

---

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangssituation

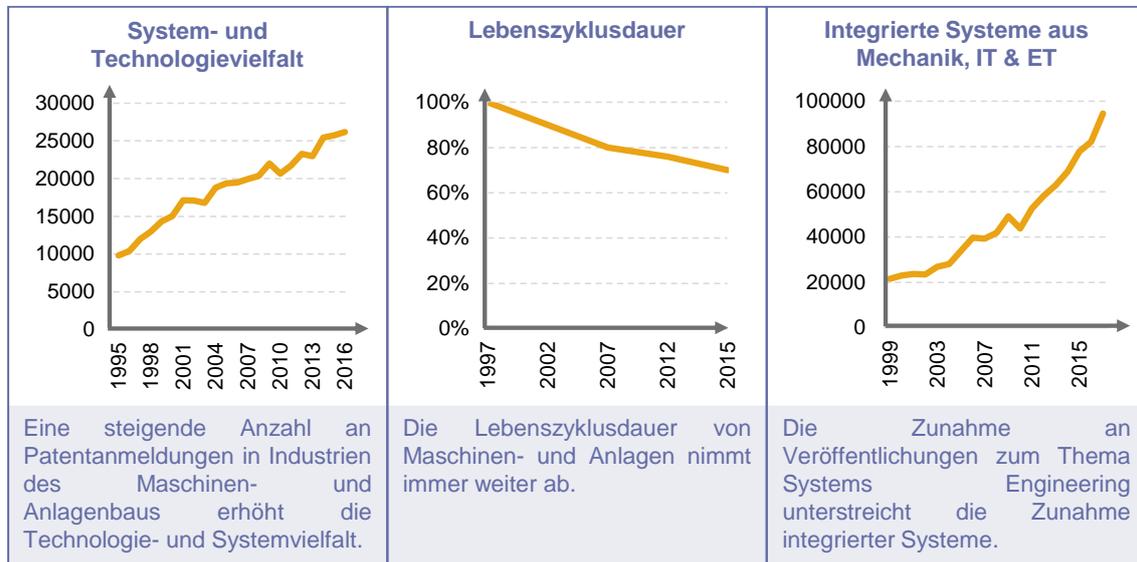
Deutschland ist einer der konkurrenzfähigsten Industriestandorte weltweit [KHH+13, S. 17]. Die produzierende Industrie gilt hier als Rückgrat der Wirtschaft [HHS19, S. 6]. Allerdings ist sie von einer immer stärkeren Dynamik geprägt: Anhaltende Globalisierung, volatile Absatz- und Rohstoffmärkte sowie stetig kürzere Produktlebenszyklen – Diese Herausforderungen müssen angenommen werden, um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben. Dazu gilt es die eingesetzten Produktions- und Logistiksysteme ausreichend flexibel, effizient und vor allem kostengünstig zu betreiben. Nur so bleibt der Hochkostenstandort Deutschland erfolgreich [BSM+14, S. 6ff.].

Eine deutschlandweit ausgerufene Strategie zur Steigerung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit von Produktion und Logistik ist die weitreichende Integration der Automatisierungs-, Informations- und Kommunikationstechnik: Es entstehen hochkomplexe Maschinen und Anlagen, die über das Internet miteinander verknüpft und dadurch befähigt sind, in Verbänden, weit über herkömmliche Anwendungsgrenzen hinaus, zu agieren [Gau14, S. 8ff.]. Der Metabegriff INDUSTRIE 4.0 hat sich hierfür etabliert [BHB15, S. 8ff.]. Neben dem Rückgriff auf neue, vernetzte Systeme, gilt es die Bestandsinfrastruktur so zu modifizieren, dass diese dem Vernetzungsgedanken entsprechen [HHS19, S. 7].

Die industrielle Instandhaltung, als Gewährleister der Funktionsfähigkeit von Maschinen und Anlagen, steht vor der Aufgabe sowohl innovative und neuartige vernetzte Systeme, als auch altbewährte und nachträglich transformierte Systeme zu unterhalten, um damit den Erfolg der INDUSTRIE 4.0 zu gewährleisten [HHS19, S. 7], [HK15, S. 9].

