.

Das entwickelte Vorgehensmodell FabriQPlanung ermöglicht es, Anpassungen des QMS iterativ mit möglichst kleinem zeitlichem Versatz direkt zu Beginn der Reorganisation durchzuführen. Dabei baut das Vorgehen auf der in der Praxis vielfach verwendeten und standardisierten VDI 5200 auf. Durch die Erarbeitung eines Baukastens mit agilen Methoden und Werkzeugen zur Abstimmung zwischen der FAP und dem QM sowie der Entwicklung eines E-Learning Konzeptes basierend auf dem Leitfaden nach der VDI 5200 ist das Vorgehen anwendungsorientiert ausgelegt. Somit stellt FabriQPlanung ein standardisiertes und qualitätssicherndes Vorgehen für die Reorganisation von Fabriken dar, welches Qualitätsanforderungen bereits zu Beginn der FAP berücksichtigt. Das Resultat ist die frühzeitige und langfristige Minimierung potentieller Fehlentwicklungen im QMS während der FAP und im reorganisierten Fabrikbetrieb.

Der innovative Beitrag und der wirtschaftliche Nutzen des entwickelten Vorgehens für KMU zur iterativen Fabrik- und Qualitätsplanung lassen sich auf die vier Aspekte *Branchenunabhängigkeit*, *Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von KMU*, *Beitrag zur Entwicklung von Normen und Standards zur Erfüllung gesetzlicher Auflagen* sowie den *Beitrag zur Produktsicherheit* zurückführen. Das entwickelte Vorgehensmodell besitzt durch die Individualisierbarkeit sowie Konfigurierbarkeit der relevanten Schnittstellen einen branchenunabhängigen Charakter.

Durch eine branchenunabhängige Besetzung des projektbegleitenden Ausschusses wurde dieser Aspekt aussagekräftig gewährleistet.

Das Vorgehensmodell gibt dem Anwender Empfehlungen für einen flexiblen Umgang mit Zielen, Maßnahmen, Ressourcen und Ergebnissen bei der Anpassung von QMS. Durch die direkte und frühzeitige Rückmeldung von qualitativen Fehlentwicklungen an die Fabrikplanung resultiert eine Verringerung des Zeitaufwands der Mitarbeitenden sowie Fehlplanungen und die damit verbundenen Folgekosten. Somit wird u. a. die Wettbewerbsfähigkeit von KMU gesteigert.

Durch den Aufbau auf bestehende und etablierte Standards wie die VDI 5200 und die DIN EN ISO 9001:2015 wird KMUs eine anwendbare Handlungshilfe bereitgestellt.

Mithilfe des anwendungsorientierten Leitfadens sowie dem E-Learning Konzepts können sich Mitarbeitende das Expertenwissen über die iterative Fabrik- und Qualitätsplanung eigenständig aneignen. Somit können besonders KMU die mangelnde Expertise aufholen und sicherstellen, dass für die Umsetzung von Reorganisationsprojekten die Qualitätssicherung gewährleistet ist. Das Vorgehensmodell bewirkt daher, dass geltende Normen und Gesetze in Bezug auf die Sicherheit ihrer Produkte nachweisbar eingehalten werden.

Die verschiedenen Unternehmen des projektbegleitenden Ausschusses attestierten unabhängig voneinander den durch die Projektergebnisse erzielten Nutzen.

5 Verwendung der Zuwendung

Die Bearbeitung des Forschungsprojekts erfolgte über den Zeitraum vom 01.04.2022 bis 30.09.2023 am Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA) der Leibniz Universität Hannover und am Fachgebiet für Produktsicherheit und Qualität (PSQ) der Bergischen Universität Wuppertal für je 18 Monate durch eine Stelle (TV-L 13, 100%) aus der Fachgruppe Fabrikplanung und der Fachgruppe Produktsicherheit und Qualität.

Während der Projektlaufzeit wurden die wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen bei den Literaturrecherchen, bei den Workshops und Diskussionen in den Unternehmen, bei der Vor- und Nachbereitung der Treffen des projektbegleitenden Ausschusses und bei der Dokumentation der Ergebnisse durch studentische Hilfskräfte unterstützt.

