

## 1 Einleitung

*„Keine Aufgabe ist wirklich schwierig, solange man sie in einzelne Schritte aufteilt.“ – Henry Ford*

### 1.1 Ausgangssituation und Motivation

Globalisierung, anhaltende Verkürzung der Lebenszyklen und zunehmende Diversifikation der Produkte sind nur einige der Rahmenbedingungen, die sich in wenigen Jahren mit einer zuvor nicht erlebten Geschwindigkeit verändert haben [Wien 02]. Dieses turbulente Handlungsumfeld führt zu einem Kostendruck, der in Konsequenz die optimale Nutzung der Produktionsanlagen erfordert. Setzt sich die Entwicklung wie erwartet fort, folgt mit *Industrie 4.0*<sup>1</sup> ein neues industrielles Zeitalter, in dessen Zentrum die intelligente Fabrik stehen wird. Auch aufgrund dieser veränderten Bedingungen wandelt sich die Perspektive in den Unternehmen, die Instandhaltung wird nicht mehr als „notwendiges Übel“ betrachtet, sondern als unternehmerischer Erfolgsfaktor. Sie muss mit der Entwicklung Schritt halten, die steigende Komplexität beherrschen und als Wissensträger Innovation vorantreiben. [Acat 15], [Alca 00]

Die Umsetzung der beschriebenen wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Industrie hat allerdings noch nicht überall stattgefunden. Es ist nach wie vor eine Diskrepanz zwischen der Außendarstellung und der innerbetrieblichen Praxis in den Unternehmen festzustellen. Grundsätzlich ist sich die Mehrzahl der Unternehmen der Bedeutung der Instandhaltung bewusst [Kuhn 06]. Dabei muss die Frage erlaubt sein, ob diese Sicht aus der Wahrnehmung der Instandhaltung als Kostentreiber oder als Erfolgsfaktor resultiert.

In beiden Fällen wird die Unternehmensführung wissen wollen, welchen Beitrag die Instandhaltung leistet bzw. wie das Kosten-Nutzen-Verhältnis aussieht. In jedem Fall befindet sie sich als (interner) Dienstleister in einem ständigen Spannungsfeld gegenläufiger Interessen. Auf der einen Seite stehen die elementaren Aufgaben der Instandhaltung, die Produktionsfähigkeit, Sicherheit und Werterhaltung für den „Kunden Produktion“ zu gewährleisten. Auf der anderen Seite wird jedoch bei allem vorrangig der (kurzfristige) finanzielle Aspekt betrachtet. Ein altbekanntes Problem der Instandhaltung, das durch die Tatsache verstärkt wird, dass selbst der finanzielle Beitrag der Instand-

---

<sup>1</sup> In der Industrie 4.0 verzahnt sich die Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik vor dem Hintergrund der rasant zunehmenden Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft. Industrie 4.0 verändert nachhaltig die Art und Weise, wie zukünftig produziert und gearbeitet wird: Nach Dampfmaschine, Fließband, Elektronik und IT bestimmen nun intelligente Fabriken (sogenannte „Smart Factories“, d.h. sich selbst organisierende Produktions- und Logistiksysteme) die vierte industrielle Revolution. [Platt 16]

haltung zum Unternehmenserfolg in der Regel nicht transparent dargestellt wird. Damit rücken lediglich die Ausgaben in den Fokus der Unternehmensleitung, der Nutzen wird kaum oder überhaupt nicht bewertet.

Der nachhaltige Unternehmenserfolg definiert sich seit einigen Jahren jedoch nicht mehr ausschließlich über den finanziellen Aspekt. Ökonomische Erfolgspotenziale sind für das Überleben von Unternehmen, die in einer Marktwirtschaft agieren, essenziell [Dyck 08].

Die Profilierung bzw. Ausrichtung auf andere Nachhaltigkeitsdimensionen ist aber kein gegensätzliches Ziel, sondern kann positiven Einfluss auf den langfristigen wirtschaftlichen Erfolg haben. Ein positives Image, Mitarbeitermotivation, (Umwelt-)Risikominimierung oder Energieeinsparungen sind nur einige Beispiele. Viele Unternehmen haben sich daher nachhaltiges Handeln „auf die Fahne geschrieben“, d.h. entsprechende Grundsätze in Zielen oder Unternehmenswerten verankert. Allerdings ist auch hier die bereits angesprochene Diskrepanz zwischen öffentlicher Darstellung und unternehmerischer Umsetzung wahrzunehmen. Ein Grund dafür liegt in der Schwierigkeit, den angesprochenen Erfolgsbeitrag nachhaltigen Handelns zu quantifizieren bzw. für die Entscheidungsträger transparent darzustellen.