Experten sind sich einig, dass sich durch die zunehmende Komplexität von Maschinen und Anlagen neue Herausforderungen für die Instandhaltung ergeben. Konkret führen komplexe Systeme zu komplexen Problemen [Mal92, S. 248ff.], [Mat13, S. 127]. Während **technologische Herausforderungen** Wegbereiter der INDUSTRIE 4.0 sind und die Wettbewerbsfähigkeit der BRD sichern, bilden sie gleichzeitig die zentralen Herausforderungen für die Instandhaltung [HK15, S. 7ff.]. Auch vernetzte, intelligente Anlagen stehen still, wenn notwendige Instandhaltungsmaßnahmen nicht rechtzeitig erkannt und durchgeführt werden [HHS19, S. 7]. Die Anzahl und Verschiedenheit an instandzuhaltenden Systemen nimmt zu. Beispielsweise durch integrierte cyber-physische-Systeme, die Komponenten aus Informationstechnik, Elektronik und Mechanik in hohem Grad integrieren. Es werden hier Technologien miteinander verknüpft, die bisher lediglich isoliert voneinander vorlagen. Hieraus resultieren ungewisse Instandhaltungsaufgaben. Die Einstufung und Vorhersage von Störungen wird weiter erschwert, indem sich die Dynamik und Veränderungsrate der eingesetzten Produktions- und Logistiksysteme erhöht. So dringen mit zunehmender Verkürzung von Produktlebenszyklusphasen stets neue Systemtypen auf den Markt. Bei ebenfalls reduzierten Betriebsphasen verringern sich folgernd die Instandhaltungserfahrungen, die für ein bestimmtes System aufgebaut werden können [HHS19, S. 7]. Funktionsfähigkeit und Verfügbarkeit sind jedoch immer mehr auch Verkaufsargument für Systeme und zugleich Bestandteil von Service- und betrieblichen Instandhaltungsvereinbarungen [HKR+14, S. 1].

Die Dauer von Diagnosen und das Bestimmen adäquater Instandhaltungsmaßnahmen sind damit trotz aller technologieinduzierten Herausforderungen gering zu halten. Abbildung 1-1 fasst die Herausforderungen auf Grundlage einer Datenanalyse zu den Entwicklungen von System- und Technologievielfalt, Lebenszyklusdauer und Systemintegration zusammen.



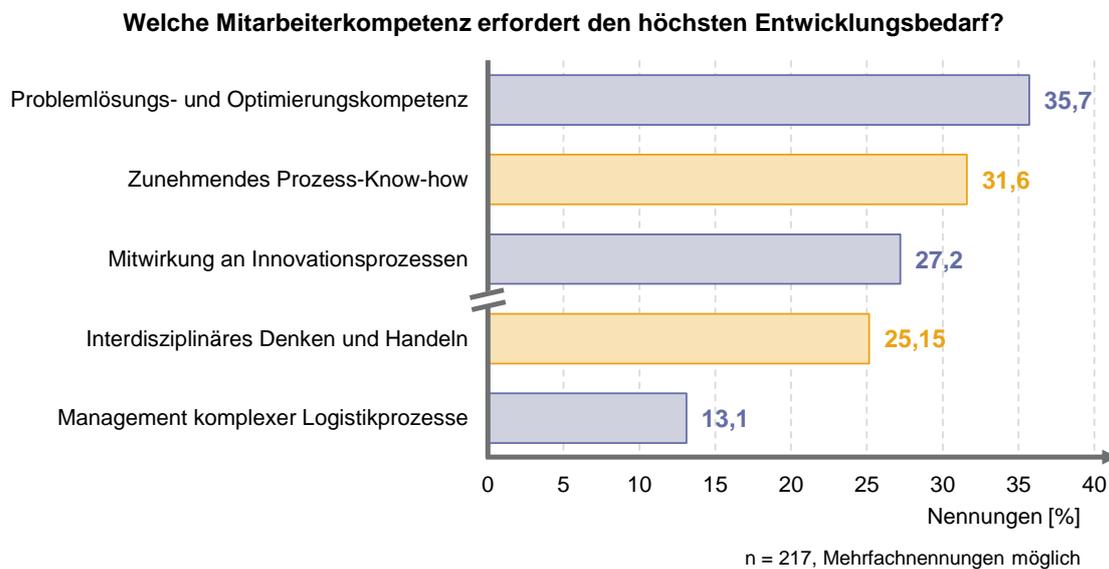
**Abbildung 1-1:** Technologieinduzierte Herausforderungen für die Instandhaltung i. A. a. [Gur17, S. 64ff.], [Kil12, S. 9ff.] und ScienceDirect<sup>12</sup>

Der Aufbau zukünftiger Produktions- und Logistiksysteme, egal ob verkettete Großanlagen oder stark integrierte Maschinensysteme, verlangt dem Instandhaltungspersonal eine erhöhte **Problemlösungskompetenz** ab [Bru17, S. 25], [HPN16, S. 5], [HHS19, S. 7]. Gerade die operativen Instandhaltungsmitarbeiter müssen befähigt werden die Komplexität zu erfassen, nachzuvollziehen und ferner auch darauf zu reagieren. Künftige Fertigkeiten und Fähigkeiten müssen vor diesem Hintergrund optimal ausgestaltet und entwickelt sein. Das bestätigt auch eine Umfrage der AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN (acatech). Hier wurde u. a. untersucht, welche Mitarbeiterkompetenzen den höchsten Entwicklungsbedarf erfordern, um INDUSTRIE 4.0 erfolgreich zu bewältigen (vgl. Abbildung 1-3). Die Umfrage hat ergeben, dass Unternehmen die Problemlösungs- und Optimierungskompetenz am kritischsten bewerten; die Förderung dieser Kompetenz genießt im Vergleich mit anderen Kompetenzen höchste Priorität. Insbesondere für den Bereich Instandhaltung kann ein dringender Handlungsbedarf attestiert werden: Der reibungslose Betrieb von Produktions- und Logistiksystemen ist stark gefährdet. Die strukturbedingte Unübersichtlichkeit und Neuartigkeit von Situationen erschwert Tätigkeiten, wie die Fehleridentifikation, die Schadensursachenfindung oder die Definition von Instandhaltungsmaßnahmen. Routinemäßige Aufgaben im Nachgang von Störungen oder Schäden haben immer mehr den Charakter von Problemen. [Bie15b, S. 45]. Um trotzdem eine