Des Weiteren wurden durch Studierende der Leibniz Universität Hannover und der Bergischen Universität Wuppertal folgende studentische Arbeiten zu diesem Thema bearbeitet und durch das IFA oder das PSQ betreut:

- 5 Masterarbeiten
- 4 Studienarbeiten
- 1 Bachelorarbeit

6 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Durch den großen Zeitraum zwischen Antragseinreichung und Bewilligung, kam es bei den KMUs, die ihr Interesse bekundet hatten, durch unterschiedliche Umstände dazu, dass lediglich fünf von acht Unternehmen am projektbegleitenden Ausschuss teilgenommen haben. Zudem kamen bei der Projektdurchführung die erschwerten Umstände der Corona-Pandemie hinzu, weshalb vor-Ort-Termine zunächst gar nicht und später nur mit restriktiven Einschränkungen möglich waren. Diesen Umständen zu trotz konnte das Arbeitsprogramm umgesetzt und alle Teilziele erreicht werden. Während des Projektverlaufs und auch nach Projektende bestätigte sich, dass die geleistete Arbeit in vollem Umfang dem begutachteten und bewilligten Antrag entsprach. Der im Antrag kalkulierte Aufwand war somit für die Durchführung des Vorhabens notwendig und angemessen.

7 Ergebnistransfer in die Wirtschaft

Erste Schritte zum Ergebnistransfer sind bereits während der Projektlaufzeit entsprechend der geplanten Maßnahmen durchgeführt worden. Weitere Maßnahmen zur Verwertung und Verbreitung der Projektergebnisse befinden sich aktuell in der Umsetzung und sind im Anschluss an das Projekt vorgesehen. Alle noch ausstehenden Maßnahmen sind bereits angestoßen worden. Eine Umsetzung im geplanten Zeitraum wird daher als realistisch eingeschätzt. Der gesamte Plan zum Ergebnistransfer ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Während der Projektdurchführung wurden die (Zwischen-)Ergebnisse laufend in den Treffen des projektbegleitenden Ausschusses sowie gegenüber weiteren interessierten Unternehmen bekannt gemacht. Dadurch konnte zum einen ein erster Wissenstransfer in die Wirtschaft angestoßen und zum anderen wichtiger Input für die Vorgehenserstellung gewonnen werden. Die Umsetzbarkeit der Ergebnisse ist damit zu jeder Zeit gewährleistet gewesen. Durch die Verzögerung zwischen der Interessenbekundung der Unternehmen und dem tatsächlichem Projektstart haben lediglich fünf der acht ursprünglich interessierten Unternehmen am projektbegleitenden Ausschuss teilgenommen. Dennoch konnten interessierte Multiplikatoren für das Projektvorhaben gewonnen werden.

Die Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses sind in der Tabelle 2 aufgeführt:

Tabelle 2: Mitglieder des projektbegleitenden Ausschusses

Unternehmen	KMU	Ansprechpartner
GFR GmbH		Hr. Manuel Sakowski Hr. Markus Wagner
Maschinenbau Netzwerk Bergisch Land		Fr. Anne Gebuhr
Rkw Group		Hr. Lutz Rethmeier
Dr. Demuth Derisol Lackfarben GmbH & Co. KG	X	Hr. Ludwig Haring
Katlenburger Kellerei GmbH & Co. KG	X	Hr. Klaus Demuth

Tabelle 3: Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft (spezifische durchgeführte und geplante Transfermaßnahmen)

Maßnahme	Ziel	Rahmen	Zeitraum
Im Berichtszeitraum umgesetzte Transfermaßnahmen			
Projekt-Homepage	Bereitstellung grundlegender Informationen zu dem Forschungsprojekt	Internetseiten des Projekts: https://www.ifa.uni-hannover.de/de/ap-detail/detail/projects/fabriqplanung-fabrik-und-qualitaetsplanung-integration-von-agilen-qualitaetsmanagementsystemen-in/	Seit 05/2022