Trotz dieser Herausforderungen ist in den vergangenen Jahren ein weltweiter Trend zur „Green Economy“ zu beobachten. Der Ausdruck beschreibt eine ressourceneffiziente Wirtschaftsweise, die bei signifikant reduzierten Umweltrisiken zu verbesserter Lebensqualität und sozialer Inklusion führen soll [UNEP 12]. Spätestens auf der Umweltkonferenz „Rio 20+“ im Jahr 2012 wurde zudem deutlich, dass der internationale staatliche Natur- und Klimaschutz die Forderungen nach konkreten gemeinsamen Vereinbarungen und Zielen zu nachhaltiger Entwicklung wahrscheinlich nicht erfüllen wird [Beth 12].

Vor dem Hintergrund eines fehlenden politischen Rahmens wird nachhaltiges unternehmerisches Handeln zum Selbstzweck. Unternehmen haben ein fundamentales Interesse an der Sicherung ihres nachhaltigen Zugangs zu Ressourcen. Darüber hinaus trägt das gesteigerte Interesse der Kunden an verantwortungsbewusst und nachhaltig produzierten Gütern dazu bei, dass das schon länger propagierte unternehmerisch nachhaltige Handeln mehr und mehr auch in den Unternehmensprozessen umgesetzt wird.

Die Instandhaltung kann aufgrund ihres Stellenwertes innerhalb der Unternehmen und wegen ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung für den Wirtschaftsstandort Deutschland ein wichtiges Zugpferd nachhaltiger Entwicklung sein. In der Zusammenfassung der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Untersuchung „Nachhaltige Instandhaltung“ heißt es: „*Nachhaltige Instandhaltung schafft Werte, Werte schaffen Zukunftsfähigkeit.*“ [Kuhn 06]

### 1.2 Zielsetzungen der Arbeit

Während die Forderung der Wissenschaft nach nachhaltiger Instandhaltung bereits seit einigen Jahren besteht (vgl. Kapitel 0), steht die Umsetzung in der Industrie am Anfang [Kuhn 06]. Im Hinblick auf die zunehmende Integration von Nachhaltigkeit in Unternehmensvisionen und -zielen ist davon auszugehen, dass sich ein Bewusstsein bzgl. der Notwendigkeit von nachhaltigen Lösungen entwickelt. Darauf basierend ist anzunehmen, dass der Nutzen nachhaltiger Instandhaltung in naher Zukunft in der Industrie erkannt wird. Es ist die Zielsetzung dieser Arbeit, einen Beitrag zur Schließung der Lücke zwischen wissenschaftlichem Anspruch und industrieller Realität zu leisten. Neben der Sensibilisierung für nachhaltige Instandhaltung werden Hilfsmittel für die Umsetzung in Unternehmen entwickelt. Es gibt zwei Hauptentwicklungsziele:

- 1) Ein Modell nachhaltiger Instandhaltung
- 2) Ein Konzept eines Entscheidungsunterstützungssystems für nachhaltige Instandhaltung

Zunächst wird ein Modell nachhaltiger Instandhaltung entwickelt. Auf dieser Basis wird ein Konzept für ein Entscheidungsunterstützungssystem ausgearbeitet. Dieses System unterstützt die Bewertung von Instandhaltungsleistungen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit. Die Kombination von Modell und Unterstützungssystem wird den Aufbau und Erhalt einer nachhaltigen Instandhaltung ermöglichen.

Im Rahmen der kritischen Auseinandersetzung mit dem derzeitigen Stand der Wissenschaft werden alle benötigten theoretischen Grundlagen und Definitionen erarbeitet. Die anschließende Entwicklung eines Modells nachhaltiger Instandhaltung stellt den ersten Schritt zur angestrebten Umsetzung in der industriellen Praxis dar. Das Konzept eines Entscheidungsunterstützungssystems zur Anwendung in der Instandhaltung in der chemischen Industrie bildet den zweiten Baustein.

Abschließend erfolgt die Validierung von Konzept und System durch die Demonstration einer prototypischen Umsetzung in der industriellen Praxis. Die Erkenntnisse und Verbesserungen aus dieser Demonstration werden dokumentiert und den Unternehmen gleichzeitig verdeutlicht, dass nachhaltige Instandhaltung nicht nur „graue Theorie“ ist, sondern auch in der Praxis erfolgreich umgesetzt werden kann.

## 1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

In Abbildung 1 ist der strukturelle Aufbau der Arbeit grafisch dargestellt. Die Grundlagen und Ergebnisse der Literaturrecherche werden in den Kapiteln 1 bis 4 beschrieben.