<sup>1</sup> Die Patentanmeldungen beziehen sich auf die Bereiche elektrische Maschinen, Apparate, Energie, Motoren, Pumpen, Turbinen, Transport, Werkzeugmaschinen und mechanische Elemente für den Standort Deutschland.

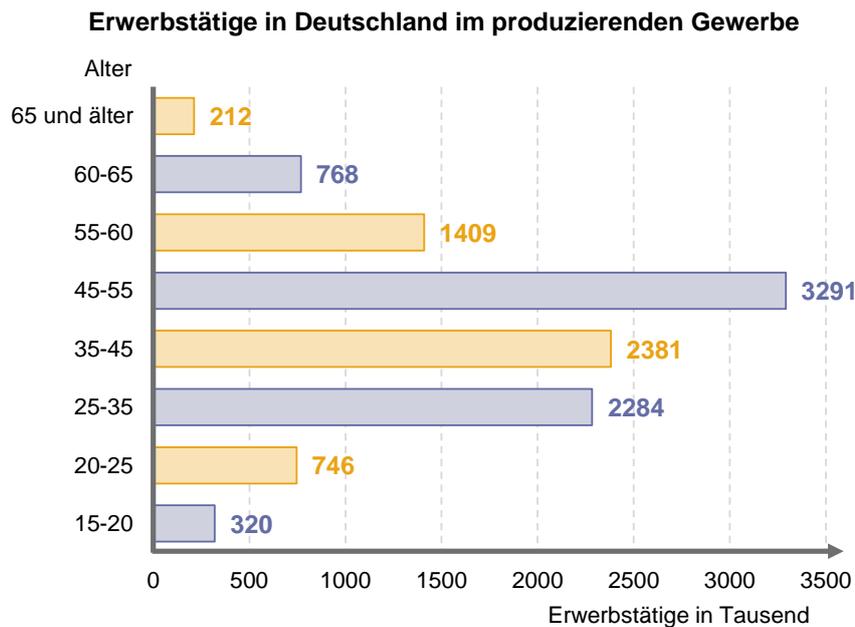
<sup>2</sup> ScienceDirect ist eine Online-Datenbank mit wissenschaftlichen Artikeln und Zeitschriften. Suchbegriff ist SYSTEMS ENGINEERING (Letzter Aufruf: März 2020).

Verkürzung von Planungs- und Prozesszeiten in der Instandhaltung zu fördern, sind der Aufbau und die Unterstützung der Problemlösungskompetenz des Instandhaltungspersonals von herausragender Bedeutung und Dringlichkeit.



**Abbildung 1-2:** Entwicklungsbedarf von Mitarbeiterkompetenzen i. A. a. [Hom16, S. 23]

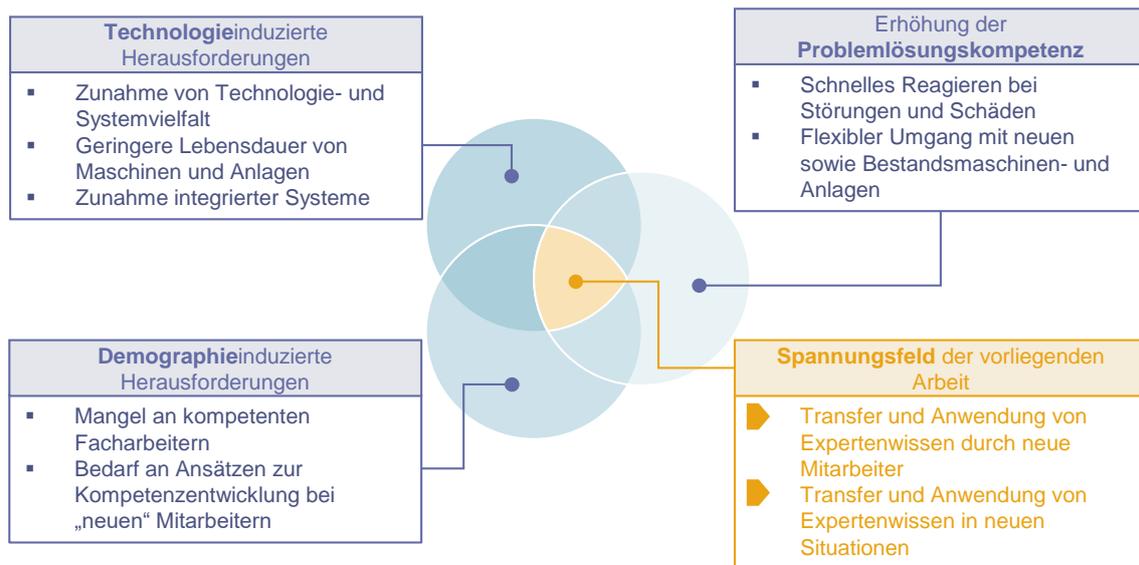
Im Kontext der Sicherstellung von ausreichend qualifizierten Fachkräften für die technologieinduzierten Herausforderungen der Instandhaltung zeigt sich eine weitere Herausforderung: Es fehlt an geeigneten Rahmenbedingungen, um eine anforderungsgerechte Aus- und Weiterbildung für Problemlösungskompetenz in der Instandhaltung gewährleisten zu können. Mit Blick auf den demografischen Wandel und des einhergehenden Knowhow-Verlustes bei gleichsamem Aufbaubedarf der Problemlösungskompetenz kann die Situation als kritisch eingestuft werden [HK15, S. 25].