		https://psq.uni-wuppertal.de/de/fqp/	
Projektbegleitender Ausschuss	Sicherstellung der Ausrichtung an KMU-Anforderungen	3 Arbeitstreffen online, 1 Arbeitstreffen am IFA	04/2022 – 09/2023
		4 Experteninterviews zu einzelnen Arbeitspaketen	04/2022 – 09/2023
Konferenzen und Tagungen	Frühzeitige Diskussion der Ergebnisse in der Forschung	Teilnahme (inkl. Vortrag) an: APMS 2023 Conference: Production Management Systems for Responsible Manufacturing, Service, and Logistics Future in Trondheim, Norway, September 17-21, 2023	09/2023
Veröffentlichungen	Transfer der Forschungsergebnisse	- vom Stein, N.; Jahangirkhani, T.; Löwer, M.; Nyhuis, P. (2023): Die Notwendigkeit iterativer Kommunikation in der Fabrikreorganisation, ZWF 118 (2023) 3 S. 115-121, DOI: 10.1515/zwf-2023-1010, ISSN: 0947-0085 - Jahangirkhani, T.; vom Stein, N.; Nyhuis, P.; Löwer, M. (2023): Introduction of an approach for the identification of interfaces between the factory planning process and quality management for an optimized planning result, In: Alfnes, E.; Romsdal, A.; Strandhagen, J. O.; von Cieminski, G.; Romero, D. (Eds.): Advances in Production Management Systems. Production Management Systems for Responsible Manufacturing, Service, and Logistics Futures. IFIP WG 5.7 International Conference, APMS 2023 Trondheim, Norway, September 17–21, 2023 Proceedings, Part III, DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-43670-3_58	01/2023 – 09/2023
Bereitstellung des E-Learning Konzeptes	Diskriminierungsfreier Ergebnistransfer in die wirtschaftliche Praxis	Internetseiten des Projekts: https://www.ifa.uni-hannover.de/de/bp-detail/detail/projects/fabrikplanung-fabrik-und-qualitaetsplanung-integration-von-agilen-qualitaetsmanagementsystemen-in-den-fabrikplanungsprozess-nach-vdi-richtlinie-5200 https://psq.uni-wuppertal.de/de/fqp/	Seit 09/2023

Nach dem Berichtszeitraum geplante Transfermaßnahmen			
Veröffentlichungen	Transfer der Forschungsergebnisse	- Agile Quality Management Methods And Tools: A Multi-Level Systematic Literature Review And Classification Approach In The Context Of Factory Planning - Fabrik- und Qualitätsplanung: Ein Vorgehensmodell zur iterativen Planung für den Planungsfall der Reorganisation	voraussichtlich 03/2024
Abschlussbericht	Dokumentation und Verbreitung der Ergebnisse an die Öffentlichkeit	Internetseiten des IFA, des PSQ und der BVL e. V.	voraussichtlich 03/2024
Integration der Ergebnisse in das Lehrangebot des IFA und des PSQ	Vermittlung der Erkenntnisse an zukünftige Ingenieure	Integration weiterer Projektergebnisse in die Vorlesung „Fabrikplanung“ des IFA und die Vorlesung „Produktionsentwicklung und Rationalisierung“ des PSQ	voraussichtlich 03/2024
IFA-Lernfabrik	Integration der Forschungsergebnisse in das Weiterbildungsprogramm für Fach- und Führungskräfte	www.ifa-lernfabrik.de	voraussichtlich 03/2024

8 Durchführende Forschungsstelle

Das Forschungsprojekt „Fabrik- und Qualitätsplanung: Integration von agilen Qualitätsmanagementsystemen in den Fabrikplanungsprozess nach VDI-Richtlinie 5200 (FQP)“ wurde über die gesamte Laufzeit von den Forschungsinstitutionen IFA - Institut für Fabrikanlagen und Logistik und PSQ – Fachgebiet für Produktsicherheit und Qualität bearbeitet. Verantwortlich für die Projektleitung bei der Forschungsstelle am IFA die Fachgruppe Fabrikplanung und am PSQ die Fachgruppe Produktsicherheit und Qualität

Forschungsstelle 1:

IFA – Institut für Fabrikanlagen und Logistik

An der Universität 2

30823 Garbsen

Leiter der Forschungsstelle

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Nyhuis

Institutsleitung

An der Universität 2, 30823 Garbsen

Tel: 0511 762 3390

Projektbearbeiter

Tanya Jahangirkhani, M.Sc.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Fachgruppe Fabrikplanung des IFA

An der Universität 2, 30823 Garbsen

Tel: 0511 762 19816

E-Mail: jahangirkhani@ifa.uni-hannover.de

Forschungsstelle 2:

PSQ – Fachgebiet für Produktsicherheit und Qualität

Gaußstraße 20

42119 Wuppertal

Leiter der Forschungsstelle

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manuel Löwer

Lehrstuhl- und Fachgebietsleitung

Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

Tel: 0202 439 2057

Projektbearbeiterin

Ninja vom Stein, M.Sc.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin des Fachgebiets für Produktsicherheit und Qualität

Gaußstraße 20, 42119 Wuppertal

Tel: 0202 439 2081

E-Mail: nvomstein@uni-wuppertal.de

9 Förderhinweis

Das IGF-Vorhaben 22129 N der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Für die Förderung sei an dieser Stelle gedankt.