Kapitel 1	Ausgangssituation und Zielstellung				
Kapitel 2	Ausgewählte Grundlagen der Nachhaltigkeit	Kapitel 3	Ausgewählte Grundlagen der Instandhaltung	Kapitel 4	Messen, Bewerten, Entscheiden
Kapitel 5	Modell nachhaltiger Instandhaltung				
Kapitel 6	Neue Bewertungsmöglichkeiten von Instandhaltungsleistungen				
Kapitel 7	Konzept eines Entscheidungsunterstützungssystems für nachhaltige Instandhaltung				
Kapitel 8	Prototypische Umsetzung des Entscheidungsunterstützungssystems				
Kapitel 9	Zusammenfassung und Ausblick				

**Abbildung 1: Struktureller Aufbau der Arbeit**

In Kapitel 1 wird zunächst die derzeitige Situation bzw. Problemstellung beschrieben, die zu diesem Forschungsvorhaben führte. Im zweiten Kapitel werden die benötigten Grundlagen zum Thema Nachhaltigkeit vermittelt. Es wird ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung gegeben und Begriffsdefinitionen werden erläutert. In Kapitel 3 werden die theoretischen Grundlagen der Instandhaltung behandelt. Historie, aktuelle Situation sowie die entscheidenden Begriffe und Definitionen werden dargestellt. Weiterhin werden ausgewählte bestehende Instandhaltungsmodelle vorgestellt und deren Aufbau und Elemente im Hinblick auf das zu entwickelnde Modell nachhaltiger Instandhaltung untersucht.

Die Grundlagen, welche den Weg von der Messung über die Bewertung zur Entscheidung beschreiben, werden in Kapitel 4 erläutert. Das Kapitel wird mit der Untersuchung bestehender Systeme zur Nachhaltigkeitsbewertung abgeschlossen. Dabei wird die Wichtigkeit der Kriterien-Auswahl darge-

stellt und der jeweilige Weg von der Messung über die Bewertung zur Entscheidung analysiert. Das vierte Kapitel bildet gleichzeitig den Abschluss der Ausarbeitung der theoretischen Grundlagen.

In Kapitel 5 wird nachhaltige Instandhaltung und somit der angestrebte Ziel- bzw. Gutzustand basierend auf den Grundlagen definiert. Das Modell nachhaltiger Instandhaltung wird beschrieben und das erste Hauptentwicklungsziel erreicht (vgl. Abschnitt 1.2).

Im sechsten Kapitel werden neue Methoden zur Bewertung von nachhaltiger Instandhaltung vorgestellt. Bewertungskriterien zur Erreichung des definierten Zielzustands werden erarbeitet und untersucht, welchen Einfluss Zielkonflikte bei der Nachhaltigkeitsbewertung von Instandhaltungsleistungen haben. Ein Zielkonflikt liegt dann vor, wenn der Zielzustand bzw. die Verbesserung in einem Bewertungsbereich die Erreichung des definierten Gutzustands in einem oder mehreren anderen Bereichen behindert oder entgegenwirkt.

Im siebten Kapitel wird das zweite Hauptentwicklungsziel erreicht (vgl. Abschnitt 1.2). Die Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems wird beschrieben, das basierend auf der Messung und Bewertung von Nachhaltigkeitskriterien den Aufbau und Erhalt einer nachhaltigen Instandhaltung in der industriellen Praxis unterstützt. Es werden die Erkenntnisse aus den vorangegangenen Kapiteln verknüpft, um die Brücke von der Messung und der Bewertung zur Entscheidungsunterstützung zu schlagen.

Um den praktischen Nutzen evaluieren zu können, wird ein Prototyp des Werkzeugs erstellt und in der Instandhaltung eines Produktionsstandortes des niederländischen Chemieunternehmens AkzoNobel demonstriert. Potenzielle Nutzer werden strukturiert befragt, um Rückschlüsse auf das entwickelte Konzept zu ziehen. In Kapitel 0 werden der Prototyp und die Befragung beschrieben sowie die gewonnenen Erkenntnisse dargestellt.

In Kapitel 0 werden die Ergebnisse der Ausarbeitung zusammengefasst und mit einer kritischen Auseinandersetzung hinsichtlich des Zielerreichungsgrades der Arbeit verknüpft. Die Arbeit wird mit einem wissenschaftlichen Ausblick auf den Forschungsbedarf sowie weiteren Entwicklungsmöglichkeiten von Modell und Unterstützungssystem abgeschlossen.