**Abbildung 1-3:** *Erwerbstätige im produzierenden Gewerbe für das Jahr 2017 nach [Sta18a, S. 38]*

Die koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung des STATISTISCHEN BUNDESAMTES geht von einer **demografischen Alterung mit erheblichen Auswirkungen auf die Arbeitswelt** aus (vgl. Abbildung 1-3). Der Altersdurchschnitt von (erfahrenen) Arbeitnehmern steigt, während ein Mangel an jungen Fachkräften auf Dauer zu schrumpfenden Belegschaften in Betrieben führt [Sta19, S. 41ff.]. Eine Entwicklung, die auch für die Personalsituation in der Instandhaltung bestand hat. Die Expertise von erfahrenen Mitarbeitern ist ein immer knapper werdendes Gut. Folglich steigt der Bedarf einer Konservierung ihrer Erfahrungsepisoden [Haa17, S. 21]. NEUHAUS fordert daher einen flexiblen Umgang mit Expertenwissen, sowie dessen Übertragbarkeit über Qualifikationsgrenzen hinweg, um zunehmende Unternehmens- und Wissensabgänge zu kompensieren [Neu13, S. 2].

Die Ausgangssituation der vorliegenden Arbeit unterliegt verschiedenen Herausforderungen, die sich als Spannungsfeld subsummieren lassen (vgl. Abbildung 1-4). Die Zunahme an Komplexität in Systemen der Produktion und Logistik stellt grundsätzlich höhere Anforderungen an das Instandhaltungspersonal: Neue und undurchsichtige Situationen bergen Hürden und erfordern eine Unterstützung bei der Problemlösung. **Dem Rückfluss von Expertenwissen unter Berücksichtigung vorhandener Erfahrungen sowie der individuellen Instandhaltungssituation durch ein praxisgerechtes Unterstützungskonzept kommen hierbei Schlüsselrollen zu** [Spa13, S. 111ff.], [GSL14, S. 535].



**Abbildung 1-4:** Spannungsfeld der vorliegenden Arbeit

## 1.2 Problemstellung

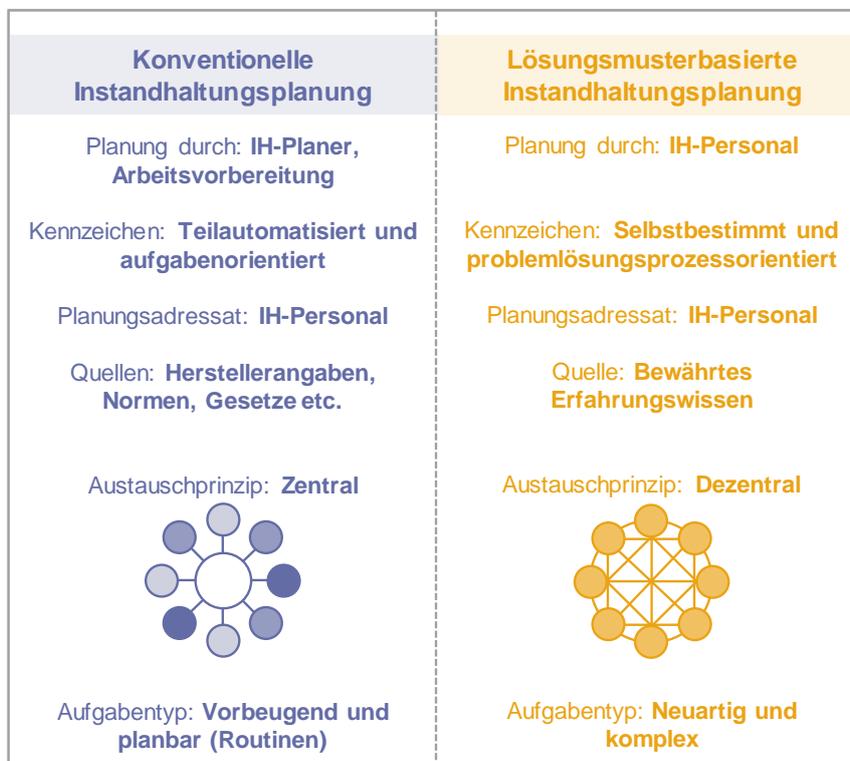
Gemäß VDI-RICHTLINIE 2895 ist Instandhaltungsplanung „...die planmäßige Vorbereitung aller Instandhaltungsaktivitäten.“ [Ver12, S. 27]. Die konventionelle Instandhaltungsplanung versteht sich auf die Erarbeitung von Vorgaben für die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen. Als Unterstützungskonzept im Sinne einer persönlichen und erfahrungsadaptiven Nutzung von Expertenwissen ist sie nur bedingt geeignet. Vorrangig erarbeiten Instandhaltungsplaner auf Grundlage von Herstellerangaben sowie Normen und Gesetzen, Standardabläufe, die durch das Instandhaltungspersonal abgearbeitet werden. Automatisierte Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssysteme (IPSS) werden eingesetzt, um Angaben zentral zu bündeln und bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen. Es werden vorrangig planbare und wiederkehrende Arbeiten durch die Instandhaltungsplanung vorausgedacht [Ver12, S. 30], [Ape18, S. 315ff.].