10 Literaturverzeichnis

- [1] *Fabrikplanung: Planungsvorgehen*, VDI-5200, Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 2011.
- [2] M. Schenk, S. Wirth, and E. Müller, *Fabrikplanung und Fabrikbetrieb: Methoden für die wandlungsfähige, vernetzte und ressourceneffiziente Fabrik*, 2nd ed. Heidelberg, Berlin: Springer Vieweg, 2014.
- [3] J. Wild, *Grundlagen der Unternehmensplanung*, 4th ed. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften GmbH, 1982. [Online]. Available: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6673700>
- [4] H. Schmigalla, *Fabrikplanung: Begriffe und Zusammenhänge*, 1st ed. München, Wien: Hanser, 1995.
- [5] G. Pawellek, *Ganzheitliche Fabrikplanung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2014.
- [6] P. Burggräf and G. Schuh, *Fabrikplanung*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2021.
- [7] M. Schulte-Zurhausen, *Organisation*, 6th ed. München: Vahlen, 2014.
- [8] C.-G. Grundig, *Fabrikplanung: Planungssystematik - Methoden - Anwendungen*, 7th ed. München: Hanser, Carl, 2021.
- [9] J. Herrmann and H. Fritz, *Qualitätsmanagement - Lehrbuch für Studium und Praxis*, 3rd ed. München: Hanser, 2021.
- [10] *Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN): Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2015)*, 9000:2015, DIN EN ISO 9000:2015, Berlin, Nov. 2015.
- [11] G. E. Weidner, *Qualitätsmanagement: - Kompaktes Wissen - Konkrete Umsetzung - Praktische Arbeitshilfen*, 3rd ed. München: Hanser, 2020. [Online]. Available: <https://www.hanser-elibrary.com/doi/book/10.3139/9783446464414>
- [12] F. Mai, *QUALITÄTSMANAGEMENT IN DER BILDUNGSBRANCHE: Ein Leitfaden für Unternehmen der aus- und ... Weiterbildung*. [Place of publication not identified]: Gabler, 2019. [Online]. Available: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6129316>
- [13] G. Benes and P. Groh, *Grundlagen des Qualitätsmanagements: Mit 253 Bildern, 61 Tabellen und 253 Lernerfolgskontrollfragen*, 5th ed. München: Hanser, Carl, 2022.
- [14] *Qualitätsmanagementsysteme - Anforderungen*, 9001:2015, Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN), Berlin, Nov. 2015.
- [15] Z. M. M. Hamad and U. Yozgat, "Does organizational agility affect organizational learning capability? Evidence from commercial banking," *10.5267/j.msl*, pp. 407–422, 2017, doi: 10.5267/j.msl.2017.5.001.
- [16] C. Rasche and Zobel, *Agilität im dynamischen Wettbewerb*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 2005.
- [17] Weber, *Feelgood-Management*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019.

- [18] E. R. Unkrig, *Mandate der Führung 4. 0: Agilität - Resilienz - Vitalität*. Wiesbaden: Springer Gabler. in Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2020.
- [19] J. Böhm, *Erfolgsfaktor Agilität: Warum Scrum und Kanban zu zufriedenen Mitarbeitern und erfolgreichen Kunden führen*, 1st ed. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019. [Online]. Available: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=5754927>
- [20] G. Lanza et al., *Wandlungsfähige, menschenzentrierte Strukturen in Fabriken und Netzwerken der Industrie 4.0: (acatech Studie)*. München: Herbert Utz Verlage, 2018. [Online]. Available: https://elibrary.vahlen.de/10.15358/0935-0381-2015-8-9-455.pdf?download_full_pdf=1
- [21] C.-G. Grundig, *Fabrikplanung: Planungssystematik, Methoden, Anwendungen*, 4th ed. München: Carl Hanser Verlag, 2013.
- [22] N. vom Stein, T. Jahangirkhani, M. Löwer, and P. Nyhuis, "Die Notwendigkeit iterativer Kommunikation in der Fabrikreorganisation," *Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb*, vol. 118, no. 3, pp. 115–121, 2023, doi: 10.1515/zwf-2023-1010.
- [23] BMWi, *Erschließen der Potenziale der Anwendung von Industrie 4.0 im Mittelstand: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)*, 2015.
- [24] G. Schuh, R. Anderl, J. Gausemeier, M. ten Hompel, and W. Wahlster, *Industrie 4.0 Maturity Index: Die digitale Transformation von Unternehmen gestalten*. München: Herbert Utz Verlag, 2017. Accessed: Jun. 1 2018.
- [25] R. Haberfellner, *Systems Engineering: Grundlagen und Anwendung*, 14th ed. Zürich: Orell Füssli Verlag, 2018.
- [26] S. Hofert, *Agiler führen: Einfache Maßnahmen für bessere Teamarbeit, mehr Leistung und höhere Kreativität*. Wiesbaden: Springer Gabler, 2016. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-12757-2>
- [27] S. Olbert, *Überlebenselixier Agilität: Wie Agilitäts-Management Die Wettbewerbsfähigkeit Von Unternehmen Sichert*. Wiesbaden: Gabler, 2019. [Online]. Available: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=5553493>
- [28] S. B. Schapiro and M. H. Henry, "Engineering agile systems through architectural modularity," in *IEEE International Systems Conference SysCon 2012*, Vancouver, BC, Canada: IEEE, 2012, pp. 1–6.
- [29] D. Rasmussen, "Prozesse mit Leben erfüllt: Wie der IATF-Standard zur Neugestaltung eines QM-Systems motiviert," *Deutsche Gesellschaft für Qualität (Hg.): Qualität und Zuverlässigkeit (QZ)*, vol. 65, no. 2, pp. 48–49, 2020.
- [30] *Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*, 9000:2015, Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, Nov. 2015.
- [31] J.-P. G. Nicklas, *Ansatz für ein modellbasiertes Anforderungsmanagement für Unternehmensnetzwerke*. Dissertation. Aachen: Shaker Verlag, 2016.
- [32] two pillars, *iQuavis*. [Online]. Available: <https://www.two-pillars.de/iquavis-geschwindigkeit-produktentwicklung/> (accessed: Jul. 9 2020).

- [33] J.-P. Nicklas, “Möglichkeiten der Zusammenführung eines modellbasierten Anforderungsmanagements mit Tools zur Risikoabschätzung,” in *Berichte zum Generic-Management*, vol. 2018,2, *Umgang mit Anforderungen in agilen Organisationen*, N. Schlüter and M. Reiche, Eds., 1st ed., Herzogenrath: Shaker, 2018, pp. 67–85.
- [34] M. Mistler, “Entwicklung eines Vorgehenskonzeptes zum modellbasierten agilen Anforderungsmanagement (Requirements Engineering und Requirements Management) für Organisationen – REMot,” 2021.
- [35] T. Jahangirkhani, N. vom Stein, P. Nyhuis, and M. Löwer, “Introduction of an Approach for the Identification of Interfaces Between the Factory Planning Process and Quality Management for an Optimized Planning Result,” in *IFIP Advances in Information and Communication Technology, ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS. PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS FOR*, E. Alfnes, A. Romsdal, J. O. Strandhagen, G. von Cieminski, and D. Romero, Eds., [S.l.]: SPRINGER INTERNATIONAL PU, 2023, pp. 832–843.
- [36] <https://miro.com/>, *Miro | Der visuelle Arbeitsbereich für Innovation*. [Online]. Available: <https://miro.com/de/> (accessed: Jan. 3 2024).
- [37] Adobe Inc., *Adobe Captivate – Kurse im Handumdrehen erstellen*. [Online]. Available: <https://www.adobe.com/de/products/captivate.html> (accessed: Jan. 3 2024).
- [38] Microsoft, *PowerPoint, Präsentationssoftware | Microsoft 365*. [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/de-de/microsoft-365/powerpoint> (accessed: Jan. 3 2024).