Ihre Grenzen findet die konventionelle Planung etwa im durch BOTHOFF & HARTMANN formulierten Anspruch an zukunftsfähige Unterstützungskonzepte für operative Arbeiten [BH15, S. 162f.]. Menschliche Experten sollen in ihrer Expertise und deren (Weiter-) Entwicklung unterstützt werden. Gerade mit Blick auf neue und selbst für einen Instandhaltungsexperten ungewohnte Situationen findet dieser Anspruch Relevanz. Ferner sollen anspruchsvollere Tätigkeiten auch für Personen mit ausbaufähigem Experteniveau durchführbar werden. In diesem Sinne muss sich der Grad der Unterstützung an der Erfahrung und den kognitiven Fähigkeiten des Instandhaltungspersonals orientieren, um bspw. bei Entscheidungsfindung und Problemlösung zu unterstützen [Spa13, S. 130], [HTS15, S. 190]. APEL macht weiter deutlich, dass gerade in neuen und reaktiven Instandhaltungssituationen keine detaillierte Vorplanung möglich ist. Operative Mitarbeiter sollten hier, bspw. durch Grobpläne und Systematiken, zur flexiblen und selbstgesteuerten Planung befähigt werden [Ape18, S. 320].

**Die vorliegende Arbeit diskutiert Lösungsmuster als Ansatz, um den skizzierten Forderungen gerecht zu werden.**

Lösungsmuster vereinen die Übertragbarkeit von Wissen über Expertisestufen hinweg bei gleichzeitiger Dienlichkeit als unterstützendes Planungswerkzeug (vgl. Abbildung 1-5).

Bewährtes Wissen wird in einer standardisierten Form zur Wiederverwendung aufbereitet und damit nutzbar für die Problemlösung. Lösungsmuster beschreiben für ein bestimmtes Problem den Kern einer bewährten Lösung und gehen auf den Architekturhistoriker CHRISTOPHER ALEXANDER zurück [AIS+77, S. x]. Sie zeichnen sich durch einen generativen Charakter aus: Die Lösungsform ermöglicht Gestaltungsspielräume, um sie auf Problemsituationen anzupassen, ist gleichzeitig jedoch konkret genug, um praktisch umsetzbar zu bleiben [Koh09, S. 9], [BHS07, S. 10]. Die Bereiche, in denen Lösungsmuster zum Einsatz kommen, sind mannigfaltig. Ihre Ausgestaltung orientiert sich stets an den individuellen Bereichsgegebenheiten [Ana15, S. 32ff.]. Lösungsmuster erscheinen prädestiniert für eine weitreichende Nutzung in der Instandhaltung; sie sind zugleich Planungswerkzeug und Werkzeug zur übergreifenden Dokumentation von Wissen [AAB+16, S. 72]. Ihr Abstraktionsvermögen fördert eine selbstgesteuerte und kreative Problemlösung und adressiert unmittelbar die vorhandenen Erfahrungen [RSP13, S. 17].



**Abbildung 1-5:** Gegenüberstellung von konventioneller und lösungsmusterbasierter Instandhaltungsplanung

Weiter ermöglichen Lösungsmuster eine Öffnung des Lösungsraumes, indem bewährte aber auch potenziell adaptierbare Lösungen aus anderen Bereichen oder Unternehmen für persönliche Problemsituationen gefunden werden können. Sie fördern eine dezentrale Ausgestaltung von Maßnahmen mit Blick auf vorhandene Gegebenheiten, sie liefern Mitarbeitern neue Impulse und dienen als Inspirationsquelle. Eine unternehmensinterne wie auch -externe Berücksichtigung von Lösungsmustern erscheint möglich und erstrebenswert: Unternehmensbereiche, wie das Innovationsmanagement, profitieren bereits von einer Öffnung des betrieblichen Innovationsprozesses gegenüber externen Akteuren. Die Bezeichnung OPEN INNOVATION hat

sich hierfür etabliert [Che03, S. 36ff.]. Lösungsmuster stellen einen ähnlichen Umgang mit Lösungswissen für die Instandhaltung in Aussicht.