11 Anhang

Tabelle 4: Anforderungskatalog an FabriQPlanung

Quelle	Anforderung
PA Workshop	FabriQPlanung soll für KMU anwendbar sein
PA Workshop	FabriQPlanung soll für Mitarbeiter einfach anwendbar und unkompliziert erlernbar sein
PA Workshop	FabriQPlanung soll mit visuellen Elementen arbeiten, um die Einführung in das neue, digitale System einfacher zu gestalten
PA Workshop	FabriQPlanung muss die Inhalte in kurzen, verständlichen Schritten vermitteln können
PA Workshop	FabriQPlanung soll das QM früher in den Fabrikplanungsprozess einbinden
PA Workshop	FabriQPlanung soll das QM iterativ am Fabrikplanungsprozess teilhaben lassen, da sich die Bedingungen häufig im Zeitverlauf ändern
PA Workshop	FabriQPlanung soll mehr praxis- und weniger theorie-orientiert sein
PA Workshop	FabriQPlanung soll bei Change Management unterstützen, indem es die Mitarbeiter durch Schulungen motiviert
VDI 5200	Es soll ein einheitliches Verständnis für die Begriffe "Fabrik", "Fabrikplanung", "Planung" sowie "Produktion" herrschen
VDI 5200	Es sollen unterschiedliche Planungsursachen (fabrikinterne, unternehmensinterne, unternehmensexterne) beachtet werden können
VDI 5200	Die Fabrikplanung orientiert sich an projektspezifischen Zielprofilen für die zu planende Fabrik
VDI 5200	Es sollen unterschiedliche Planungsinhalte betrachtet werden können (Ziele, Standort, Externe Logistik, Fabrik- und Produktionslogistik)
VDI 5200	Es sollen unterschiedliche Planungsebenen berücksichtigt werden können (Arbeitsplatz, Segment, Gebäude, Werk, Produktionsnetz)
VDI 5200	Es soll eine klare Abgrenzung zu angrenzenden Planungsdisziplinen stattfinden (Unternehmensplanung, Technologieentwicklung, Personalplanung, Finanzplanung, Fabrikbetrieb)
VDI 5200	Das Planungsvorgehen soll systematisch, phasenweise und teilweise iterativ sein
VDI 5200	Nach jeder Planungsphase soll es definierte Meilensteine geben
VDI 5200	Kontinuierliche Steuerung des Projektvorhabens mit Methoden des Projektmanagement nach DIN 69901:2009-01
VDI 5200	Die Unternehmensziele sollen analysiert werden
VDI 5200	Es sollen zu Beginn Fabrik- und Projektziele festgelegt werden
VDI 5200	Es sollen aus den ermittelten Fabrik- und Projektzielen Bewertungskriterien für das Planungsergebnis ermittelt werden
VDI 5200	Es sollen zu Beginn klare Arbeitspakete für das Projektvorhaben abgeleitet werden
VDI 5200	Planungsrelevante Informationen sollen beschafft werden
VDI 5200	Planungsrelevante Informationen sollen ausgewertet werden
VDI 5200	Eine Fabrikstruktur soll ermittelt werden
VDI 5200	Die Dimensionierung soll auf Basis der in der Fabrikstruktur ermittelten Bereiche durchgeführt werden
VDI 5200	Anhand der dimensionierten Flächen soll ein Ideallayout abgeleitet werden
VDI 5200	Auf Basis des Ideallayouts und unter Berücksichtigung vorhandener Restriktionen soll ein Reallayout entwickelt werden
VDI 5200	Das abgestimmte Layout soll weiter ausgeplant und detailliert werden
VDI 5200	Es sollen Genehmigungsanträge gestellt werden
VDI 5200	Es sollen Leistungsbeschreibungen erstellt werden
VDI 5200	Es sollen Angebote für die zu beschaffenden Betriebsmittel eingeholt werden
VDI 5200	Es sollen Zuschläge an Anbieter vergeben werden
VDI 5200	Die Ausführungsplanung soll überwacht werden
VDI 5200	Die Umsetzung soll geplant werden
VDI 5200	Die Realisierung soll koordiniert und überwacht werden
VDI 5200	Es soll eine Abschlussdokumentation erstellt werden
VDI 5200	Der An- und Hochlauf soll betreut werden
VDI 5200	Die Fabrik soll anhand der zu Beginn definierten Bewertungskriterien bewertet werden

Quelle	Anforderung
VDI 5200	Die erbrachte Planungsleistung soll gemeinsam mit dem Projektteam evaluiert werden. Dazu gehört eine Ursachenanalyse von Zielabweichungen, wie Terminverzögerungen und Kostenüberschreitungen
VDI 5200	Zum Projektabschluss sollen im Sinne eines Wissensmanagements rückblickend markante Einzelergebnisse analysiert und beurteilt werden. Die gewonnen Informationen sollen erfasst und systematisch dokumentiert werden
DIN EN ISO 9001:2015	Anwendungsbereich des QMS als dokumentierte Information inkl. Arten der behandelten Produkte
DIN EN ISO 9001:2015	Planen von Änderungen am QMS
DIN EN ISO 9001:2015	Zweck der Änderung am QMS
DIN EN ISO 9001:2015	Mögliche Konsequenzen durch Änderungen am QMS
DIN EN ISO 9001:2015	Integrität des QMS bei Änderungen am QMS aufrecht erhalten
DIN EN ISO 9001:2015	extern bereitgestellte Prozesse unter der Steuerung des QMS des Unternehmens
DIN EN ISO 9001:2015	Chancen zur Verbesserung des QMS einfließen lassen
DIN EN ISO 9001:2015	Leistungsbewertung/Wirksamkeit des QMS überwachen (was und wann muss definiert werden)
DIN EN ISO 9001:2015	Leistungsbewertung/Wirksamkeit des QMS messen
DIN EN ISO 9001:2015	Leistungsbewertung/Wirksamkeit des QMS bewerten (Was und Wann muss definiert werden)
DIN EN ISO 9001:2015	Leistungsbewertung/Wirksamkeit des QMS analysieren (Was und Wann muss definiert werden)
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungen an das Produkt/die Dienstleistung festlegen
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungen an das Produkt/ die Dienstleistung festlegen • Verpflichtende Normen, Standards, organisationsinterne Anleitungen • Gesetzliche/behördliche Anforderungen an das Produkt/ die Dienstleistung
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungen an das Produkt/ die Dienstleistung festlegen • Kundenanforderungen an das Produkt/ die Dienstleistung bestimmen, verstehen, erfüllen • Gesetzliche/ behördliche Anforderungen an das Produkt/ die Dienstleistung • Von der Organisation als notwendig erachtet • Funktions- und Leistungsanforderungen • Aus vergleichbaren, vorangegangenen Entwicklungen • Verpflichtende Normen, Standards, organisationsinterne Anleitungen • Konsequenzen aus Fehlern • Geplanter Gebrauch/Anwendung
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungen an das Produkt/ die Dienstleistung festlegen • Kundenanforderungen an das Produkt/ die Dienstleistung bestimmen, verstehen, erfüllen • Gesetzliche/behördliche Anforderungen an das Produkt/ die Dienstleistung • Von der Organisation als notwendig erachtet • Funktions- und Leistungsanforderungen • Aus vergleichbaren, vorangegangenen Entwicklungen • Verpflichtende Normen, Standards, organisationsinterne Anleitungen • Konsequenzen aus Fehlern • Geplanter Gebrauch/Anwendung
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungen an die Prüfung von Entwicklungsergebnissen und Bauteilen • Überwachung, Messung, Annahmekriterien (enthalten in Entwicklungsergebnissen) • Kriterien für die Annahme externer Produkte/ Dienstleistungen
DIN EN ISO 9001:2015	Ressourcen für die Herstellung
DIN EN ISO 9001:2015	Ressourcen für die Entwicklung

Quelle	Anforderung
DIN EN ISO 9001:2015	Art der Entwicklung wählen
DIN EN ISO 9001:2015	Dauer der Entwicklung festlegen
DIN EN ISO 9001:2015	Umfang der Entwicklungstätigkeit definieren
DIN EN ISO 9001:2015	Chancen/ Risiken hinsichtlich Konformität des Produkts
DIN EN ISO 9001:2015	Chancen zur Verbesserung der Kundenzufriedenheit definieren
DIN EN ISO 9001:2015	Prozessschritt definieren
DIN EN ISO 9001:2015	Abfolge von Prozessschritten definieren
DIN EN ISO 9001:2015	Wechselwirkung zwischen Prozessen
DIN EN ISO 9001:2015	Input/Output von Prozess(schritten) festlegen
DIN EN ISO 9001:2015	Benötigte Ressourcen für Prozess(schritte) definieren
DIN EN ISO 9001:2015	Verantwortlichkeiten/Befugnisse von Prozess(schritten) festhalten
DIN EN ISO 9001:2015	Ermöglichen der Steuerung des Prozesses entsprechend den selbst festgelegten Kriterien
DIN EN ISO 9001:2015	Bereitstellen einer geeigneten Infrastruktur/Umgebung zur Prozessdurchführung (Maschinen etc.)
DIN EN ISO 9001:2015	Überwachen von Änderungen in der Produktion/Dienstleistungserbringung um sicherzustellen, dass Anforderungen weiterhin erfüllt werden
DIN EN ISO 9001:2015	Kriterien für den Prozess, ob dieser wie geplant abläuft
DIN EN ISO 9001:2015	Geplante Änderungen in der Durchführung überwachen
DIN EN ISO 9001:2015	Kontrolle ob zugesagte Anforderungen für ein Produkt/Dienstleistung erfüllt werden können
DIN EN ISO 9001:2015	Abgleichen von Ergebnissen und gestellten Anforderungen bei Produkten/Dienstleistungen
DIN EN ISO 9001:2015	Verifizierung von Entwicklungsergebnissen ob die Anforderungen aus der Entwicklungseingabe erreicht wurden
DIN EN ISO 9001:2015	Validieren ob ein resultierendes Produkt die aus Gebrauch/Anwendung entstehenden Anforderungen erfüllt
DIN EN ISO 9001:2015	Maßnahmen zur Beseitigung von Problemen die in Kontrollen gefunden wurden
DIN EN ISO 9001:2015	Autorisieren von Entwicklungsänderungen
DIN EN ISO 9001:2015	Prüfen ob extern bereitgestellte Produkte/Prozesse/Dienstleistungen die gestellten Anforderungen erfüllen
DIN EN ISO 9001:2015	Kriterien für die (Neu)Beurteilung externer Lieferanten anwenden
DIN EN ISO 9001:2015	Kriterien für die Auswahl externer Lieferanten anwenden
DIN EN ISO 9001:2015	Kriterien für die Leistungsüberwachung externer Lieferanten anwenden
DIN EN ISO 9001:2015	Wirksamkeit der extern angewandten Maßnahmen zur Steuerung der Prozesse prüfen
DIN EN ISO 9001:2015	Sicherstellen, dass die Überwachung und Messung während der Produktion/Dienstleistungserbringung möglich ist (Ressourcen) und angewendet wird
DIN EN ISO 9001:2015	Planen von Tätigkeiten zur Verifizierung/Validierung des externen Anbieters (Erfüllen der Anforderungen die das Unternehmen an den Anbieter stellt z.B. in Form von Audits)
DIN EN ISO 9001:2015	geplante Vorkehrungen zur Freigabe von Produkten (verifizieren, dass die Anforderungen erfüllt wurden) festlegen