**Voraussetzung für eine Nutzbarmachung des Lösungsmusteransatzes in der Instandhaltung ist eine konstitutive Übertragbarkeit; die vorliegende Arbeit leistet hierfür den initiativen Beitrag.**

### 1.3 Zielsetzung und Forschungsfragen

**Die persönliche Erarbeitung von Instandhaltungsmaßnahmen durch Rückgriff auf bewährtes Lösungswissen unter Berücksichtigung gemachter Erfahrungen und Situationen wird bisher nicht systematisch unterstützt. Lösungsmuster bieten einen Ansatz, der in der vorliegenden Arbeit als Hilfsmittel zur Instandhaltungsplanung erschlossen wird.**

Die forschungsleitenden Fragen hierfür ergeben sich aus den generischen Phasen der musterbasierten Problemlösung – Identifikation, Dokumentation und Anwendung – ab [KS08, S. 1], [KW11, S. 220ff.], [Koh14, S. 214ff.]. Lösungsmuster für die Instandhaltung liegen bisher nicht vor [AAB+16, S. 72]. Ihre Identifikation erfordert die Beobachtung und Analyse erfolgreicher Lösungen für bereits bewältigte Probleme. Damit folgt ihre Identifikation dem induktiven Schluss; einem inhärenten und personenbezogenen Vorgehen, das sehr anspruchsvoll ist und für eine systematische Anwendung ausgestaltet werden muss [Ale79, S. 257ff.], [Ams16, S. 7], [Koh07, S. 7]. Durch den Einsatz von Lösungsmustern kann implizit vorhandenes Lösungswissen der Instandhaltung externalisiert und so anderen Akteuren zur Verfügung gestellt werden [AAB+16, S. 72]. Für diesen Wissenstransfer bedarf es einer einheitlichen Strukturierung und Dokumentation; beides muss einem Abstraktionsniveau entsprechen, das operatives Lösungswissen kollektiv nutzbar macht [KS08, S. 2ff.], [Ale79, S. 247]. Zur Anwendung von Lösungsmustern in der Instandhaltung muss dokumentiertes Lösungswissen unter Berücksichtigung der individuellen Ausgangssituation des Instandhaltungspersonals bereitgestellt werden und adaptierbar sein [Bun09, S. 52], [KU09, S. 1053ff.]. Es bedarf damit einer effizienten Unterstützung, um vorhandene Lösungsmuster in einen Lösungsraum einzuordnen, die Muster anhand selbstgewählter Kriterien zu suchen und für die Planung von Instandhaltungsmaßnahmen verfügbar zu machen.

**Ziel der Arbeit ist die Erarbeitung eines Instrumentariums zur lösungsmusterbasierten Instandhaltungsplanung. Das Instrumentarium beinhaltet aufeinander abgestimmte Werkzeuge, die eine selbstgesteuerte Planungsarbeit fördern und eine Lösungsfindung bei komplexen und neuen Problemen der Instandhaltung ermöglichen. Es soll ein Lösungsraum aufgebaut werden, der für die Problemlösung relevantes Wissen sinnvoll verknüpft, um es bedarfsgerecht zur Planung von Instandhaltungsmaßnahmen wiederverwenden zu können.**

Hierfür gilt es, folgende Forschungsfragen zu beantworten:

**Forschungsfrage 1: Wie müssen Lösungsmuster für die Instandhaltung aufgebaut und strukturiert werden, um eine übergreifende Anwendbarkeit zu ermöglichen?**

Der Ansatz des Lösungsmusters impliziert ein einheitliches Verständnis von Lösungsmustern. Dies ist Voraussetzung, um Instandhaltungspersonal mit unterschiedlichem Qualifizierungsgrad, sowie aus ggf. unterschiedlichen Fachbereichen, bei der Problemlösung zu unterstützen. Die

Struktur von Lösungsmustern muss dem investigativen Charakter der Instandhaltung gerecht werden. Dies gewährleistet erst den Austausch von Lösungsansätzen mit verschiedenen Themen und Schwerpunkten untereinander. Vor diesem Hintergrund gilt es zu klären, welche Struktur und Wissensbestandteile Lösungsmuster in der Instandhaltung für eine übergreifende Anwendbarkeit aufweisen müssen.

### **Forschungsfrage 2: Wie können Lösungsmuster bei der Bewältigung eigener Probleme in der Instandhaltung Unterstützung bieten?**

Der Einsatz von Lösungsmustern erfordert die Identifikation und Bewertung von Mustern. Mit Bezug auf ein spezifisches Ausgangsproblem müssen Lösungsmuster zielgerichtet adaptiert werden. Diesbezüglich gilt es zu untersuchen, welche Voraussetzungen zur Verknüpfung und Übertragbarkeit bewährter Lösungsmuster auf neue Problemstellungen erfüllt sein müssen.