Quelle	Anforderung
DIN EN ISO 9001:2015	Überprüfen ob Entwicklungsergebnisse die Eigenschaften von Produkten/Dienstleistungen enthalten, die für den vorgesehenen Zweck und deren sichere/ordnungsgemäße Bereitstellung von wesentlicher Bedeutung sind
DIN EN ISO 9001:2015	Maßnahmen zur Steuerung/Überwachung der Leistung von externen Lieferanten planen
DIN EN ISO 9001:2015	Maßnahmen zur Verhinderung menschlicher Fehler
DIN EN ISO 9001:2015	Potentielle Auswirkungen durch die externe Bereitstellung von Prozesse/Produkten/Dienstleistungen auf die Erfüllung von Kundenanforderungen/behördliche Anforderungen prüfen
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungen des Unternehmens an externe Unternehmen bezüglich der Bereitstellung von Prozessen/Produkten/Dienstleistungen kommunizieren
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungen an die Genehmigung von extern bereitgestellten Produkten/Dienstleistungen & Methoden, Prozessen, Ausrüstungen & Freigaben von Produkten/Dienstleistungen definieren
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungen an die Kompetenzen des externen Lieferanten inkl. Qualifikationen von Mitarbeitenden festlegen
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungen an das Zusammenwirken festhalten
DIN EN ISO 9001:2015	Informationen betreffend die Verantwortlichkeiten müssen aktualisiert werden
DIN EN ISO 9001:2015	Benötigtes Wissen zur Durchführung der Prozesse muss festgehalten sein
DIN EN ISO 9001:2015	Externes, verwendetes Eigentum kennzeichnen
DIN EN ISO 9001:2015	Informationen zu Produkten/Dienstleistungen dem Kunden bereitstellen
DIN EN ISO 9001:2015	Ergebnisse des Abgleichs ob Anforderungen an die Produkte/Dienstleistungen erfüllt wurden dokumentieren
DIN EN ISO 9001:2015	neue/geänderte Anforderungen dokumentieren
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungserfüllung von externen Lieferanten festhalten
DIN EN ISO 9001:2015	Anforderungserfüllung externer Lieferanten bei Produkten/Dienstleistungen/Prozessen dokumentieren
DIN EN ISO 9001:2015	Merkmale der zu produzierenden Produkte/Dienstleistungen/Tätigkeiten festhalten
DIN EN ISO 9001:2015	Zu erzielende Ergebnisse der zu produzierenden Produkte/Tätigkeiten/Dienstleistungen dokumentieren
DIN EN ISO 9001:2015	Dokumentieren wer als kompetente Person (inkl. Erforderlicher Qualifikationen) benannt wurde für die Produktion
DIN EN ISO 9001:2015	Dokumentieren von Änderungen (z.B. aus dem Ergebnis eines Abgleichs (Soll vs. Ist) entstandene Maßnahmen und wer diese Änderungen autorisiert)
DIN EN ISO 9001:2015	Dokumente erstellen/ anpassen