### **Forschungsfrage 3: Wie werden Lösungsmuster in der Instandhaltung systematisch eingesetzt, um die Effizienz der Problemlösung zu verbessern?**

Der Einsatz von Lösungsmustern in der Instandhaltung erfordert ein strukturiertes und durchgängiges Vorgehen. In diesem Zusammenhang soll untersucht werden, welche Schritte und Methoden durchlaufen werden müssen, um ein spezifisches Problem mit der Hilfe von Lösungsmustern zu bewältigen.

Bei der Erarbeitung von Antworten auf diese Fragestellungen sind die Anspruchsgruppen des Instrumentariums von entscheidender Bedeutung: **Das Instrumentarium richtet sich primär an Facharbeiter der industriellen Instandhaltung und im industriellen Service.** Hier unterstützt es bei der operativen Instandhaltungsplanung und erhöht die Effizienz bei der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen. Im übergeordneten Rahmen richtet sich das Instrumentarium weiter an Unternehmensnetzwerke. Hier zeigt das Instrumentarium die Potenziale und den Gestaltungsrahmen von Lösungsmustern auf und dient als Ansatz für ein Wissensmanagement im Zuge kooperativer Wettbewerbsmodelle in der Instandhaltung.

## **1.4 Forschungsmethodik und Aufbau der Arbeit**

Die vorliegende Arbeit strebt durch Beantwortung der Forschungsfragen die Hervorbringung eines neuen Planungsansatzes für die Instandhaltungspraxis an. Eine Forschungsmethode mit der benötigten Anlehnung an die Industrie ist DESIGN SCIENCE [DLA15, S. 2]. Design Science zielt auf die Entwicklung von (IT-)Lösungen ab, als Beitrag zur Realisierung einer angestrebten Zukunft. Der Erkenntnisgewinn erfolgt durch das Schaffen und Evaluieren von Lösungsansätzen in Form von Modellen, Methoden oder Systemen [WH07, S. 281]. Ein anwendbares Vorgehen im Sinne von Design Science ist der Forschungsprozess der angewandten Wissenschaften nach ULRICH [Ulr81, S. 20]. Der Prozess integriert die konstruktivistisch konzeptionelle Forschung der Ingenieurwissenschaften mit der empirisch erkenntnisgewinnenden Forschung der Wirtschaftswissenschaften. Anwendungsorientiert hervorgebrachte Lösungen werden anhand empirischer Studien untersucht [SW13, S. 44].

Folgernd orientiert sich der Aufbau dieser Arbeit am Forschungsprozess der angewandten Wissenschaften nach ULRICH. Unter Referenzierung verschiedener Unternehmen der Instandhaltungspraxis, eines forschungsbegleitenden Expertenworkshops und sieben Fallstudien

zur Validierung des Instrumentariums, finden umfangreiche empirische Untersuchungen Eingang in die Arbeit. Ausgangsbasis bildet die in der Einleitung dieser Arbeit beschriebene Problemstellung sowie die Zielsetzung mit ihren Forschungsfragen.

Die Arbeit ist in sechs Kapitel gegliedert (vgl. Abbildung 1-6). Im Anschluss an die Einleitung erfolgt in **Kapitel 2** eine Problemanalyse, in der die Problemstellung konkretisiert wird. Es werden die für das grundlegende Verständnis dieser Arbeit erforderlichen Begriffe eingeführt und voneinander abgegrenzt. Weiter werden die Forschungsfelder dieser Arbeit definiert: Der Betrachtungsbereich der operativen Instandhaltung wird präzisiert und die Herausforderungen aus Instandhaltungsplanung und Wissensmanagement mit den Potenzialen des Lösungsmusteransatzes abgeglichen, um Entwicklungsperspektiven für das Instrumentarium aufzuzeigen und Anforderungen abzuleiten.

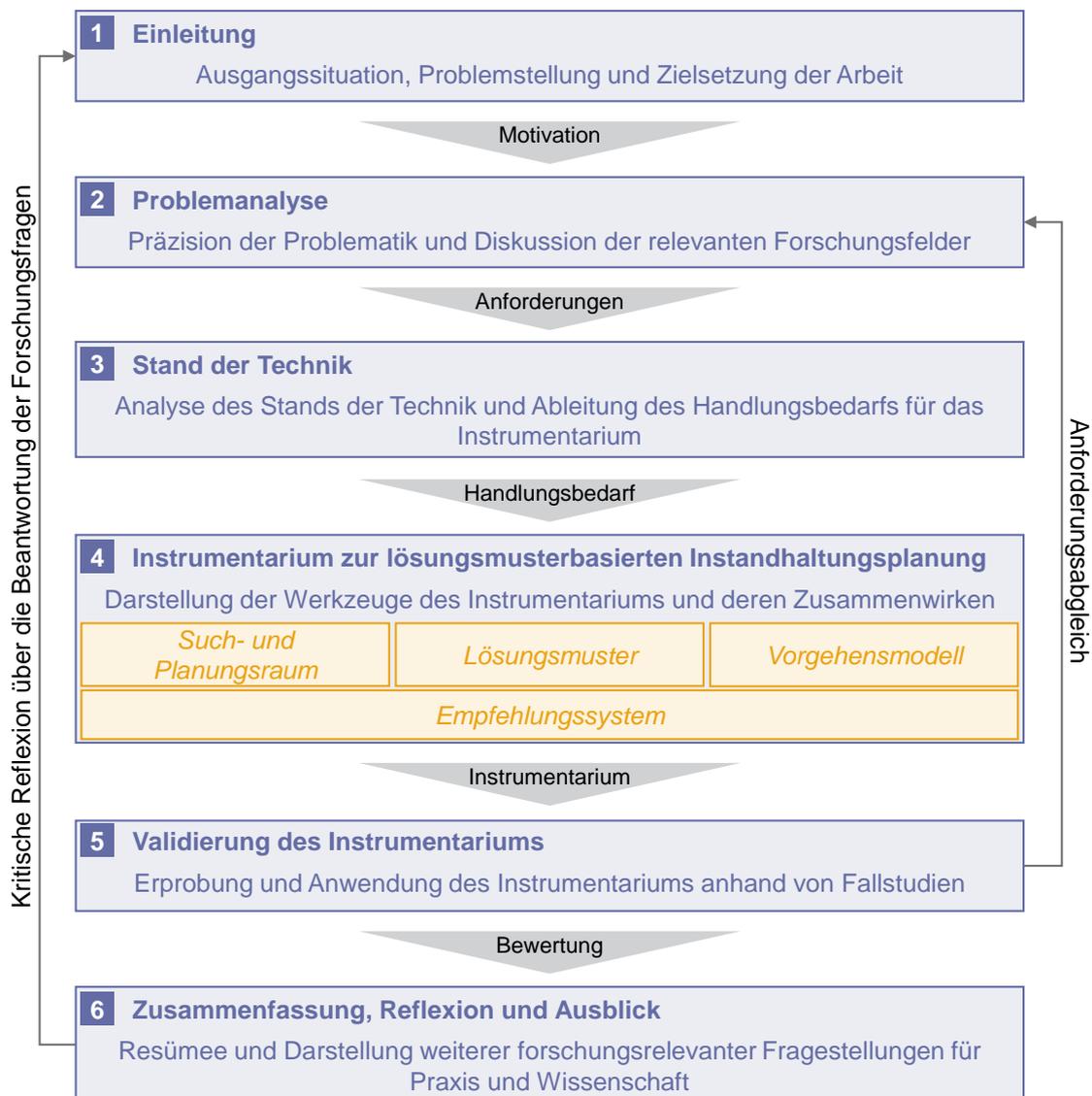


Abbildung 1-6: Aufbau der Arbeit

Gegenstand von **Kapitel 3** ist eine Analyse des Stands der Technik. Es werden zuerst die grundsätzlichen Ansätze zur wissensbasierten Instandhaltungsplanung untersucht. In den weiteren drei Abschnitten werden im Einklang mit den generischen Phasen der musterbasierten

Problemlösung, Ansätze zur Identifikation, Dokumentation und Anwendung von Lösungsmustern in der Instandhaltungsplanung vorgestellt. Diese werden anhand der erarbeiteten Anforderungen bewertet, womit der Handlungsbedarf für die Entwicklung des Instrumentariums bestimmt wird.

**Kapitel 4** umfasst das Instrumentarium zur lösungsmusterbasierten Instandhaltungsplanung. Eingangs wird ein Überblick über das Instrumentarium und das Zusammenspiel der einzelnen Werkzeuge gegeben. Nachfolgend erfolgt eine Erläuterung des grundsätzlichen Funktionskonzepts des Instrumentariums anhand von kurzen Erklärungsmodellen. Die nachfolgenden Abschnitte erläutern die Werkzeuge des Instrumentariums.

In **Kapitel 5** findet die Validierung des Instrumentariums statt. Hier wird zunächst das Konzept der fallstudienbasierten Validierung begründet und dargestellt. Darauf aufbauend findet in sieben Unternehmen der instandhaltungsintensiven Branchen Deutschlands eine Anwendung des Konzepts statt. Güte, Potenziale und Grenzen des Lösungsmustereinsatzes auf Basis des entwickelten Instrumentariums werden analysiert und interpretiert. Das Kapitel schließt mit einer Bewertung des Instrumentariums anhand der in Kapitel 2 dargelegten Anforderungen.

**Kapitel 6** enthält eine thesenartige Zusammenfassung und Reflexion der Arbeit. Es wird abschließend ein Ausblick für Praxis und Wissenschaft zum Themenfeld der lösungsmusterbasierten Instandhaltungsplanung gegeben.